



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM
CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**Estudo da Viabilidade Econômica de Implantação de uma Gestão
Consociada de Resíduos Sólidos Domiciliares no Consórcio de
Desenvolvimento Sustentável do Alto Sertão**

Thomas Leonardo Marques de Castro Leal

Itapetinga-BA

Fevereiro/2020

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
CENTRO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO SOCIOAMBIENTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS**

**Estudo da Viabilidade Econômica de Implantação de uma Gestão
Consociada de Resíduos Sólidos Domiciliares no Consórcio de
Desenvolvimento Sustentável do Alto Sertão**

Autor: Thomas Leonardo Marques de Castro Leal

Orientador: Prof. Dr. Rubens Jesus Sampaio

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS, no Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Área de concentração: Meio Ambiente e Desenvolvimento

Itapetinga - BA

Fevereiro/2020

628.44 Leal, Thomas Leonardo Marques de Castro
L473e Estudo da Viabilidade Econômica de Implantação de uma Gestão
Consoviada de Resíduos Sólidos Domíclares no Consórcio de
Desenvolvimento Sustentável do Alto Sertão. / Thomas Leonardo
Marques de Castro Leal. – Itapetinga, BA: UESB, 2020.
102fl.

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS, no Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Área de concentração: Meio Ambiente e Desenvolvimento. Sob a orientação do Prof. D. Sc. Rubens Jesus Sampaio.

1. Resíduos Sólidos - Gestão Municipal. 2. Rejeitos – Consórcio Público. 3. Resíduos Sólidos – Consórcio - Desenvolvimento Sustentável. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, *Campus* de Itapetinga. II. Sampaio, Rubens Jesus. III. Título.

CDD(21): 628.44

Catálogoção na Fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB 535-5ª Região
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Resíduos Sólidos - Gestão Municipal
2. Rejeitos – Consórcio Público
3. Resíduos Sólidos – Consórcio - Desenvolvimento Sustentável

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Jacilene, que sempre me deu apoio, amor e incentivo incondicionais nessa jornada.

Aos meus avós, João e Aparecida, que sempre estiveram presentes e entenderam a minha ausência.

Aos meus irmãos, Lucas, Felipe e Bia, que me ajudaram a distrair nos momentos necessários.

À Fiamma, que me aguentou e me apoio muito em diversos momentos de dificuldade.

Ao meu orientador, Prof. Rubens, que pela orientação, conselhos e compreensão durante esta jornada. Grato pelo incentivo constante e por me mostrar novas frentes de pensamentos e possibilidades.

Aos meus colegas, Katarine, Maurício, Tiago, Karina, Marcos e Ludmila, que me ajudaram a fazer esta jornada e, literalmente, trajeto de uma forma muito mais leve.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais pela oportunidade.

Ao professor Carlos Magno que sempre esteve à disposição para me ajudar.

Ao meu coordenador e chefe, Henrique, que me ajudou a segurar as pontas no trabalho.

Ao Centro Universitário UniFG que me concedeu a oportunidade de realizar o mestrado e trabalhar.

À Anderson que, representando o consórcio, sempre me ajudou no que foi possível.

A todos que de alguma forma me suportaram nesse período.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.2.1. Objetivo Geral	2
1.2.2. Objetivos específicos	2
1.3. METODOLOGIA	2
1.3.1 Área de Estudo	2
1.3.2. Coleta e análise dos dados	3
CAPÍTULO I - A PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	5
2.1. O Desenvolvimento Sustentável	5
2.2. Consumismo versus resíduos sólidos	7
2.3. Resíduos sólidos urbanos	8
2.3.1. Conceituação	9
2.3.2. Classificação dos resíduos sólidos	10
2.3.3. Fundamentação legal	13
2.3.4. A gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos	14
2.3.5. Disposição final	16
2.4. Os municípios e a gestão dos RSU	18
2.5. Consórcios públicos intermunicipais	21
2.5.1. Consórcios de manejo de resíduos sólidos	24
CAPÍTULO II - O CDS ALTO SERTÃO E A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	25
3.1. Caracterização do local de estudo	25
3.1.1. Localização	25
3.1.2. O CDS Alto Sertão	26
3.2. Metodologia para avaliação do gerenciamento dos RSU	28
3.2.1. Política de Saneamento e Plano de Gestão de Resíduos	31
3.2.2. Custo com manejo de resíduos sólidos	33
3.2.3. Coleta e destinação final de resíduos domiciliares	36
3.2.4. Coleta Seletiva	38
3.2.5. Sistema municipal de meio ambiente	39
CAPÍTULO III - ESTUDO COMPARATIVO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RDO AMBIENTALMENTE ENTRE OS MUNICÍPIOS DO CDS ALTO SERTÃO	44
4.1. Contextualização	44
4.2. Metodologia para avaliação dos custos	45
4.3. Resultados e discussões	46
4.3.1. Solução individualizada	48

4.3.2. Soluções consorciadas.....	52
4.3.3. Comparativo entre as soluções.....	61
CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
APÊNDICES.....	72
APÊNDICE A – Questionário sobre o Sistema Municipal de Meio Ambiente.....	72
APÊNDICE B – Distância entre os municípios em quilômetros.....	73
APÊNDICE C – Projeção populacional e projeção do quantitativo de RDO.....	74
APÊNDICE D – Memorial descritivo do dimensionamento do aterro	75
APÊNDICE E – Dados de entrada dos municípios para o cálculo do custo final do aterro	81
APÊNDICE F – Tempo de execução e Custo Final de cada de etapa dos ASI.....	82
APÊNDICE G – Dimensionamento das et dos dois cenários avaliados	83
APÊNDICE H – Dimensionamento dos aterros sanitários dos dois cenários avaliados.....	84
APÊNDICE I – Memorial descritivo do dimensionamento dos custos de transporte.....	86
APÊNDICE J – Estimativa do custo de transporte intermunicipal de resíduos	90

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Classificação dos RS de acordo ABNT NBR 10.004/2004	11
Figura 2 – Classificação dos RS de acordo ABNT NBR 10.004/2004	12
Figura 3 - Prioridade das ações no manejo de resíduos sólidos	15
Figura 4 – Corte de uma seção de um aterro sanitário	16
Figura 5 – Quantidade e percentual de Municípios que possuem o PGRIS	19
Figura 6 – Principais formas de disposição final de RSU no Brasil	20
Figura 7 – Percentual de consórcios constituídos por década	22
Figura 8 - Número de Municípios consorciados por tipo de consórcio.....	22
Figura 9 - Delimitação do Semiárido Brasileiro.....	26
Figura 10- Municípios que compõe o CDS Alto Sertão.....	27
Figura 11 - Municípios que elaboraram o PMGIRS e PMSB	31
Figura 12- Principais dificuldades enfrentadas para a elaboração do Plano	32
Figura 13- Custo total para elaboração do Plano.....	33
Figura 14- Despesa total anual com serviços de manejo total de resíduos e de RDO....	34
Figura 15- Número de municípios que terceiriza a atividade de manejo de resíduos	35
Figura 16- Índice de cobertura, em percentual, do serviço de coleta de resíduos	36
Figura 17- Formas de destinação final dos municípios	37
Figura 18 - Catadores no lixão da cidade de Iuiú	37
Figura 19 - Fotos do lixão do município de Guanambi.....	37
Figura 20 - Dados sobre coleta seletiva nas cidades	38
Figura 21 - Representação gráfica do SISMUMA	39
Figura 22 - Caracterização do SISMUMA dos municípios do CDS.....	40
Figura 23 - Legislação dos municípios que contempla o tema meio ambiente.....	41
Figura 24 - Fluxograma da metodologia utilizada	45
Figura 25 – Percentual de cada etapa no custo final do aterro	51
Figura 26 – Percentual de cada etapa no custo final do aterro (continuação)	51
Figura 27 - Custo de destinação final dos resíduos por habitante para cada cidade.....	52
Figura 28– Arranjos propostos pela SEDUR	53
Figura 29 – Arranjos propostos a partir do CDS Alto Sertão.....	54
Figura 30 - Estação de transbordo em silos	57
Figura 31 - Caminhão do tipo roll on roll off	57
Figura 32 - Custo por tonelada de RDO transportado no Cenário 2	59
Figura 33 - Percentagem de cada etapa do custo no Cenário 2	61
Figura 34 – Custo por tonelada para as situações avaliadas.....	61

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1 – Custo total de um aterro sanitário.....	20
Tabela 2- Geração Total de RDO por dia.....	47
Tabela 3 – Custo final do ASI.....	50
Tabela 4 – Custos de implantação no Cenário 1.....	56
Tabela 5 – Custos de implantação no Cenário 2.....	56
Tabela 6 – Custos de implantação da ET no Cenário 1.....	57
Tabela 7 – Custos de implantação da ET no Cenário 2.....	58
Tabela 8 – Custos de transporte intermunicipal dos RDO Cenário 1 por rota.....	58
Tabela 9 – Custos de transporte intermunicipal dos RDO no Cenário 2.....	59
Tabela 10 – Custos total para o Cenário 1.....	60
Tabela 11– Custos total para o Cenário 1.....	60
Tabela 12 – Custo por tonelada para as situações avaliadas.....	62
Quadro 1 - Comparação entre aterro e lixão.....	17
Quadro 2 - Índice de Desenvolvimento Humano dos municípios.....	29
Quadro 3 - Último ano que o município preencheu o SNIS.....	30
Quadro 4 – Cenários avaliados de gestão consorciada do CDS Alto Sertão.....	55

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABETRE	Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos
ABRELPE	Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ASC	Aterro Sanitário Convencional
ASI	Aterro Sanitário Individual
ASPP	Aterro Sanitário de Pequeno Porte
CDS	Consórcio de Desenvolvimento Sustentável
CNM	Confederação Nacional de Municípios
CP	Consortio Público
ET	Estação de transbordo
ETR	Estação de Transbordo Regional
FGV	Fundação Getúlio Vargas
MMA	Ministério do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PMGIRS	Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
RDO	Resíduos Domiciliares
RSS	Resíduos de Serviço de Saúde
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SINIR	Sistema Nacional De Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
SISMUMA	Sistema Municipal de Meio Ambiente
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

RESUMO

LEAL, T. L. M. C. **ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO DE UMA GESTÃO CONSORCIADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES NO CONSÓRCIO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO ALTO SERTÃO.** Itapetinga - BA: UESB, 2014. 56 páginas (Dissertação – Mestrado em Ciências Ambientais, Área de Concentração em Meio Ambiente e Desenvolvimento).

No último século houve um incremento exponencial na geração de RSU. A administração pública municipal tem a responsabilidade de gerenciar os resíduos sólidos, desde a sua coleta até a sua disposição final, e a PNRS surgiu com o objetivo de disciplinar as ações neste sentido. Mesmo com a proibição de lixões pela PNRS, apenas 40% dos municípios contam com aterros sanitários como forma de destinação final de seus resíduos, sendo o custo de implementação do aterro um dos principais entraves. Uma das soluções possíveis é a formação de Consórcios Públicos para gestão e gerenciamento dos resíduos. Assim, este trabalho tem por objetivo avaliar a viabilidade econômica de implantação de uma gestão compartilhada dos RDO no CDS Alto Sertão, localizado no sudoeste da Bahia. Para a efetivação desta pesquisa, foram levantados dados secundários disponíveis no SNIS, sobre o gerenciamento dos resíduos domiciliares e o custo de manejo desses além de entrevistas com representantes dos órgãos ambientais municipais sobre o SISMUMA. Em seguida, foram avaliados os custos totais de soluções para disposição final, compartilhadas e individuais, comparando-as ao final. Os dados coletados possibilitaram identificar o quantitativo RDO gerado pelos municípios e que nenhum deles possui um PMGRIS em vigor. Com o levantamento e comparativo dos custos, a solução compartilhada mostrou-se mais viável economicamente já que os municípios podem dividir os custos operacionais devido a uma escala maior da população.

Palavras-chave: Rejeitos; Gestão Municipal; Disposição final; Consórcio Público

ABSTRACT

LEAL, T. L. M. C. **STUDY OF THE ECONOMIC VIABILITY OF IMPLEMENTATION OF A CONSORTED MANAGEMENT OF HOUSEHOLD SOLID WASTE IN THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT CONSORTIUM OF ALTO SERTÃO.** Itapetinga - BA: UESB, 2014. 56 páginas ((Dissertation – Master's degree in Environmental Sciences, Concentration area: Environment and Development).

In the last century there has been an exponential increase in the generation of HSW. The municipal public administration has the responsibility to manage solid waste, from its collection to its final disposal, and PNRS came up with the objective of disciplining actions in this regard. Even with PNRS banning dumps, only 40% of municipalities have landfills as a means of disposing of their waste. According to the municipalities, the cost of landfill implementation is one of the main obstacles. One possible solution is the formation of Public Consortia for waste management and management. Thus, this work aims to evaluate the economic viability of implementing a shared management of RDO in the Alto Sertão CDS, located in southwest Bahia. In order to carry out this research, secondary data available on SNIS, household waste management and the cost of waste management were collected, as well as interviews with representatives of municipal environmental agencies about SISMUMA. Then, the total costs of final disposal solutions, shared and individual, were evaluated and compared at the end. The data collected made it possible to identify the quantitative RDO generated by the municipalities and none of them have a PMGRIS in place. With the survey and comparison of costs, the shared solution proved to be more economically viable as municipalities can share operating costs due to a larger population scale.

Key-words: Waste; Municipal management; Final disposal; Public Consortium.

INTRODUÇÃO

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento e Meio Ambiente Humano ocorreu em 1972, na Suécia, especificamente em Estocolmo, e reuniu 113 países. Foi um marco histórico em relação as questões ambientais em nível mundial, com representantes de diversas nações para discutir os problemas relacionado aos impactos do uso indiscriminado dos recursos naturais.

Após esta conferência, foi criado o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e deu-se início a iniciativa para criação do Relatório de Brutland: Nosso Futuro Comum (1991). O Relatório traz ao mundo o conceito de desenvolvimento sustentável: “desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”.

Toda esta movimentação em torno das questões ambientais abriu precedente para que as legislações de vários países viessem a contemplar estas questões. No Brasil, em 1981, foi criada a Política Nacional de Meio Ambiente, que trouxe, em seu Art. 3º, inciso I “entende-se por: meio ambiente, o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”.

Porém, somente em 1988 que, pela primeira vez, influenciada pelas reivindicações do Movimento Nacional de Reforma Urbana, abordou-se o tema meio ambiente na Constituição Federal brasileira. A Lei máxima do país aborda o tema em seu Art. 225. “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

E é nesse contexto que a preocupação com o meio ambiente ganha relevância, na gestão e organização do território urbano, com a intensificação do êxodo rural. A forma como esse processo ocorreu desencadeou uma aceleração no crescimento dos centros urbanos, mas também trouxe uma série de desafios às cidades. O rápido e desordenado processo de urbanização ocorrido no Brasil acarretou inúmeras consequências, em sua maior parte negativas.

Segundo Maricato (2013), políticas públicas ligadas aos ordenamentos urbanos foram ignoradas ou tiveram um rumo errático. O baixo investimento e a falta de planejamento trouxeram problemas em relação ao uso e à ocupação do solo urbano, habitação e infraestrutura.

Somente em 2001 foi aprovado o Estatuto das Cidades - Lei nº 10.257/01 - que, ao longo do corpo de seu texto se encontram princípios, regras e instrumentos que objetivam a extensão universal do direito à cidade para todos os seus habitantes. A Lei traz, em seu texto, como um dos objetivos que a política urbana tem de “ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana” através de algumas diretrizes, entre elas a proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído.

Partindo do pressuposto do papel do estado como agente promotor de políticas públicas voltadas para um ambiente ecologicamente equilibrado, o presente trabalho busca discutir a problemática dos resíduos sólidos no Consórcio de Desenvolvimento Sustentável do Alto Sertão, localizado no Sudoeste da Bahia, à luz das legislações atualmente em vigor no país.

1.2.OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

Analisar a viabilidade econômica de implantação de uma gestão consorciada para os disposição final dos rejeitos do Consórcio de Desenvolvimento Sustentável do Alto Sertão, no sudoeste da Bahia.

1.2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar a gestão ambiental dos municípios que compõe o consórcio;
- Analisar o gerenciamento dos RSU nestes municípios;
- Avaliar a viabilidade econômica de um sistema consorciado para disposição final de RDO no CDS Alto Sertão.

1.3. METODOLOGIA

1.3.1 Área de Estudo

O Consórcio Público de Desenvolvimento Sustentável Alto Sertão - CDS - constitui-se como uma autarquia interfederativa, pessoa jurídica de direito público interno, integrante da Administração Indireta de cada ente federativo que o compõe, com o objetivo de promover o desenvolvimento territorial de forma sustentável na sua área de atuação. Atualmente o CDS é composto por 17 municípios do Sudoeste da Bahia conforme mostra o Quadro 1 a seguir:

Quadro 1 - Municípios que compõe o CDS

Número	Município	Número	Município
01	Caculé	10	Matina
02	Caetité	11	Palmas de Monte Alto
03	Candiba	12	Pindaí
04	Guanambi	13	Riacho de Santana
05	Ibiassucê	14	Rio do Antônio
06	Igaporã	15	Sebastião Laranjeiras
07	Iuiú	16	Tanque Novo
08	Lagoa Real	17	Urandi
09	Malhada		

Dentre as finalidades do CDS Alto Sertão podemos citar o apoio ao planejamento e a gestão urbana territorial e da política ambiental dos municípios, inclusive em emissão de licenças e fiscalização. Ou seja, este é corresponsável pela política ambiental praticada por esses.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2012b), é imprescindível que todos os entes federativos desenvolvam planos de gestão capazes de equacionar o enfrentamento da questão dos resíduos sólidos em seus respectivos territórios, considerando as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.

1.3.2. Coleta e análise dos dados

O objeto de estudo desta pesquisa é o gerenciamento dos resíduos domiciliares, cuja coleta e destinação final são de responsabilidade do poder público, excluindo-se assim os outros tipos de resíduos. Esta delimitação justifica-se na medida em que a responsabilidade pelos Resíduos de Construção Civil e Resíduos Serviço de Saúde são pessoas físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que os geram.

Para a efetivação desta pesquisa, foi realizado um estudo de campo de base exploratória e descritiva, envolvendo análise documental com a finalidade de avaliar os dados que os órgãos ambientais dos municípios forneceram. Os dados são de natureza qualitativa, ao descrever o gerenciamento dos RSU, e de natureza quantitativa, ao fornecer dados sobre o montante de resíduos gerados e custos de gerenciamento.

Além disso, a proposta possui ainda um caráter bibliográfico, com a finalidade de analisar ângulos distintos do problema através de referências de base científica; e um caráter documental

pois se apoia na necessidade de avaliar documentos fornecidos pelos municípios e que não necessariamente possuem teor científico.

Para melhor entendimento da pesquisa, é preciso separá-la em 3 (três) etapas/momentos, com seus respectivos procedimentos:

Capítulo 1

- Fundamentação teórica sobre o tema, discutindo sob a ótica de diversos autores sobre o problema, partindo do modelo econômico vigente como base para as diretrizes ambientais;
- Revisão bibliográfica sobre as legislações que envolvem o gerenciamento dos resíduos, desde a obrigatoriedade da existência de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos até a disposição final e instrumentos de logística reversa, por exemplo. Através deste levantamento, pode-se determinar as possibilidades e desafios do CDS Alto Sertão.

Capítulo 2

- Apresentação dos municípios, apresentando brevemente indicadores socioeconômicos para melhor contextualização, através de dados do IBGE;
- Caracterização do sistema municipal de meio ambiente dos municípios que compõe o consórcio através de um questionário aplicado aos responsáveis pela gestão ambiental do município (Apêndice A) sobre o SISMUMA;
- Caracterização do gerenciamento dos resíduos apresentando informações sobre os custos dos processos atuais, quantitativo coletado, forma de disposição final etc., a partir dos dados do SNIS.

Capítulo 3

- Avaliação dos custos associados à disposição final de rejeitos, levantando e comparando custos de uma solução individual e de uma solução compartilhada, a partir de padrões e metodologias definidas;
- Perspectiva de diferentes cenários para soluções consorciadas ou compartilhadas entre os municípios, considerando critérios econômicos e a proximidade dos locais estabelecidos.

CAPÍTULO I - A PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Este capítulo tem como objetivo inserir o leitor na discussão do tema sob a ótica de diversos autores sobre o problema, partindo do modelo econômico atual como base para as diretrizes ambientais vigentes, além de realizar uma revisão bibliográfica sobre as legislações que envolvem o gerenciamento dos resíduos.

2.1.O Desenvolvimento Sustentável

O atual presidente dos Estados Unidos da América, Donald Trump, retirou o país, o que mais emite gases de efeito estufa, do Tratado de Paris assinado na capital francesa e ratificado por mais de 130 países com metas para “reduzir poluição emitida por fábricas, veículos e desmatamento e, desta forma, limitar o aumento da temperatura do planeta” (CALIXTO, 2017).

Essa notícia traz consigo a necessidade de reflexão sobre o modelo econômico vigente, o capitalismo, e sua relação com o meio ambiente. Esse modelo é baseado no acúmulo de riquezas e o modo de produção baseado no consumo de produtos industrializados.

A ideia de crescimento econômico ganha força e estabelece as bases para o desenvolvimento econômico nos países e o capitalismo ganhou mais força ainda no último século devido a novas formas de acumulação de capital. Entretanto, para manter este modo de produção, há uma alta demanda de matérias-primas exigindo maior extração de recursos naturais cada vez maior.

As conferências ambientais marcaram o início da preocupação da sociedade moderna com o meio ambiente. O Clube de Roma, publicou, em 1972, um relatório denominado “Os Limites do Crescimento”, ou Relatório Meadows, e tratava de problemas cruciais para o futuro desenvolvimento da humanidade tais como energia, poluição, saneamento, saúde, ambiente, tecnologia e crescimento populacional. Contudo, fazia um ataque direto à filosofia do crescimento contínuo da sociedade industrial e criticou indiretamente todas as teorias do desenvolvimento industrial.

No mesmo ano, em Estocolmo, 1972, reconheceu-se do ponto de vista internacional a importância dos instrumentos de gestão ambiental para promoção do desenvolvimento, posteriormente dando origem ao Relatório de Brundtland (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1988) “Nosso Futuro Comum”. Este relatório aborda o conceito Desenvolvimento Sustentável como “O desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades”.

O Relatório Brundtland não rejeitou o posicionamento do crescimento dos países, principalmente os menos desenvolvidos. Observa-se que, a partir de então, este foi interpretado de diferentes formas e recebeu grande aceitação por quase a totalidade de correntes políticas, éticas e científicas.

Foucault (2007) afirma que: “o discurso não é uma estreita superfície de contato, ou de confronto, entre uma realidade e uma língua” (p.54/55), é na verdade o espaço onde saber e poder se articulam. Desta maneira, o que torna o conceito de Brutland mais aceitável em detrimento de Meadows, é a forma como o discurso é proferido. Precisamos nos atentar então para a real intenção do discurso, as coisas ditas, deixando de lado as interpretações unívocas e suas representações.

O relatório de Brutland não dissociou crescimento econômico da preservação ambiental. Todavia, a crítica à sociedade industrial e aos países industrializados é menor, em relação ao Clube de Roma, e, principalmente, não estabelece um limite máximo para o consumo, tanto nos países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Este conceito, de acordo Machado (2006), é “resultado de uma determinada conformação de forças que busca tragar as demandas ambientalistas, subordinando-as à lógica da reprodução do sistema, em espaços que se tornam cada vez mais interdependentes em função dos mecanismos da acumulação flexível”.

Ao longo destes anos, a ONU Meio Ambiente, agência ligada as Nações Unidas em prol do Meio Ambiente, tornou-se referência internacional sobre o desenvolvimento sustentável. Após inúmeras conferências ambientais, essa agência transformou o conceito de DS.

Em 2015, ela foi responsável por criar metas de para alinhadas ao conceito DS, através do documento “Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”. A Agenda 2030 trouxe 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), ampliando e englobando o conceito para a escala social e cultural, por exemplo. Estes ODS propõem, por exemplo, que governos, organizações internacionais, setor empresarial e outros atores não estatais e indivíduos devem contribuir para a mudança de padrões de consumo.

Segundo Sachs (2017), em se tratando destes ODS, os Estados Unidos da América estão atrás no ranking, deixando claro que, o novo conceito de DS é sobre a inclusão social, diversidade cultural e sustentabilidade ambiental, não apenas sobre riqueza.

2.2. Consumismo versus resíduos sólidos

Numa equação geral, as empresas só geram lucro caso haja consumo; num modelo econômico de acumulação, o consumo então gera riqueza. Quanto maior o consumo, maior a riqueza gerada.

Normalmente, um país com alto índice de industrialização consome mais do que um país pouco industrializado e esses países, por sua vez, geram mais resíduos que exigem um tratamento mais avançado. Os padrões de consumo são definidos por Philippi Jr e Aguiar (2005) como formas de extração de recursos naturais, processamento, uso e descarte de materiais, que mudam de acordo com a cultura, o porte da cidade, as atividades econômicas e os recursos tecnológicos disponíveis.

De acordo Godecke et al (2012), é característica da sociedade atual a criação de “necessidades” através do estímulo dos indivíduos às práticas de consumo; as pessoas acabam por dispendir recursos financeiros para comprar as “vantagens” divulgadas pela mídia. Dessa forma, consumir e descartar ocorrem de forma rápida e sucessiva.

O consumismo é uma ideologia, que visa mais aos valores e significados dos produtos que consomem do que à real satisfação das necessidades, assumindo atualmente como valores socioculturais aceitos. Para Bauman (2008) o consumo é diferente da sociedade de consumo; o consumo é basicamente uma característica e uma ocupação dos seres humanos como indivíduos; já o consumismo, por sua vez, é um atributo da sociedade.

Ainda sobre o consumismo, o autor afirma que:

“A sociedade de consumidores desvaloriza a durabilidade, igualando “velho” a “defasado”, impróprio para continuar sendo utilizado e destinado à lata de lixo. É pela alta taxa de desperdício, e pela decrescente distância temporal entre o brotar e o murchar do desejo, que o fetichismo da subjetividade se mantém vivo e digno de crédito, apesar da interminável série de desapontamentos que ele causa. A sociedade de consumidores é impensável sem uma florescente indústria de remoção do lixo. Não se espera dos consumidores que jurem lealdade aos objetos que obtêm com a intenção de consumir” (BAUMAN, 2008, p.31).

Fernandes e Sampaio (2008) definem paradigma “como um conjunto de valores e regras socioculturais aceitos por algum tempo em uma sociedade ou grupo cultural, moldando e conduzindo às suas práticas”.

Partindo deste conceito, podemos dizer que existe então um paradigma acerca da sustentabilidade ambiental: de um lado os padrões de consumo do sistema capitalista que foram paulatinamente consolidando suas bases na extração de recursos naturais a acumulação de riquezas; e do outro, a crescente necessidade de um gerenciamento dos resíduos sólidos adequado devido à elevação dos padrões de consumo no mundo.

A percepção do consumo e suas consequências ambientais iniciou-se a partir da década de 1970, com discussões no âmbito mundial sobre a responsabilização dos estilos de vida e práticas de consumo, que culminaram com a conferência Rio 92. Conforme apontado por Jardim et al (2018), a geração mundial de RSU per capita, que em 1950 equivalia a 0,5 kg/hab.dia, alcança atualmente o patamar de 2 kg/hab.dia nos países desenvolvidos; no Brasil essa média é 1,2 kg/hab.dia.

O aumento de resíduos gerados está intimamente ligado ao consumo crescente de bens não duráveis e descartáveis, aliado ao acelerado processo de concentração da população em centros urbanos (PHILIPPI JR e AGUIAR, 2005). Ou seja, geração e destinação final dos resíduos, sofrem influência direta do consumo da sociedade.

A partir da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, também conhecida como Eco-92 ou Rio-92, com o conceito de desenvolvimento sustentável, enfatizou-se um “mercado verde”; práticas como a reciclagem, o uso de tecnologias limpas, a redução do desperdício, adoção de sistemas de gestão ambiental foram modelos executados em todo o mundo, tidos como ambientalmente adequados.

Mesmo com tantos anos de discussão acerca do tema, Godecke e colaboradores (2012) verificaram que muitos cidadãos se mostram verbalmente dispostos a fazer sua parte, “mas não percebem a relação de causalidade entre a conduta individual e o problema a nível global”.

Alguns trabalhos realizados, a partir de entrevistas, perceberam que uma parte significativa dos entrevistados não sabem dizer ou nunca procuraram saber a origem dos produtos consumidos ou o destino final dos resíduos gerados; muitos ainda acreditam que o consumo não é um problema, mas dizem que a educação poderia reverter esta situação (QUERINO e PEREIRA, 2016; BELTRÃO, DUTRA e NUNES; 2015; ROCHA, MOURA JÚNIOR e MAGALHÃES, 2012).

Assim, é difícil afirmar até que ponto existe uma convergência entre os valores socioculturais aceitos e as soluções que a ciência oferece na gestão dos resíduos sólidos. Nesse âmbito, Moraes e Borja (2015) afirmam que diante desse desafio é necessário a atuação de todos os atores sociais na implementação/concretização de um novo modelo conceitual, que seja apropriado à legislação do País.

2.3. Resíduos sólidos urbanos

No último século houve um incremento exponencial na geração de resíduos sólidos, devido ao aumento do consumo. A produção de RSU, vem aumentando consideravelmente a cada ano, até 2050 a produção estimada chegará a 1,5 trilhões de toneladas de lixo anual a nível

mundial (PETHECHUST e CASIMIRO, 2016). Somente no Brasil, de acordo com a Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2017), verifica-se que houve um aumento na taxa de geração de RSU em relação ao ano de 2016, de 1%. Isso corresponde a 7 milhões de toneladas de resíduo a mais por ano.

A ABRELPE (2017) verificou que os municípios coletaram cerca de 45 milhões de toneladas de RCD. Pinto (1999) estima que o volume de RCD gerado varia de 230 a 760 Kg/hab/ano e que boa parte destes resíduos é descartado de forma incorreta em logradouros públicos ou terrenos baldios.

Em 2017, muitos municípios prestaram os serviços de coleta, tratamento e disposição final de 256.941 toneladas de RSS, o equivalente a 1,2 kg por habitante/ano, no entanto, cerca de 27,5% dos municípios brasileiros destinaram seus RSS sem declarar o tratamento prévio dado aos mesmos (ABRELPE, 2017).

Conforme relatório do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (ONU, 2015): o Brasil é um dos países que mais gera resíduos eletroeletrônicos - meio quilo por habitante a cada ano. Em 2014 o país descartou 97 mil toneladas de computadores, 115 mil toneladas de refrigeradores domésticos, 140 mil toneladas de telefones celulares, 1 bilhão de pilhas.

Dessa forma, é perceptível que existe um problema em relação ao gerenciamento destes RSU no país. Em uma tentativa de adequação, foi criada a Lei 12.305 em 2010, PNRS, que dispõe sobre os princípios, objetivos e instrumentos acerca do gerenciamento destes resíduos sólidos. Esta Lei visa disciplinar o gerenciamento dos RSU no país.

2.3.1. Conceituação

Existem algumas definições que devem ser realizadas para evitar confusão entre os termos. O primeiro deles é para resíduos sólidos, que possui algumas definições diferentes. Russo (2003, p.47), por exemplo, define como “resíduos sólidos incluem materiais sólidos ou semissólidos provenientes das atividades humanas e que são rejeitados pelos seus produtores”.

A ABNT através da NBR 10:004/2004, define resíduos 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, 2004).

Já a Lei 12.305/2010, PNRS estendeu o conceito de resíduo sólido, a partir do momento em que incluiu os materiais sólidos dissolvidos em esgoto doméstico, ou se dispersar em meios líquido e gasoso, definindo resíduos sólidos como:

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

Cabe aqui a diferenciação dos termos resíduo e rejeito, já que cada um terá uma destinação. Os rejeitos são os “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, 2010a).

Assim, os resíduos sólidos possuem destinação final e os rejeitos disposição final. Destinação final ambientalmente adequada é definida como

“destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes [...] de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos” (BRASIL, 2010a).

A destinação final ambientalmente adequada inclui coleta seletiva, incineração de resíduos, compostagem etc. Já a disposição final é definida como “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, 2010a). A forma de disposição final admitida na PNRS é o aterro santário.

2.3.2. Classificação dos resíduos sólidos

Os resíduos podem ser classificados em diferentes tipos: quanto aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente ou quanto à sua natureza ou origem. Quanto aos riscos potenciais, a ABNT através da NBR 10:004/2004, define os resíduos conforme a Figura 1.

Figura 1 – Classificação dos RS de acordo ABNT NBR 10.004/2004



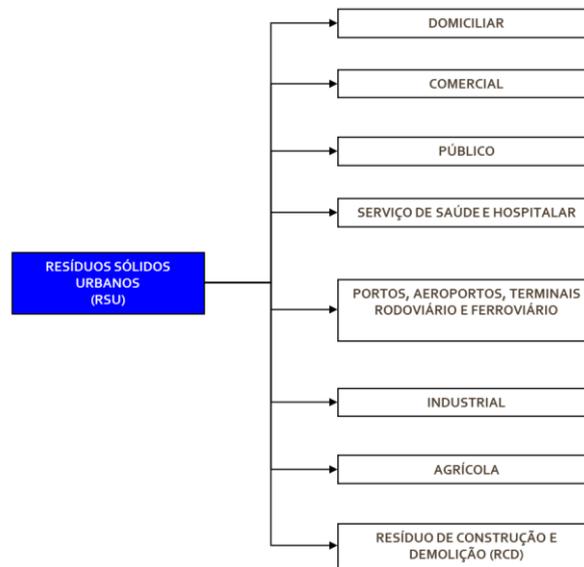
Fonte: Adaptado (ABNT, 2004)

Os resíduos de classificação I, ou perigosos, são os resíduos sólidos ou mistura de resíduos que, em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, podem apresentar risco à saúde pública, provocando ou contribuindo para um aumento de mortalidade ou incidência de doenças e/ou apresentar efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.

Já os resíduos de Classe II – Não-Perigosos, são divididos em Resíduos Classe II – A – Não Inertes e Resíduos Classe II – B – Inertes. Na primeira, são classificados como não-inertes os resíduos sólidos ou mistura de resíduos sólidos que não se enquadram na Classe I ou na Classe II – B. Esses resíduos podem ter propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. São, basicamente, os resíduos com as características do lixo doméstico (ABNT, 2004).

Já Classe II – B os resíduos sólidos ou mistura de resíduos sólidos que, quando amostrados de forma representativa, segundo a NBR 10007 (ABNT, 2004), e submetidos ao teste de solubilização, conforme a NBR 10006 (ABNT, 2004), não tenham nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor. São os resíduos que não se degradam ou não se decompõem quando dispostos no solo, tais como resíduos de construção e demolição, solos e rochas provenientes de escavações, vidros e certos plásticos e borrachas que não são facilmente decompostos.

Figura 2 – Classificação dos RS de acordo ABNT NBR 10.004/2004



Fonte: Adaptado (BRASIL, 2010a)

Conforme Figura 2, a classificação de acordo a origem dos resíduos podem ser:

- domiciliares: é aquele gerado nas atividades diárias em casas, apartamentos, condomínios e demais edificações residenciais, com característica essencialmente orgânicas;
- comerciais são os resíduos gerados em estabelecimentos comerciais, cujas características dependem da atividade ali desenvolvida, mas possuem uma fração de recicláveis maior que o domiciliar;
- públicos são aqueles presentes nos logradouros públicos, em geral resultantes varrição tais como folhas, galhadas, poeira, terra e areia e de serviços de poda de árvores;
- serviço de saúde: contém ou potencialmente podem conter germes patogênicos, constituídos de seringas, gazes, órgãos removidos, meios de culturas e cobaias, remédios com validade vencida, filmes fotográficos de raio x, etc;
- portos e aeroportos: constituem-se de materiais de higiene e asseio pessoal, que podem veicular doenças provenientes de outros países;
- industriais: são originados nas atividades dos diversos ramos da indústria na qual incluem-se grande maioria dos resíduos considerados tóxicos;
- agrícola: são embalagens de defensivos agrícolas, restos de criatórios intensivos (produtos veterinários, restos de processamento, estrume, etc.), bagaço de cana, laranja, etc;

- construção civil: constituem-se de demolições e restos de obras, solos de escavações diversas, etc. Trata-se, geralmente, de materiais inertes, passíveis de reaproveitamento.

2.3.3. Fundamentação legal

A Carta Magna prevê em seu Art. 225 o direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado. Além da Constituição Federal, o país possui uma vasta legislação relacionado aos RSU. Especificamente, é a Lei no 11.445, de 2007 que estabelece as atuais diretrizes nacionais para o saneamento básico e os seus quatro componentes: i) abastecimento de água potável; ii) esgotamento sanitário; iii) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e iv) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

Quanto às políticas e legislações, no âmbito nacional, que abordam a questão de resíduos sólidos são:

- Lei nº 6.938, de 31 de agosto 81, que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente: prevê instrumentos, mecanismos de formulação e aplicação da política ambiental nacional;
- A Lei de Crimes Ambientais nº 9605 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e dá outras providências: trata como conduta ou atividade lesiva a poluição por resíduos sólidos;
- Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1994, que dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências: dá importância a educação ambiental formal e não-formal, às ações e práticas educativas voltadas à sensibilização da coletividade sobre as questões ambientais;
- Estatuto das Cidades na Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, que regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências: estabelece normas de ordem pública e interesse social em prol do bem coletivo e do do equilíbrio ambiental;
- Política Nacional de Saneamento Básico na Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico: definindo que saneamento é o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável,

esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas;

- Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências: estabelece as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Em âmbito estadual, a legislação que trata sobre o tema é:

- Lei nº. 12.056, de 07 de janeiro de 2011. Institui a Política Estadual de Educação Ambiental e dá outras providências.
- Lei nº. 12.932, de 07 de janeiro de 2014. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências.

2.3.4. A gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos

A sustentabilidade na gestão dos resíduos, se constrói a partir de modelos e sistemas integrados, que possibilitem tanto a redução do resíduo gerado pela população, como a reutilização de materiais descartados e a reciclagem dos materiais que possam servir de matéria prima, diminuindo o desperdício e gerando renda (GALBIATI, 2005).

A PNRS prevê gestão integrada dos RSU, que é definida como “um 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, 2010a).

Já o gerenciamento, diferente da gestão, apresenta-se como um conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010a).

O sistema de limpeza urbana da cidade pode ser administrado de forma direta pelo Município, através de uma empresa pública específica ou através de uma empresa de economia mista criada para desempenhar especificamente essa função.

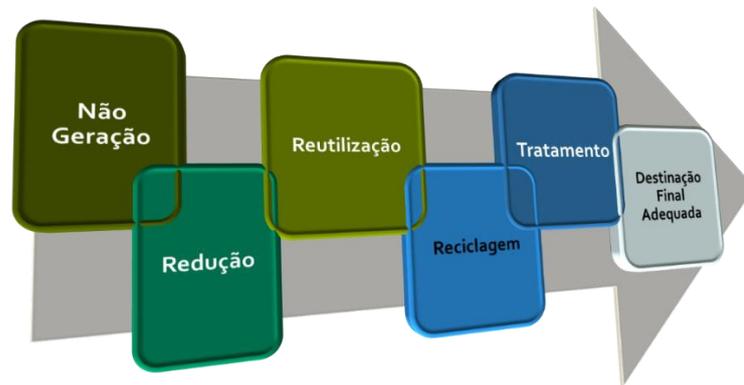
Cabe a administração pública municipal a responsabilidade de gerenciar os resíduos sólidos, desde a sua coleta até a sua disposição final, que deve ser ambientalmente segura. Além de gerenciar adequadamente os próprios resíduos, o poder público deve disciplinar o fluxo dos resíduos no município

O sistema de limpeza urbana da cidade pode ser administrado de forma direta ou de forma indireta. De acordo Abiko (2011), os serviços prestados de forma direta ou centralizada são aqueles realizados por secretarias, departamentos e repartições da administração direta, nas quais não há autonomia financeira ou patrimonial e os investimentos e o custeio dos serviços provêm de recursos orçamentários a que pertence o órgão.

Já administração indireta são as autarquias e as fundações públicas de direito público, entidades paraestatais, criadas por lei específica (empresas públicas ou sociedades de economia mista, por exemplo) e entidades privadas que prestam serviços públicos (ABIKO, 2011).

Independente da forma adotada pelo município, a gestão dos resíduos deve adotar as diretrizes estabelecidas na PNRS, em que a prioridade no gerenciamento de resíduos sólidos, deve-se observar uma ordem de prioridade, conforme a Figura 3 demonstra.

Figura 3 - Prioridade das ações no manejo de resíduos sólidos



Fonte: BRASIL (2010a). Adaptado pelo autor

Entretanto, a responsabilidade do acerca do gerenciamento dos RSU vai além do poder público. A PNRS estabelece a responsabilidade compartilhada de toda a sociedade na gestão dos resíduos sólidos urbanos. A cada setor foram atribuídos diferentes papéis a fim de solucionar ou mitigar os problemas relacionados aos resíduos sólidos com objetivos comuns como a redução da geração de resíduos sólidos; redução do desperdício de materiais; redução da poluição; redução dos danos ambientais; e o estímulo ao desenvolvimento de mercados, produção e consumo de produtos derivados de materiais reciclados e recicláveis.

Esses objetivos envolvem toda sociedade na discussão do tema, envolvendo ainda a os padrões de consumo, a reciclagem de materiais, diminuição dos impactos ambientais da extração de recursos naturais e prolongamento da vida útil das formas de destinação ambientalmente adequadas.

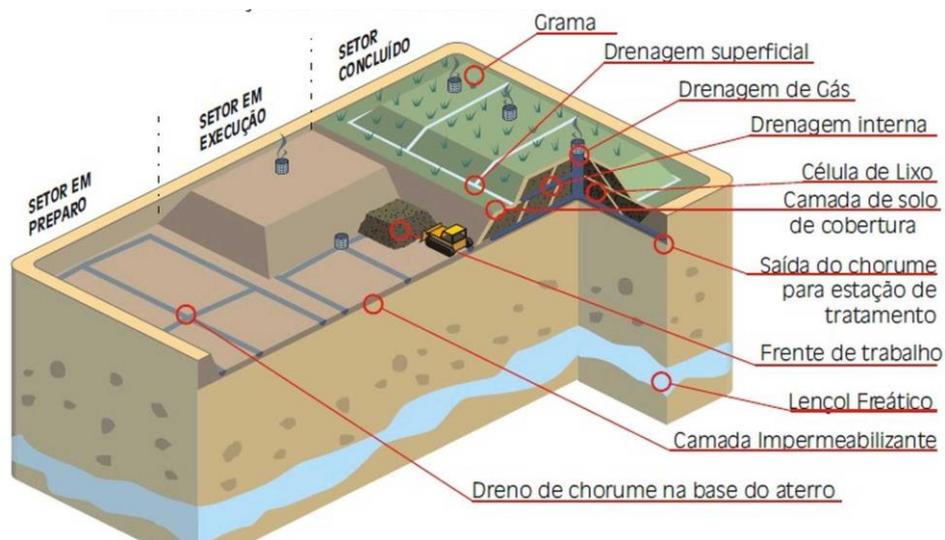
2.3.5. Disposição final

A disposição deve estar em conformidade com a legislação vigente, e a PNRS ressalta que a disposição final mais adequada é o aterro sanitário. Apesar disso, dentre as formas de disposição final mais usuais, estão os lixões e os aterros controlados, que são diferentes dos aterros sanitários.

De um ponto de vista técnico, o aterro sanitário é uma técnica de disposição de resíduos no solo que visa a minimização dos impactos ambientais, utilizando, por meio de princípios de engenharia, para confinar os resíduos sólidos às menores áreas possíveis e reduzi-los aos menores volumes permitidos, sempre os cobrindo com uma camada de terra a cada conclusão de uma célula (ABNT, 1992). Mancini et al (2012) e CESTEB (2013), definem as formas de disposição final:

- Lixão: é uma forma inadequada que se caracteriza pela simples descarga dos RSU sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou a saúde pública.
- Aterro controlado: é um nome dado a uma forma errônea de destinação final do ponto de vista ambiental e de saúde pública e que, embora haja recobrimento dos resíduos gerados, não toma providências com relação aos subprodutos líquidos e gasosos da degradação do lixo e nem com a infiltração da água da chuva;
- Aterros sanitários: objetiva acomodar os resíduos no solo utilizando o menor espaço prático possível e os contaminantes líquidos e gasosos, que apresentam riscos ao meio ambiente, são coletados e tratados (Figura 4).

Figura 4 – Corte de uma seção de um aterro sanitário



Fonte: MACHADO, 2018

Quadro 1 - Comparação entre aterro e lixão

	Aterro	Lixão
Recepção dos resíduos	Entrada restrita a veículos devidamente cadastrados, desde que contenham apenas resíduos permitidos para aquele aterro	Sem qualquer controle de entrada de veículos e resíduos
Controle de entrada	Pesagem, procedência, composição do lixo, horário de entrada e de saída dos veículos são observados	Não dispõe de controle de pesagem, horário, procedência etc.
Impermeabilização	Antes da utilização da célula, o local é devidamente impermeabilizado seguindo critérios que vão depender das características do solo e do clima	O lixo é depositado diretamente sobre a camada de solo, podendo provocar danos ao meio ambiente e à saúde.
Deposição	A deposição deve ser feita seguindo critérios técnicos definidos, tais como: resíduos dispostos em camadas compactadas, com espessura controlada, frente de serviço reduzida, taludes com inclinação definida	Na maioria das vezes não há sequer um trator de esteira para conformar o lixo
Drenagem	Possui dispositivos para captação e drenagem do líquido resultante da decomposição dos resíduos (chorume), evitando a sua infiltração no local e o livre escoamento para os corpos receptores (riacho, rios etc.)	Não possui dispositivos para drenagem interna, possibilitando maior infiltração do chorume na sua base ou o escoamento superficial sem qualquer controle
Cobertura	É feita diariamente com camada de solo, impedindo que o vento carregue o lixo e afastando vetores de doenças, reduzindo a produção de chorume	A exposição do lixo permite a emissão de fortes odores, o espalhamento de lixo leve, além de atrair vetores de doenças (ratos, urubus, moscas etc.)
Acessibilidade	Acesso restrito às pessoas devidamente identificadas. O aterro deve ser bem cercado para impedir invasões	Além dos catadores de materiais recicláveis adentram nos lixões os animais por falta de cercamento e fiscalização
Impacto visual	É amenizado com a construção de um "cinturão verde" com espécies nativas da região que ainda serve de abrigo para predadores de alguns dos vetores	Visual impactado, área degradada e desagradável aos nossos olhos

Fonte: CONDER (2005).

Para execução, de um aterro, devem ser considerados alguns critérios no projeto e na operação desse aterro, como a localização (condições topográficas, hidrogeológicas e geotécnicas); sistema de monitoramento de águas subterrâneas; sistema de drenagem com queima de gases; sistema de tratamento do lixiviado; recobrimento interno com argila compactada e/ou geomembranas; plano de fechamento; etc. (MARRA 2016), evitando assim causar maior degradação ao meio ambiente.

Em 2014 encerrou o primeiro prazo para o cumprimento da Lei 12305/2010 (PNRS), cujas metas estabelecem que os municípios acabem com os lixões, além de investir em cooperativas de catadores e em parcerias para aumentar a coleta seletiva e a destinação adequada do lixo não reciclável (SAMPAIO et al, 2014) através de um Plano Municipal de Gestão de Resíduos. Em 2019, este prazo foi prorrogado novamente, e as cidades que têm entre 50 mil e 100 mil habitantes terão até 2023 para se adequar.

De acordo Silveira (2016) uma das alegações para se estender tanto os prazos foi o fato de que a maior parte dos municípios não conseguiu e não conseguiria cumprir a determinação legal, por falta de quadros técnicos e gerenciais qualificados, bem como de insuficiência de recursos financeiros, principalmente os municípios de pequeno porte.

2.4. Os municípios e a gestão dos RSU

O federalismo brasileiro foi adotado no final do século XIX, pactuada pelas distintas áreas do seu território. Em 1988 o federalismo trino foi adotado, com os municípios tendo estatuto igual ao dos governos regionais (Estados) e central (União). Atualmente, o Brasil conta com 5.565 municípios, 26 Estados e o Distrito Federal, indicando a complexidade da arquitetura institucional dessas relações.

O arranjo institucional previsto para lidar com as questões ambientais é o SISNAMA, instituído pela Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA). O órgão central é representado pelo Ministério do Meio Ambiente; em seguida as entidades estaduais, e por fim, os órgãos locais ou entidades municipais. Ao envolver-se no tema ambiental e enfrentar todos os conflitos oriundos deste, o município precisa preparar-se, capacitar-se, pois serão responsáveis pelo controle e fiscalização das atividades nas suas respectivas jurisdições.

Assim, a administração pública municipal tem a responsabilidade de gerenciar os resíduos sólidos, desde a sua coleta até a sua disposição final, que deve ser ambientalmente segura. Os resíduos produzidos e não coletados, ou dispostos de forma adequada, são potenciais vetores de contaminação do ambiente. Além de gerenciar adequadamente os próprios resíduos, o poder público deve disciplinar o fluxo dos resíduos no município

Dessa forma é preciso ter um arranjo institucional local bem fortalecido, denominado SISMUMA. Este, é o conjunto de órgãos e entidades do município que são responsáveis pela preservação, conservação, proteção, defesa, melhoria, recuperação e controle do meio ambiente e uso adequado dos recursos ambientais do Município (ÁVILA; MALHEIROS, 2012).

O SISMUMA deve ser composto por normas e órgãos ambientais municipais, como um Conselho e um Fundo Municipal de Meio Ambiente, Plano Diretor, Zoneamento Ambiental,

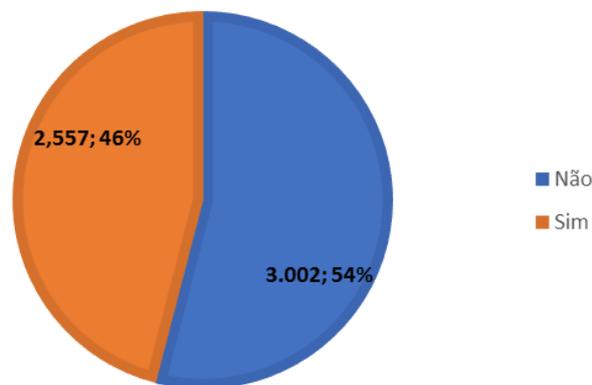
Código de Posturas, Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo, Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos etc. Esse conjunto de instrumentos é essencial na boa gestão dos RSU.

Os PMGIRS, devem abranger todo o gerenciamento dos resíduos, desde a geração até a disposição final ambientalmente adequada, passando pela responsabilização do setor público, titular ou concessionária que preste o serviço, do consumidor, do cidadão e do setor privado na adoção de soluções que minimizem ou ponham fim aos efeitos negativos para a saúde pública e para o meio ambiente em cada fase do “ciclo de vida” dos produtos (BRASIL, 2010a).

A elaboração do PMGIRS é condição para o Distrito Federal e os Municípios terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade (BRASIL, 2010a).

Contudo, pouco mais da metade dos municípios do país, 54%, tinham elaborado o documento em 2017, conforme Figura 5 demonstra a seguir.

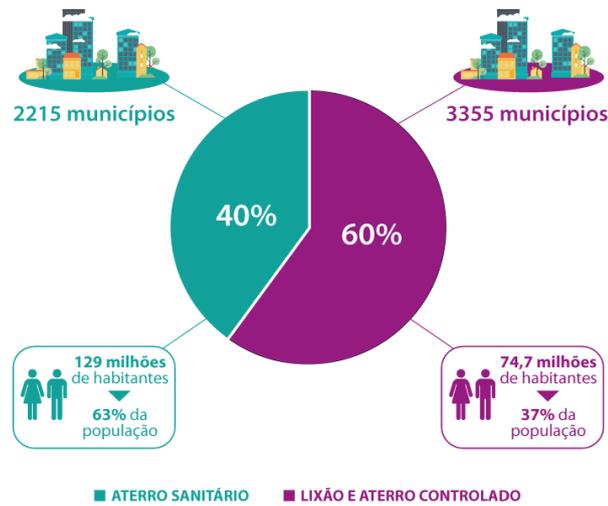
Figura 5 – Quantidade e percentual de Municípios que possuem o PGRIS



Fonte: IBGE (2018)

Esta situação agrava na medida em que se discute a destinação final destes RSU. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2015), apenas 40% dos municípios contam com aterros sanitários como forma de destinação final de seus resíduos, de acordo a Figura 6.

Figura 6 – Principais formas de disposição final de RSU no Brasil



Fonte: BRASIL, 2016

E a perspectiva não é animadora. Conforme ABETRE e FGV (2009), o preço médio de equilíbrio que assegure a viabilidade do empreendimento da instalação de um aterro sanitário, com retorno mínimo para o acionista, é superior a 50 milhões de reais. Todos os custos foram computados assumindo-se conformidade com os padrões e normas oficiais de funcionamento de aterros sanitários. Os investimentos em aterros sanitários podem ser divididos em cinco etapas: pré-implantação, implantação, operação, encerramento e pós-operação, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Custo total de um aterro sanitário

Etapa	Custo		Tipo	
	Duração	Médio porte	Pequeno porte	
Implantação	1 a 2 anos	11,5 mi	3,3 mi	
Operação	3 a 22 anos	206,5 mi	45,5 mi	
Encerramento	23 a 42 anos	18,5 mi	3,7 mi	
Total		236,5 mi	52,5 mi	

Fonte: Adaptada ABETRE e FGV, 2009.

Além disso, a partir destes resultados, a ABETRE e FGV perceberam que a viabilidade de um aterro de pequeno porte, em todas as suas etapas, fica bastante comprometida dado o nível de receita com o qual é necessário operar para obtenção da taxa de retorno. Assim, o *payback* de um aterro de pequeno ultrapassa os 22 anos, o que compreende mais de 5

gestões/mandatos municipais. Esse fato atua como um desestímulo à sua implantação já que o retorno é a longo prazo.

Um estudo realizado pela ABRELPE (2015), sob o título “Estimativa dos Custos para Viabilizar a Universalização da Destinação Adequada de Resíduos Sólidos no Brasil”, foi identificado o volume de recursos requeridos para, supostamente, garantir o desenvolvimento de um sistema de gestão de resíduos, tal como previsto pela PNRS, com atendimento das metas publicadas no Plano Nacional de Resíduos Sólidos, requer investimentos em infraestrutura da ordem de R\$ 11,6 bilhões até 2031 e cerca de R\$ 15 bilhões por ano para operação plena dos sistemas que deverão ser implementados. A partir disso, o Ministério das Cidades (BRASIL, 2016) estimou que custo médio por tonelada (coleta e limpeza pública) é de R\$ 142,53 por tonelada.

Muitos municípios de pequeno porte não possuem recursos financeiros para estes e outros serviços de natureza mais complexa, o que os coloca, em situação de dependência em relação a União ou ao Estado.

Apesar disso, Godoy (2013) também afirma que os municípios que alegam dificuldades em obter recursos econômicos são considerados uma meia verdade, pois, existem muitas modalidades de conseguir o necessário para investir na área dos resíduos sólidos, como agências de financiamento internacionais e órgãos públicos federais.

Uma outra saída são os consórcios públicos intermunicipais para a gestão dos resíduos, solução a ser priorizada, conforme proposto no Art. 18 da PNRS. Matos e Dias (2011) afirmam que os consórcios surgem como uma estrutura técnica capaz de demandar mais eficientemente os recursos, bem como de possibilitar a ampliação da capacidade política dos municípios a eles vinculados.

De acordo Ferreira e Jucá (2017), os consórcios têm sido vistos como uma alternativa no campo da gestão integrada de resíduos sólidos urbanos, otimizando recursos e tratamento dos resíduos, viabilizando a gestão dos RSU para todos.

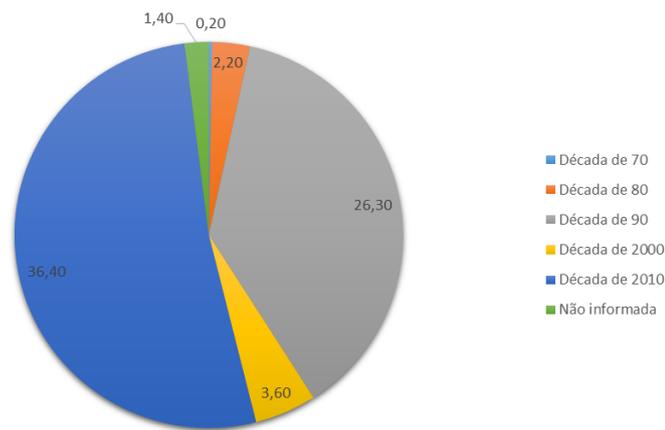
2.5.Consórcios públicos intermunicipais

A Constituição Federal faz referência direta à cooperação entre os entes federativos, em seu art. 25, parágrafo terceiro diz que:

“Os Estados poderão, mediante lei complementar, instituir regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões, constituídas por agrupamentos de municípios limítrofes, para integrar a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum” (BRASIL, 1988).

A Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, é a lei que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências. Um consórcio público nada mais é que uma pessoa jurídica formada exclusivamente por entes federados (União, Estados, Distrito Federal e/ou Municípios) com a finalidade de realização de objetivos de interesse comum. A partir da Lei, o número de consórcios cresceu muito, conforme mostra Figura 7.

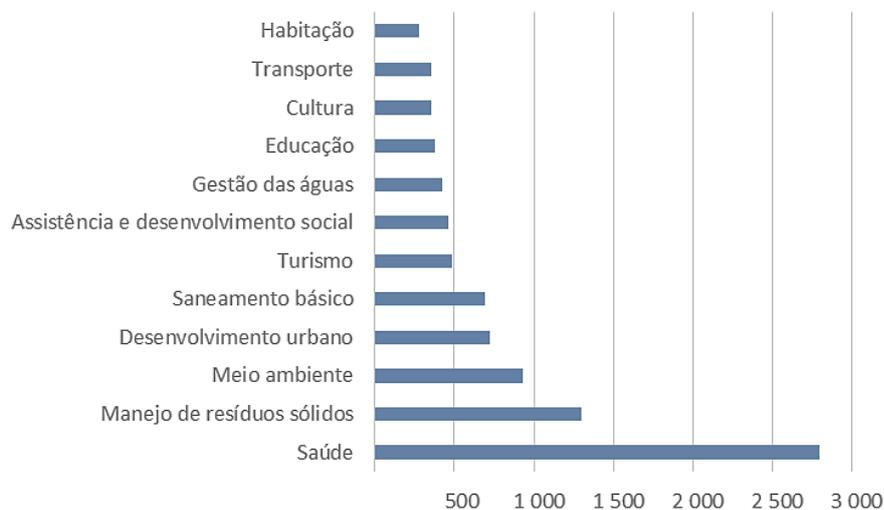
Figura 7 – Percentual de consórcios constituídos por década



Fonte: CNM (2018)

Um levantamento realizado pela Confederação Nacional de Municípios (CNM, 2018) identificou 491 consórcios públicos em todo o Brasil. Do total de 5.568 municípios, mais de 4 mil participam de pelo menos um consórcio público. Dentre estes, 1094 participavam de Consórcio Intermunicipal na área de meio ambiente, conforme mostra a Figura 8 a seguir.

Figura 8 - Número de Municípios consorciados por tipo de consórcio



Fonte: CNM (2018)

O Decreto 6.017/07, regulamenta a Lei no 11.107, de 6 de abril de 2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos, vem trazer maior segurança jurídica aos consórcios públicos.

A gestão financeira do consórcio deve possuir um orçamento anual, e cada um dos entes consorciados somente entregará recursos financeiros ao consórcio público mediante contrato de rateio e aprovação Assembleia Geral, podendo haver também um plano plurianual de investimentos (BRASIL, 2007).

Os consórcios públicos podem se constituir a partir de necessidades em comum entre os entes federados como por exemplo: saúde, turismo, ações de saneamento básico, gerenciamento de recursos hídricos, de habitação e até gerenciamento dos resíduos.

O art. 3º do Decreto nº 6.017/2007 traz alguns dos objetivos dos consórcios públicos:

Art. 3º Observados os limites constitucionais e legais, os objetivos dos consórcios públicos serão determinados pelos entes que se consorciarem, admitindo-se, entre outros, os seguintes:

I - a gestão associada de serviços públicos;

II - a prestação de serviços, inclusive de assistência técnica, a execução de obras e o fornecimento de bens à administração direta ou indireta dos entes consorciados;

III - o compartilhamento ou o uso em comum de instrumentos e equipamentos, inclusive de gestão, de manutenção, de informática, de pessoal técnico e de procedimentos de licitação e de admissão de pessoal;

IV - a produção de informações ou de estudos técnicos;

V - a instituição e o funcionamento de escolas de governo ou de estabelecimentos congêneres;

VI - a promoção do uso racional dos recursos naturais e a proteção do meio-ambiente;

VII - o exercício de funções no sistema de gerenciamento de recursos hídricos que lhe tenham sido delegadas ou autorizadas;

VIII - o apoio e o fomento do intercâmbio de experiências e de informações entre os entes consorciados;

IX - a gestão e a proteção de patrimônio urbanístico, paisagístico ou turístico comum;

X - o planejamento, a gestão e a administração dos serviços e recursos da previdência social dos servidores de qualquer dos entes da Federação que integram o consórcio, vedado que os recursos arrecadados em um ente federativo sejam utilizados no pagamento de benefícios de segurados de outro ente, de forma a atender o disposto no art. 1º, inciso V, da Lei no 9.717, de 1998;

XI - o fornecimento de assistência técnica, extensão, treinamento, pesquisa e desenvolvimento urbano, rural e agrário;

XII - as ações e políticas de desenvolvimento urbano, socioeconômico local e regional; e

XIII - o exercício de competências pertencentes aos entes da Federação nos termos de autorização ou delegação.

§ 1º Os consórcios públicos poderão ter um ou mais objetivos e os entes consorciados poderão se consorciar em relação a todos ou apenas a parcela deles.

§ 2º Os consórcios públicos, ou entidade a ele vinculada, poderão desenvolver as ações e os serviços de saúde, obedecidos os princípios, diretrizes e normas que regulam o Sistema Único de Saúde - SUS.

A PNRS incentiva a formação de consórcios intermunicipais ao enfatizar em seu artigo 45 que: “os consórcios públicos constituídos, nos termos da Lei nº 11.107, de 2005, com o objetivo de viabilizar a descentralização e a prestação de serviços públicos que envolvam

resíduos sólidos, tem prioridade na obtenção dos incentivos instituídos pelo Governo Federal” (BRASIL, 2010a).

Com isso, os CP ganham um instrumento jurídico com potencial de instrumentalizar a ofertar serviços públicos sob a responsabilidade dos municípios, além de fortalecer as lideranças locais ao trabalhar colaborativa. Entretanto, segundo Silveira (2016) muitos consórcios intermunicipais perderam a oportunidades de ter preferência na busca por recursos financeiros, uma vez que a União induziu a formação de consórcios públicos através das políticas públicas setoriais de saneamento, habitação, planejamento urbano, etc., privilegiando a distribuição de recursos para os municípios integrantes de consórcios públicos, a fim de beneficiar um número maior de habitantes.

2.5.1. Consórcios de manejo de resíduos sólidos

Apesar de ser uma opção, a gestão intermunicipal ainda encontra algumas dificuldades. Problemas e obstáculos ao melhor andamento das formas de consorciamento são descritos por Abrucio et al (2013), como mudanças políticas eleitorais, engessamento do Direito Administrativo brasileiro, comportamento individualista de municípios e ausência de estímulos federativos.

Não obstante, o número de consórcios cresceu nos últimos anos. Ainda segundo Abrucio et al (2013), alguns fatores, normalmente associados entre si, ajudam a explicar o surgimento dos consórcios no país, como a constituição de lideranças políticas regionais, apoio e indução do governo estadual ou federal, produção da consciência territorial, identidades territoriais prévias e mecanismos de indução financeira. Esta última têm sido um grande impulsionador no consorciamento com o objetivo de gerenciar os resíduos sólidos, uma vez que o governo federal dá prioridade de recursos a municípios que atuarem sob regime de Consórcio Público.

O custo operacional do processo de coleta, destinação e tratamento de resíduos sólidos é alto, e exige pessoal técnico especializado, o que grande parte dos municípios brasileiros não dispõe. De acordo com o PNUD (2010) a construção em conjunto de um aterro sanitário de maiores proporções por um Consórcio Público contribui para garantir a viabilidade financeira do Projeto. Com o aterro compartilhado, os municípios podem atingir o mínimo de toneladas/dia e a altura de aterramento, dividir os custos operacionais e financeiros e contribuir regionalmente com os benefícios ambientais, sociais e econômicos devido a uma escala maior da população (PNUD, 2010).

CAPÍTULO II - O CDS ALTO SERTÃO E A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Este capítulo tem como objetivo caracterizar os municípios que compõe o CDS Alto Sertão, apresentando brevemente os indicadores socioeconômicos, o SISMUMA e o gerenciamento dos resíduos apresentando informações sobre os custos dos processos atuais, quantitativo coletado, forma de disposição final etc. Estes dados estão disponíveis no SNIS.

3.1. Caracterização do local de estudo

3.1.1. Localização

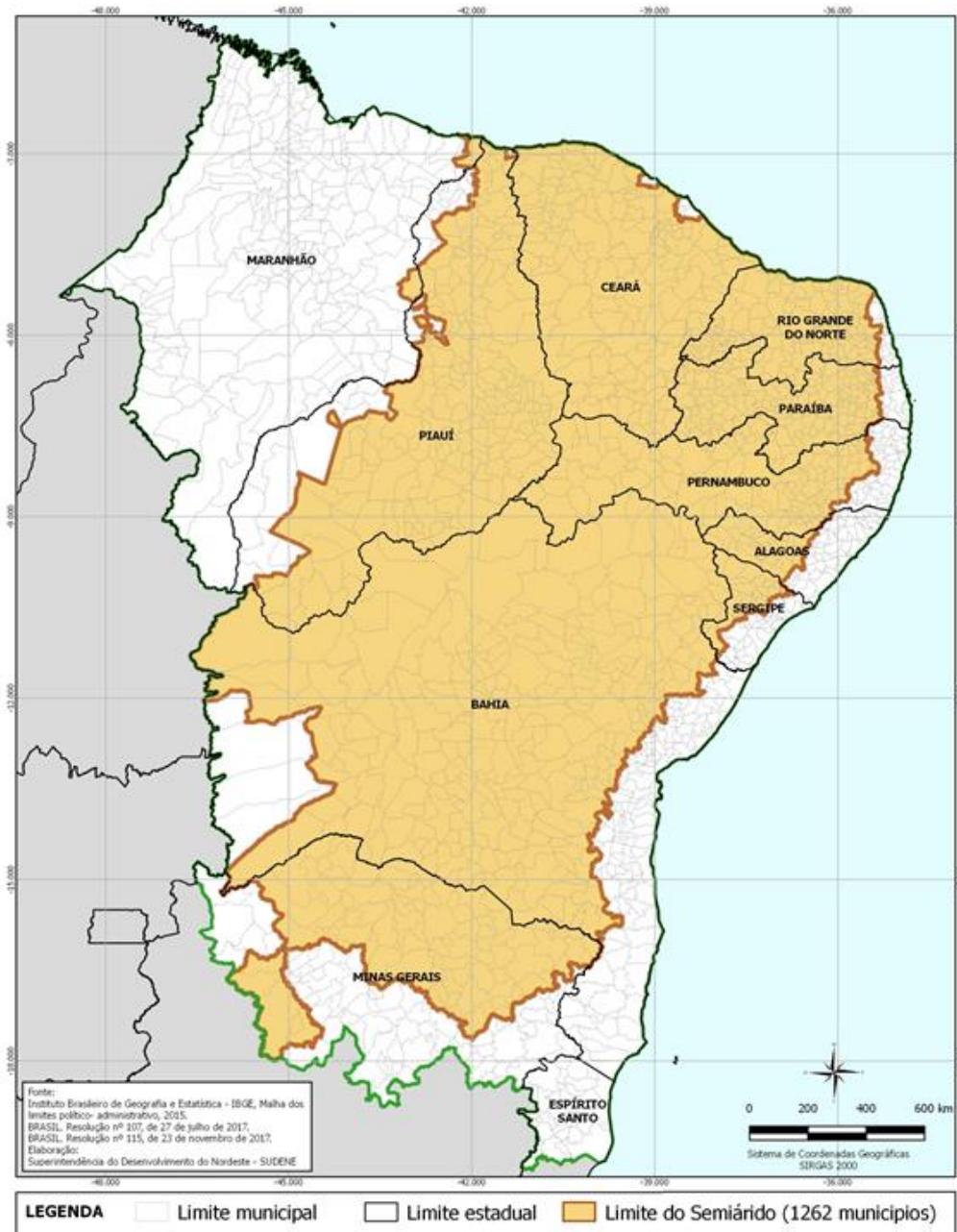
O CDS Alto Sertão está localizado na Região Semiárida do Estado da Bahia, mais precisamente na mesorregião do centro sul baiano. A definição de Semiárido, de acordo a SUDENE. (BRASIL, 2017), é uma unidade político-administrativa que possui como característica comum as condições climáticas dominantes de semiaridez, como:

- Precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm;
- Índice de Aridez de Thornthwaite¹ igual ou inferior a 0,50;
- Percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano.

Segunda a SUDENE (BRASIL, 2017), a região semiárida (Figura 9) abrange cerca de 12% do território nacional (1,03 milhão de km²) e abrange 1.262 municípios brasileiros, considerando a delimitação atual divulgada em 2017, a Resolução 115, de 23 de novembro de 2017, da Sudene. Aproximadamente 27 milhões de brasileiros/as (12% da população brasileira) vivem na região, segundo informação divulgada pelo Ministério da Integração Nacional (BRASIL, 2017).

¹ Calcula a diferença entre a quantidade de chuva e a perda de água do sistema, ou seja, a evapotranspiração (LOPES e LEAL, 2010).

Figura 9 - Delimitação do Semiárido Brasileiro



Fonte: SUDENE, 2017

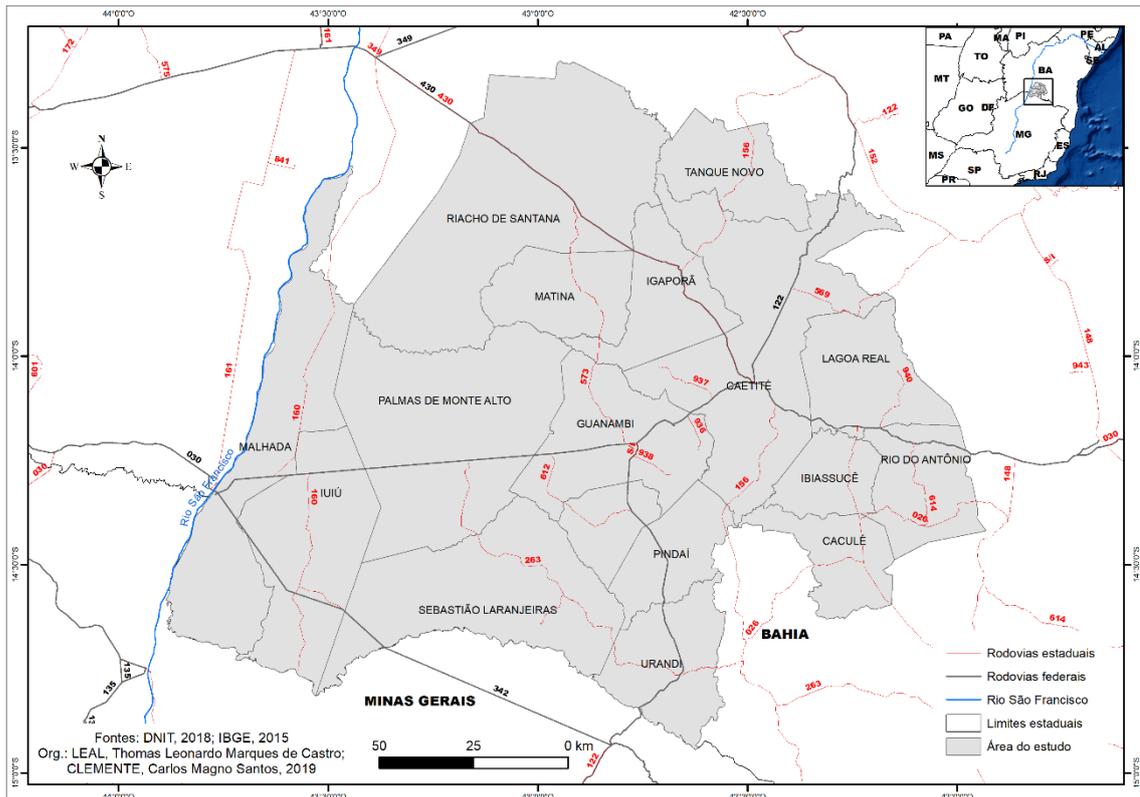
Em grande parte do semiárido encontra-se o bioma da Caatinga que é uma região ecológica no interior nordestino e que abrange 912,529 km². O termo "Caatinga" refere-se principalmente a uma floresta tropical sazonalmente seca (SILVA et al, 2017).

3.1.2. O CDS Alto Sertão

Após a Lei 11.107/2005, o número de consórcios em todo o Brasil começou a crescer. Como a elaboração do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos é condição para

os municípios terem acesso a recursos da União, a formação do consórcio com a finalidade soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos tornou-se uma opção tangível e viável. Seguindo esta tendência, foi formado o CDS Alto Sertão, que hoje é constituído de 17 municípios, conforme mostra a Figura 10.

Figura 10- Municípios que compõem o CDS Alto Sertão



Fonte: BAHIA, 2017

O CDS Alto Sertão foi criado através da Lei nº 713, de 22 de março de 2013 que Ratifica Protocolo de Intenções para a constituição do Consórcio. Na época, foram subscritores do protocolo de intenções 25 municípios, contudo somente 13 chegaram a constituir-lo, ingressando mais três em 2017.

Esse Consórcio é caracterizado como uma Autarquia Interfederativa, do tipo associação pública, e está inscrito no CNPJ sob o nº 18.635.734/0001-02, multifinalitário, sendo que, dentre os seus objetivos encontram-se as diversas demandas regionais de interesse público. A cláusula 8º da Lei 713/2013 detalha as finalidades, entre elas:

“II - a gestão associada de serviços públicos de saneamento básico, de transporte urbano ou intermunicipal, construção e manutenção de estradas, abatedouros e frigoríficos; [...]

VIII – o apoio: d) à gestão da política ambiental, inclusive subsidiando a emissão de licenças e a fiscalização;

Já a cláusula 9º detalha as atribuições, dando atenção especialmente ao item XVII que dispõe sobre a realização de “estudos técnicos para informar o licenciamento ambiental e urbanístico por consorciado”.

3.2. Metodologia para avaliação do gerenciamento dos RSU

O gerenciamento de RSU é importante indicador de condições ambientais e de qualidade de vida da população de uma região. No intuito de caracterizar esses indicadores, é importante conhecer um pouco da realidade sociodemográfica e ambiental dos municípios que compõe o estudo.

Para realização deste diagnóstico, os dados foram coletados de duas fontes:

- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, entre os anos de 2014 e 2017
- Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos - SINIR, um dos Instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) instituída pela Lei nº. 12.305, trazendo informações complementares ao SNIS.

Uma outra fonte foi um questionário (Apêndice A) elaborado pelo autor e respondido pelos representantes da pasta ambiental no município. Quando muito discrepantes, as informações foram confrontadas com outros dados e verificadas com o representante supracitado dos municípios em questão.

De acordo o IBGE (2018), os municípios estudados possuem um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e uma população conforme mostra o Quadro 2.

Quadro 2 - Índice de Desenvolvimento Humano dos municípios

Município	População Total	População Urbana	IDH
Caculé	23.045	13.309	0,637
Caetité	50.861	28.447	0,625
Candiba	14.268	7.725	0,591
Guanambi	84.014	62.565	0,673
Ibiassucê	13.584	4.706	0,611
Igaporã	15.630	7.864	0,614
Iuiú	10.969	5.284	0,591
Lagoa Real	15.555	2.808	0,545
Malhada	16.830	6.073	0,562
Matina	12.116	3.473	0,572
Palmas de Monte Alto	21.703	9.832	0,586
Pindaí	16.234	4.319	0,603
Rio do Antônio	15.084	5.993	0,576
Riacho de Santana	35.240	13.091	0,615
Sebastião Laranjeiras	11.351	4.804	0,615
Tanque Novo	17.285	7.317	0,599
Urandi	16.651	5.939	0,598

Fonte: IBGE (2010)

Em 1995, após a publicação da Política Nacional de Saneamento, os municípios passaram a preencher o SNIS, sistema esse que compõe os instrumentos da política de saneamento. Estes dados são importantes indicadores da situação das componentes do saneamento básico no Brasil - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais.

Todos os municípios devem preencher os dados do SNIS, que possui uma defasagem de dois anos, ou seja, em 2019 estão disponíveis os dados de 2017. Ao realizar uma pesquisa na Série Histórica do SNIS sobre as últimas informações disponíveis de cada município do consórcio, verificou-se que alguns municípios nunca preencheram e outros não atualizam desde 2009, conforme mostra o Quadro 3.

Quadro 3 - Último ano que o município preencheu o SNIS

Município	Ano	Município	Ano
Caculé	2009	Matina	2017
Caetité	2017	Palmas de Monte Alto	2017
Candiba	2017	Pindaí	2015
Guanambi	2016	Riacho de Santana	2016
Ibiassucê	2009	Rio do Antônio	-
Igaporã	2011	Sebastião Laranjeiras	2017
Iuiú	2017	Tanque Novo	-
Lagoa Real	2017	Urandi	2017
Malhada	-		

Fonte: SNIS (2019)

O não preenchimento ou o preenchimento incorreto dos dados no SNIS é um fator importante a ser observado. Os dados são essenciais para o planejamento das políticas públicas voltadas para a área. A ausência de dados mascara a necessidade de investimentos ou readequações das ações. Além disso, em conversa com o secretário executivo do CDS, o não preenchimento do SNIS torna o município inadimplente, o que pode comprometer no repasse de emendas parlamentares, empréstimos, projetos aprovados nas áreas das temáticas. A Fundação Nacional de Saúde - FUNASA (2017), estabelece como um dos critérios de priorização para aplicação dos recursos financeiros destinados à saneamento em cidades com até 50.000 mil habitantes o item “k) Municípios com dados atualizados no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento-SNIS”.

O SINIR (2019) mostrou que apenas 50,65% das cidades baianas preencheram as informações do SNIS. Devido ausência de dados e não atualização dos dados, os municípios de Caculé, Ibiassucê, Igaporã, Malhada, Rio do Antônio e Tanque Novo foram excluídos da análise. Dessa forma, para a discussão serão avaliados 11 municípios. Contudo, não haverá prejuízo para a análise pois, como pudemos verificar pelo Quadro 1, a realidade dos municípios é muito próxima, em termos de população e IDH.

O SNIS organiza em forma de tabela todas as informações fornecidas pelos municípios, que vão desde informações financeiras até dados sobre números de catadores e indicadores sobre os serviços prestados. Após análise dos dados disponíveis, foram selecionados alguns campos. A seleção das informações foi ao encontro do objetivo, avaliando apenas as informações pertinentes aos resíduos domiciliares. Cada conjunto de dados avaliados possui um campo, um código, referente ao item em questão.

Foram organizadas e avaliadas, sendo utilizados os campos disponíveis dos seguintes conjuntos de dados:

1. Informações gerais;
2. Informações financeiras;
3. Informações sobre coleta domiciliar e pública;
4. Informações sobre coleta seletiva e triagem;
5. Indicadores sobre despesas e trabalhadores;
6. Indicadores sobre coleta domiciliar e pública;
7. Indicadores sobre coleta seletiva e triagem;
8. Informações sobre política e plano municipal de saneamento básico.

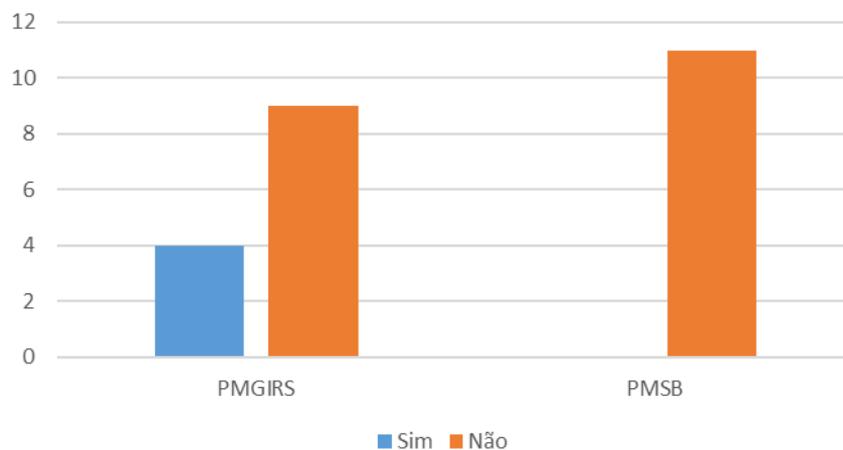
3.2.1. Política de Saneamento e Plano de Gestão de Resíduos

O primeiro ponto analisado foi a existência de uma Política Municipal de Saneamento Básico, do PMSB e de um PMGIRS (Campos PO001, PO028 e PO048).

A Política Municipal de Saneamento Básico é uma importante legislação, norteadora no que se observa os princípios de universalização, integralidade, igualdade, participação e controle social, titularidade municipal, gestão pública e articulação ou integração institucional, previstos na Lei nº. 11.445/2007.

De acordo com o SINIR (2019), apenas 37% das cidades estudadas elaboraram o PMGIRS e, segundo o SNIS (2019) nenhuma dela possui o PMSB.

Figura 11 - Municípios que elaboraram o PMGIRS e PMSB



Fonte: SNIS (2019) e SINIR (2019)

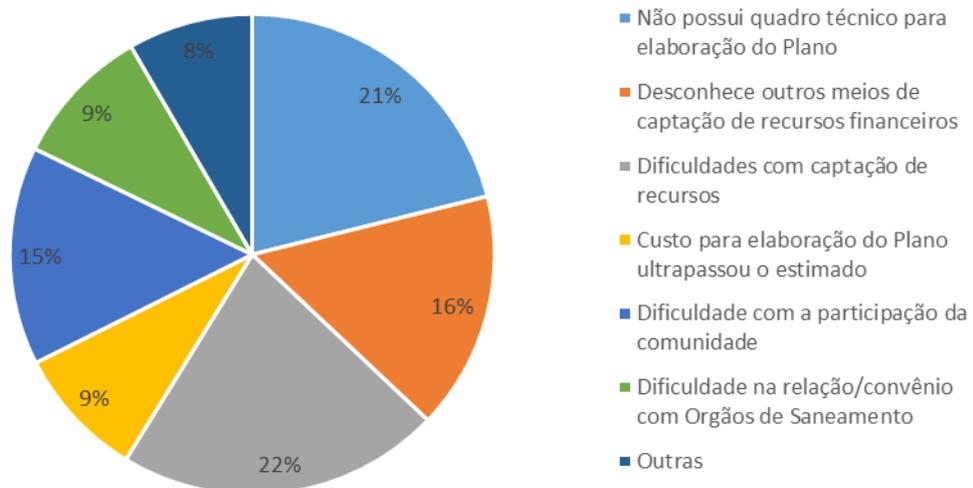
Os planos de resíduos sólidos devem abranger todo o gerenciamento dos resíduos, desde a geração até a disposição final ambientalmente adequada, passando pela responsabilização do setor público, titular ou concessionária que preste o serviço, do consumidor, do cidadão e do setor privado na adoção de soluções que minimizem ou ponham fim aos efeitos negativos para a saúde pública e para o meio ambiente em cada fase do “ciclo de vida” dos produtos (BRASIL, 2010a).

Um PMGIRS fornece informações necessárias para o bom planejamento das ações a serem tomadas na gestão adequada dos resíduos. Dados como a origem, o volume, caracterização dos resíduos, composição gravimétrica, sazonalidade de geração, tipos de resíduos gerados etc.; todos dados importantíssimos.

O PMSB engloba, até certo ponto, a problemática da disposição inadequada de resíduos sólidos, já que tal prática implica em prejuízos à saúde humana. Locais onde há acúmulo de resíduos sólidos domiciliares, sem nenhum controle, atraem vetores ou organismos transmissores de doenças.

A Confederação Nacional de Municípios (2016) realizou uma pesquisa com 75% dos municípios brasileiros sobre a gestão municipal dos resíduos, e um dos questionamentos versava sobre a elaboração do PMGRS; 43,8% estavam em processo de elaboração e 19,2% sequer haviam iniciado o processo. A Figura 12 ilustra a principais dificuldades dos municípios na elaboração do Plano.

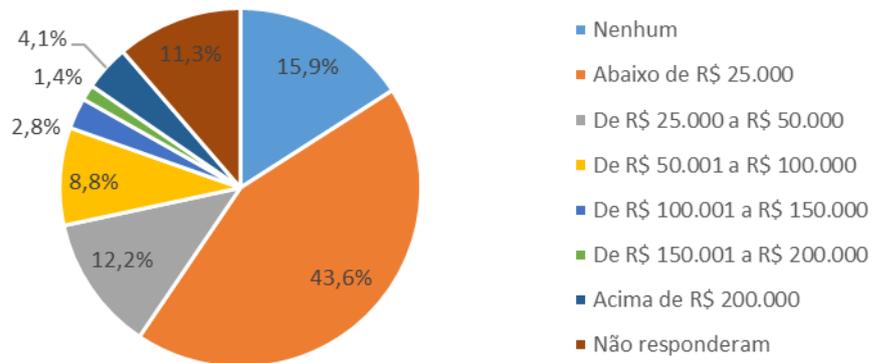
Figura 12- Principais dificuldades enfrentadas para a elaboração do Plano



Fonte: CNM (2016)

Dentre as dificuldades citadas, a que chama mais atenção foi a dificuldade de captação de recursos para elaboração do Plano, seja recurso federal, estadual ou qualquer outro fundo. A Confederação Nacional do Municípios (2016) perguntou às cidades que haviam finalizado o Plano (36,3%) quanto foi o custo total de elaboração do documento. A Figura 13 aponta o quantitativo gasto em média.

Figura 13- Custo total para elaboração do Plano



Fonte: CNM (2016)

Mais de 50% das prefeituras entrevistadas afirmaram gastar menos de R\$ 25.000 para elaboração do Plano; além disso 70% disseram ter utilizado recursos próprios para elaboração desse.

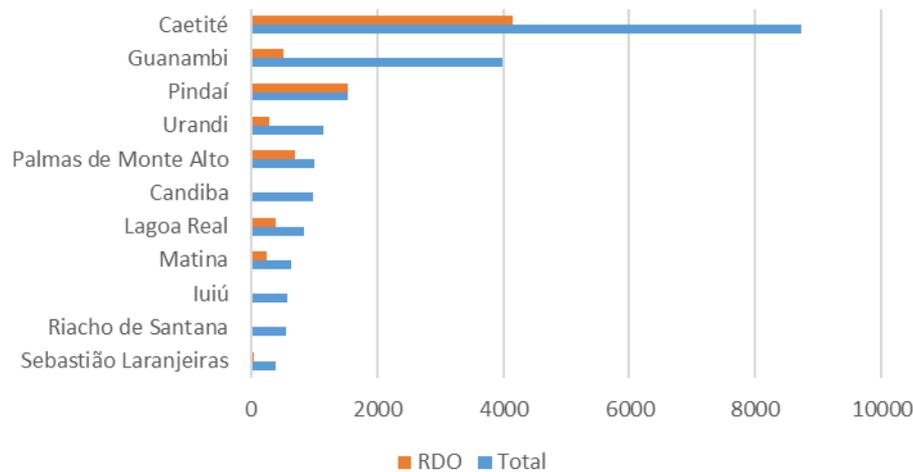
3.2.2. Custo com manejo de resíduos sólidos

A elaboração do PMGIRS é condição para o Distrito Federal e os Municípios terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade (BRASIL, 2010a).

Por não possuírem o PMGRIS, os municípios não tiveram acesso a recursos federais para aplicação no setor, segundo informações disponíveis no SNIS; todas as despesas com manejo de RSU são custeadas com as receitas municipais (Campo FN224). Para os municípios, a média da despesa total, todos os tipos de resíduos, foi de R\$ 1.849.989,75. A Figura 14 demonstra o quantitativo (Campo FN220) que cada um gastou com limpeza e manejo².

² limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico. Como também do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas (BRASIL, 2007).

Figura 14- Despesa total anual com serviços de manejo total de resíduos e de RDO



Fonte: SNIS (2019)

As cidades de Candiba, Iuiú, e Riacho de Santana não informaram o percentual gasto com resíduos domiciliares, informando apenas o total. Já a cidade de Pindaí forneceu dados de que todos os recursos vão apenas para o gerenciamento dos RDO. Quando questionado, o representante da secretaria de meio ambiente da cidade informou que no ano em questão, 2015, algumas informações foram preenchidas incorretamente pois o técnico da época não era da área e desconhecia tais informações.

Algumas entidades realizam estimativas do custo com os resíduos no Brasil e em suas regiões. A ABRELPE (2017) o valor total da despesa por habitante/mês na região Nordeste foi de R\$ 5,51. Já o Ministério das Cidades (BRASIL, 2016) estima um custo médio R\$ 80,52 por tonelada/ano para municípios com até 250.000 habitantes.

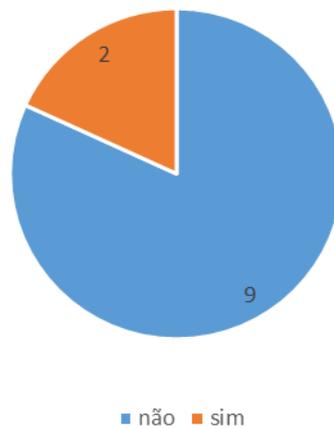
A partir da Figura 14 é possível verificar que a cidade de Caetité tem um custo com o manejo dos RSU muito superior do que Guanambi que possui uma população urbana maior. Ao ser questionado, o engenheiro ambiental que trabalha na Secretaria Municipal de Caetité respondeu que este valor é superestimado e não condiz com a realidade. De acordo o entrevistado, o total apresentado inclui o gasto da prefeitura com o funcionário da área ambiental que não estão ligados ao manejo de RSU. Ou seja, o valor apresentado não é condizente com a realidade.

A segunda vertente, pode estar ligado à terceirização dos serviços nos municípios. De acordo Felisaki e Stoffel (2014) o custo estimado com a execução do serviço de manejo dos resíduos domiciliares pelo poder público é superior ao custo gerado pela terceirização do serviço. Em seu estudo, os autores perceberam que o maior valor pago pela Administração Pública do município para a empresa terceirizada durante o período estudado, representa

aproximadamente 70% do valor anual que seria gasto para a execução direta do serviço pela prefeitura. Dados do SINIR, mostram que em 70,58% das cidades é a iniciativa privada que é agente executor da gestão dos resíduos municipais.

Dentro do conjunto de Informações Gerais, foi verificado qual cidade realiza terceirização dos serviços de coleta de resíduo domiciliar (Campo GE202). A terceirização tem impacto direto sobre o orçamento das cidades, como será mostrado a seguir. Apenas as cidades de Guanambi e Riacho de Santana realizam terceirização das atividades de manejo, conforme mostra a Figura 15 a seguir.

Figura 15- Número de municípios que terceiriza a atividade de manejo de resíduos



Fonte: SNIS (2019)

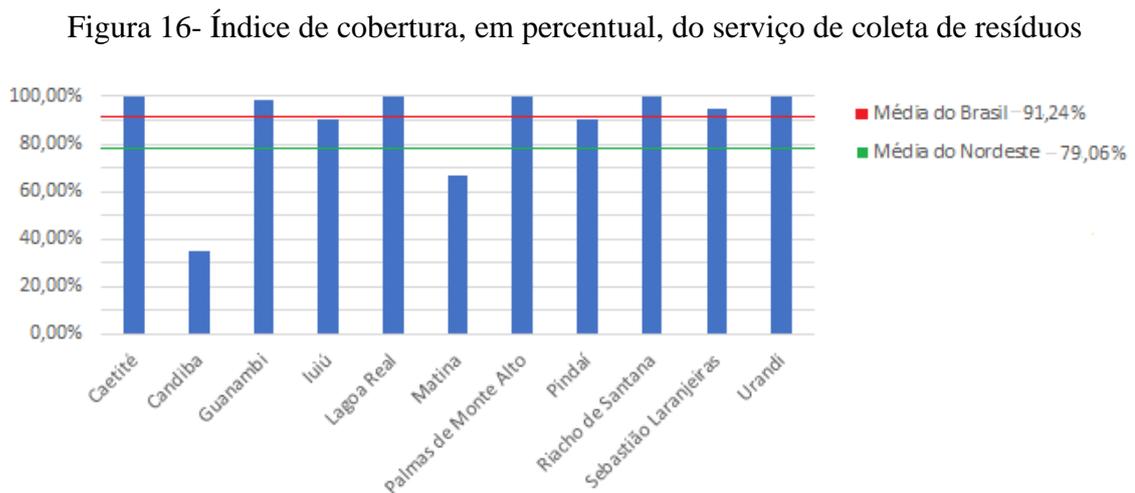
Como a estimativa das entidades mencionadas é realizada em uma perspectiva regional/nacional, não retrata necessariamente a realidade de municípios menores, como os aqui estudados. A preocupação destas estimativas trata-se das políticas públicas voltadas a estes municípios pois alguns dos locais mencionados gasta (Campo FN223) cerca de 8% do orçamento anual com o manejo de resíduos; valor considerável quando se estima sua arrecadação.

A quantidade de resíduos domiciliares e de varrição gerado pelos municípios diariamente é, em média, 1,21 kg/hab.dia (Campo IN021), com um total anual de 84,283 ton/ano de resíduos (Campo CO119) e nenhuma das prefeituras cobram pelos serviços de coleta regular, transporte e destinação final de RSU (Campo FN201).

3.2.3. Coleta e destinação final de resíduos domiciliares

Uma outra variável analisada foi a taxa de cobertura do serviço de coleta dos resíduos domiciliares da população urbana do município.

De acordo a ABRELPE (2017), a média da taxa de coleta na região Nordeste é de 79,06%, a menor do Brasil. Para os municípios analisados, a média encontra-se levemente elevada, 88,7%, conforme Figura 16.

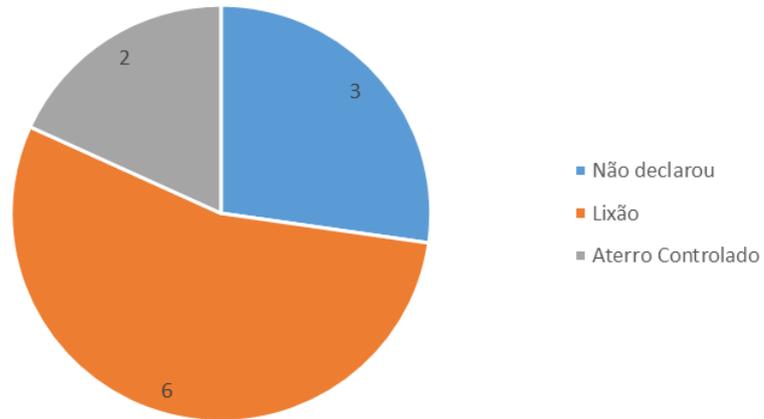


Fonte: SNIS (2019) e ABRELPE (2019)

Vale destacar ainda que a cidade de Candiba, por exemplo, realiza o serviço para menos de 50% população, estando bem abaixo das outras cidades. Em uma entrevista com o Secretário de Meio Ambiente buscou-se entender os motivos para tal índice. O entrevistado disse que os dados fornecidos estavam incorretos e que toda a população urbana é atendida pela coleta regular. O entrevistado levantou as possibilidades de que, por não haver coleta diariamente, este índice possa ter caído, ou de que a equipe do gestor anterior preencheu incorretamente.

Em se tratando da destinação final destes resíduos coletados, de acordo o SINIR (2019), os destinos mencionados pelas cidades foram lixão, aterro controlado ou não declararam. Os resultados estão organizados na Figura 17. Dentre as cidades que disseram possuir um aterro controlado como forma de destinação final foram Riacho de Santana e Urandi. As cidades que não declaram foram Caetité, Guanambi e Iuiú. Conforme afirmam Mancini et al (2012), aterro controlado é um nome pomposo dado a uma forma errônea de destinação final do ponto de vista ambiental e de saúde pública. Em uma visita realizada *in loco* aos locais de destinação final destas cidades, foi possível constatar que são todos lixões (Figura 18 e 19).

Figura 17- Formas de destinação final dos municípios



Fonte: SNIS (2019) e SINIR (2019)

Figura 18 - Catadores no lixão da cidade de Iuiú



Fonte: Arquivo pessoal (2018)

Figura 19 - Fotos do lixão do município de Guanambi.

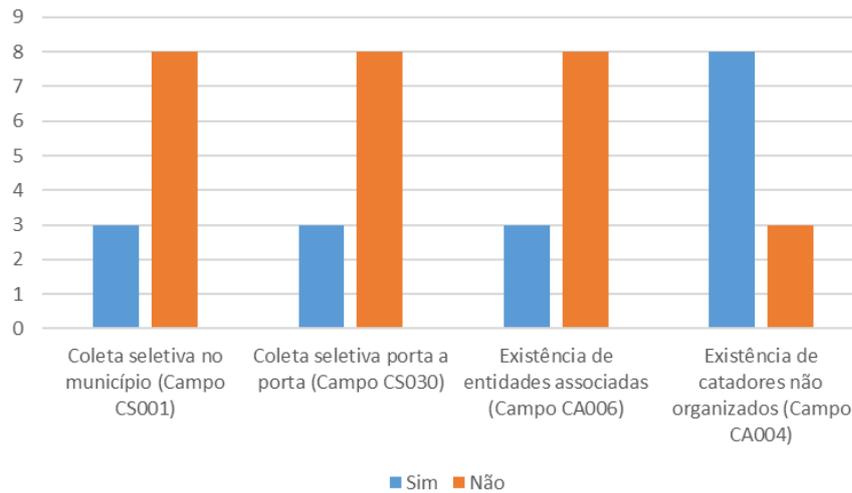


Fonte: Arquivo pessoal, 2018

3.2.4. Coleta Seletiva

Já em relação à coleta seletiva e aos catadores de materiais recicláveis, os dados disponíveis foram organizado e estão relacionados na Figura 20 abaixo.

Figura 20 - Dados sobre coleta seletiva nas cidades



Fonte: SNIS (2019)

A partir da análise dos dados é possível perceber que a maior parte dos municípios possui catadores não organizados, na informalidade. Ainda pelos dados disponível, nota-se que a coleta seletiva acontece em menos de 30% das cidades analisadas. Essas duas variáveis em conjunto mostram que a maioria dos catadores realizam a coleta sem as devidas orientações/condições, muitas vezes coletando o material do local de disposição final, o lixão.

Mesmo representando um elo fundamental da cadeia de reciclagem brasileira, estes encontram-se expostos a condições de trabalho insalubres, associado a uma exclusão social em um entorno social hostil (MEDINA, 2007).

Esta condição de informalidade faz com este catador esteja à mercê de atravessadores, um intermediário, que compra o material dos catadores para revender às grandes indústrias de reciclagem. Por não estarem organizados, os catadores não conseguem uma quantidade mínima que compense o transporte e, por consequência, não conseguem vender o material. De acordo com o SINIR (2019), recupera-se apenas 1,89% dos recicláveis (Campo IN031) em relação à quantidade de resíduos no Estado.

Apesar da PNRS trazer em seus objetivos que, Art. 7º inciso XII, que “integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade

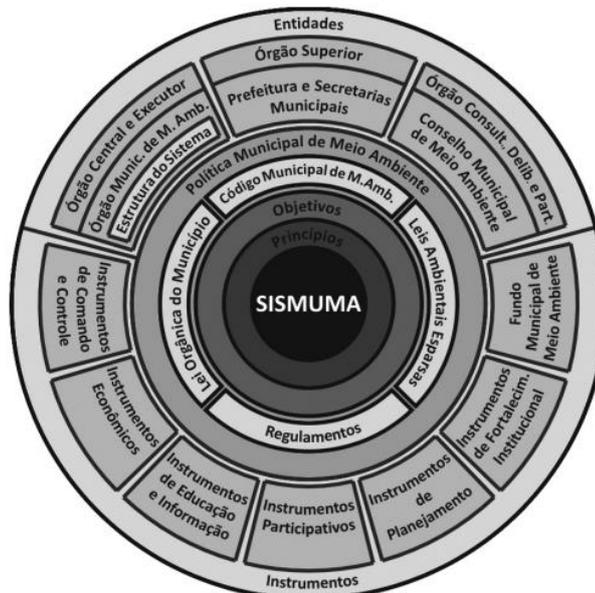
compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos”, os catadores são tidos pela sociedade, e mesmo pelos próprios catadores, como destituído de importância (SEVERI, 2014).

Dentre as principais contribuições dos catadores na mitigação de impactos ambientais, De Paula e Souza-Pinto (2010) destacam o aumento da vida útil dos aterros sanitários, a diminuição da poluição decorrente da disposição incorreta desses resíduos, a redução da extração de matéria-prima virgem, decorrente da integração do material reciclado como matéria-prima secundária na cadeia produtiva. Além disso, quando se consideram os índices de reciclagem do país, estima-se que a atividade tem sido capaz de gerar benefícios econômicos ambientais entre R\$ 1,4 bilhão e R\$ 3,3 bilhões anuais (SEVERI, 2014).

3.2.5. Sistema municipal de meio ambiente

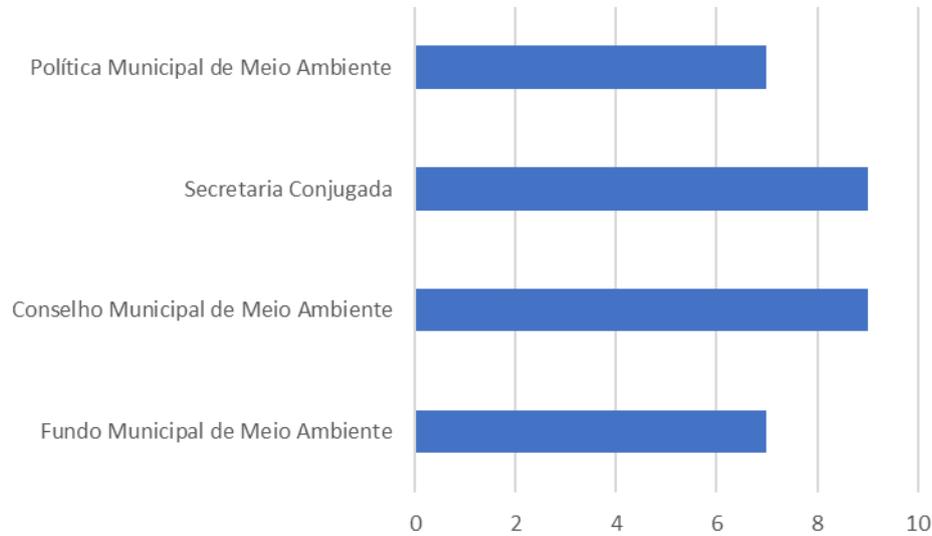
A outra parte dos dados coletados, dados primários, buscou delinear o SISMUMA (Figura 21), descrevendo a situação do licenciamento nos municípios, a legislação municipal e termos de ajustamento de conduta já assinados. Esse Sistema é importante pois é partir dele que se estabelece ferramentas de controle do uso adequado dos recursos ambientais do Município. A Figura 22 em seguida representar a atual estrutura ambiental das cidades estudadas.

Figura 21 - Representação gráfica do SISMUMA



Fonte: Ávila e Malheiros (2012)

Figura 22 - Caracterização do SISMUMA dos municípios do CDS

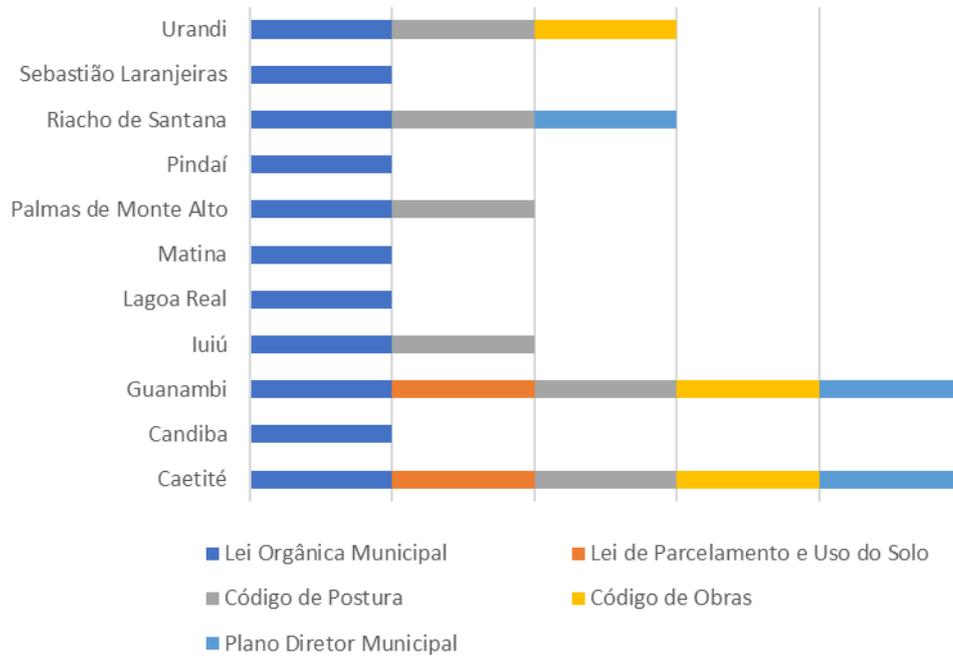


Fonte: Autoria própria

Na área ambiental, cabe aos municípios suplementar as legislações das demais esferas, federal e estadual, e legislar sobre os interesses locais. Assim, a política municipal de meio ambiente é um conjunto de legislação que podem apresentar diferentes formatos, não excludentes, como lei orgânica municipal, plano diretor urbano, código municipal de meio ambiente, entre outros. O IBGE (2014) verificou que 65,5% dos 5.570 municípios brasileiros apresenta algum tipo de legislação ambiental, mas que esse número é menor entre as cidades com menos 20.000 mil habitantes, chegando a 64,9%.

Dentre os municípios estudados, é possível perceber que a realidade é muito próxima da que foi relatada. Apenas 63,3% possuem legislações voltadas ao meio ambiente. A ausência de legislação específica enfraquece ações as do poder público municipal na preservação, conservação, defesa, melhoria, recuperação e controle do meio ambiente. De acordo Ávila e Malheiros (2012), a estruturação de uma Política Municipal de Meio Ambiente não passa apenas pela criação de novas normas ambientais, mas também pela necessidade de atualização/revisão das políticas urbanas municipais, como Plano Diretor, da Lei de Uso e Ocupação do Solo, do Código de Obras, de Postura, tributário etc. O gráfico abaixo, Figura 23, mostra quais legislações municipais contemplam a área ambiental em seu texto.

Figura 23 - Legislação dos municípios que contempla o tema meio ambiente



Fonte: Autoria própria

Todas as cidades possuem pelo menos um artigo em sua Lei Orgânica que trate sobre o meio ambiente. Mas, nem todas possuem pena para infratores em seu código de posturas. Somente três cidades possuem Plano Diretor Urbano, mas só estas cidades que possuem mais de 20.000 habitantes e são obrigadas a ter. A Lei de Parcelamento e Uso do Solo tem por objetivo buscar o adequado ordenamento territorial, estabelecendo política de controle e fiscalização da ocupação de áreas e somente duas cidades possuem tal legislação. Já o código de obras é uma legislação complementar que estabelece exigências para execução de novas obras na cidade, exigindo, muitas vezes, um estudo de impacto ambiental e estudo de impacto de vizinhança.

Uma das principais entidades que compõe o SISMUMA e vem complementar a política municipal, é o conselho municipal de meio ambiente. Este órgão possui caráter deliberativo, normativo ou consultivo, estabelecido pelo SISNAMA, Lei 6.938/1981, art. 6º, que age em âmbito local. É uma importante ferramenta de participação, contando com representações de diversas esferas, como entidades da indústria, do comércio, de serviços, da agricultura, universidade, instituições de pesquisa e sociedade civil organizada; é um espaço de participação social e mediação de conflitos. A participação da sociedade local nestes conselhos permite identificar as demandas e problemas emergentes enfrentados, levando-as diretamente ao poder público. De acordo com Brasil (2005), esse canal de participação obrigara o Estado a negociar

suas propostas com outros grupos sociais, dificultando a atual confusão entre interesse público e interesses de grupos específicos.

Segundo IBGE (2014), aproximadamente 68% das cidades brasileiras possuem conselhos implementados. Em relação à região estudada, apenas duas cidades não possuem conselho municipal. De acordo Phillip Jr et al (2004), alguns fatores podem atrapalhar o bom funcionamento deste conselho, como falta de fortalecimento, inoperância, manipulação, desarticulação, falta de legitimidade, ausência de funcionalidade, legitimidade das representações, criação apenas com o intuito de angariar recursos, conflito de interesses entre o setor público e privado, função estritamente consultiva e falta de participação popular.

Para efetivar as decisões referentes ao meio ambiente e para uma fiscalização efetiva, é fundamental a construção de uma estrutura que efetue a gestão do meio ambiente no âmbito municipal, que a secretaria municipal de meio ambiente. Estes órgãos são os responsáveis pela gestão ambiental e pela execução de programas, projetos e pelo controle e fiscalização, sendo vitais ao bom funcionamento dos SISMUMA. Muitas vezes as questões ambientais acabam sendo tratadas em conjunto com outras áreas, criando pastas conjugadas. Dos 11 municípios entrevistados, 2 apresentam uma secretaria exclusiva para meio ambiente, o restante apresenta uma secretaria conjugada com agricultura e/ou abastecimento. De acordo o IBGE (2014), até 2013, apenas 27,12% das cidades possuíam secretaria municipal exclusiva para meio ambiente.

Ainda faz parte desta boa gestão, os recursos humanos, servidores deste órgão ambiental. O IBGE (2014) verificou que em 2013 existiam pouco mais de 61 mil funcionários ocupados na área de meio ambiente dos municípios brasileiros e apenas 45,5% eram de regime estatutário, ou seja, concursado. Isso acaba provoca uma alta rotatividade de funcionários, gerando descontinuidade às políticas e programas da área. A região estudada apresentou índices semelhantes, menos de 50% dos responsáveis pelas secretarias com vínculo de servidor estatutário.

Outro fator, são os profissionais contratados ou nomeados sem formação específica na área, o que acaba refletindo negativamente na gestão ambiental do município. No âmbito do consórcio, menos de 50% dos gestores locais possuem formação específica.

Já o Fundo Municipal de Meio Ambiental é responsável pela captação e pelo gerenciamento dos recursos financeiros, valores estes arrecadados através de multas aplicadas, da cobrança de taxas pelo licenciamento ambiental e saldos resultantes de contribuições, convênios e doações, ou proveniente de contratos com instituições e fundos, conforme prevê a Lei 9.605/1998, de Crimes Ambientais. O Fundo tem como objetivo planos, programas,

projetos e ações de iniciativas públicas e privadas, uso racional e sustentável dos recursos naturais, controle, fiscalização, defesa e recuperação do meio ambiente e a educação ambiental.

Em 2013, de acordo IBGE (2014), 2.386 (42,8%) municípios do País dispunham de Fundo de Meio Ambiente. Dos municípios estudados, apenas 63,6% possuem um Fundo Municipal de Meio Ambiente ativo. Ainda segundo o Instituto, os recursos desse Fundo podem:

“ser utilizados por órgãos das administrações direta e indireta do próprio município, organizações não governamentais, organizações da sociedade civil de interesse público, organizações de base, como sindicatos, associações de produtores, associações de reposição florestal, entre outras, desde que se configurem como organizações sem fins lucrativos.” (IBGE, 2013, p. 15)

A ausência de um Fundo Ambiental com esta finalidade fragiliza as ações do poder público local na promoção de um ambiente ecologicamente equilibrado, inclusive no quesito de boas práticas no gerenciamento dos resíduos sólidos.

CAPÍTULO III - ESTUDO COMPARATIVO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RDO AMBIENTALMENTE ENTRE OS MUNICÍPIOS DO CDS ALTO SERTÃO

Este capítulo tem por objetivo adentrar na discussão do custo total para disposição final dos rejeitos produzidos pelo município. Um dos maiores custos no âmbito do gerenciamento dos resíduos ainda é a implantação e operação de aterros sanitários.

4.1.Contextualização

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012), em 2010, mais 1,9 milhões de domicílios do País ainda não possuíam abastecimento de água adequado, quase 1,5 milhões de casas não tinham banheiros nem sanitários e cerca de 7 milhões lançavam seus resíduos sólidos diretamente no ambiente, ou seja, de forma inadequada.

De acordo Teixeira (2002), políticas públicas são “diretrizes, princípios norteadores de ação do poder público; regras e procedimentos para as relações entre poder público e sociedade, mediações entre atores da sociedade e do Estado”. Ainda segundo o autor, estas são formuladas em documentos (leis, programas, linhas de financiamentos) que orientam ações que normalmente envolvem aplicações de recursos públicos.

Barbieri (2016) define como política pública ambiental “o conjunto de objetivos, diretrizes e instrumentos de ação de que o Poder Público dispõe para produzir efeitos desejáveis no meio ambiente”.

A partir desta definição, pode-se entender a PNRS como política pública que vem sendo implementada há quase 10 anos no Brasil, mas com uma baixa eficácia. Ao analisar apenas um item desta política, a disposição final ambientalmente adequada, segundo a ABRELPE (2017), 42,3 milhões de toneladas de todos os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) coletados no país, 59,1%, são dispostos em aterros sanitários. Ou seja, mais de 40% ainda é disposto em local inadequado.

O poder público municipal é o principal responsável por efetivação da gestão ambiental pública que, segundo Barbieri (2016), é a ação do Poder Público conduzida de acordo com a política ambiental vigente. Assim, o município é o responsável por efetivação da política ambiental vigente.

Entretanto, os municípios vêm encontrando dificuldades na implementação da PNRS. Em 2014 encerrou o primeiro prazo para o cumprimento da Lei 12305/2010 (PNRS), cujas metas estabelecem que os municípios acabem com os lixões, além de investir em cooperativas de

catadores e em parcerias para aumentar a coleta seletiva e a destinação adequada do lixo não reciclável através de um Plano Municipal de Gestão de Resíduos. Em 2015, este prazo foi prorrogado, e as cidades que têm entre 50 mil e 100 mil habitantes terão até 31 de julho de 2020 para se adequar.

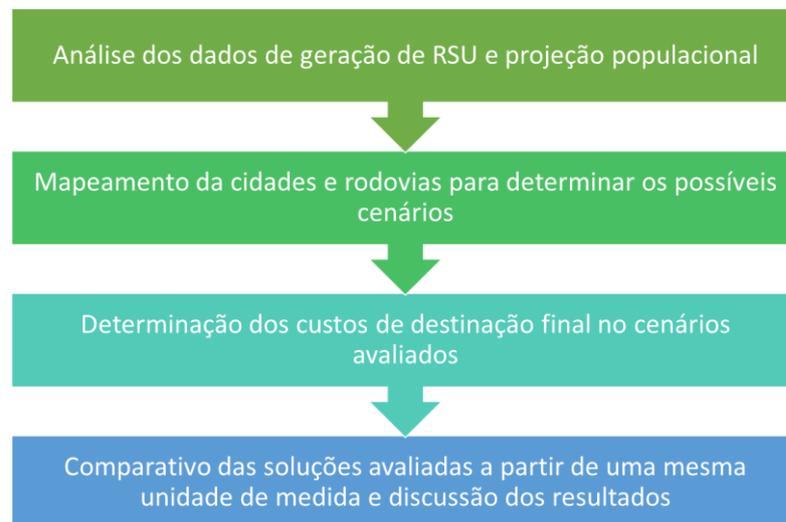
Segundo Silveira (2016), uma das alegações para se estender tanto os prazos foi o fato de que a maior parte dos municípios não conseguiu e não conseguiria cumprir a determinação legal, por falta de quadros técnicos e gerenciais qualificados, bem como de insuficiência de recursos financeiros, principalmente os municípios de pequeno porte.

Assim, este capítulo busca avaliar e discutir os aspectos econômicos de um aterro sanitário, apresentando o custo de uma solução individual para os municípios do CDS e, ao mesmo tempo, os custos de uma solução conjunta, intermunicipal.

4.2. Metodologia para avaliação dos custos

A metodologia pode ser dividida em quatro etapas, conforme fluxograma abaixo.

Figura 24 - Fluxograma da metodologia utilizada



Na primeira etapa verificou-se o quantitativo de resíduos sólidos urbanos produzidos pelos municípios atualmente e num período de 20 anos. Para tal, foi utilizado o campo IN028 do SNIS para a referente área de estudo. Além disso, foi realizada uma projeção populacional para os municípios com base em de projeção do IBGE (2019).

Na segunda etapa foram avaliadas as distâncias entre as cidades, do um centro geográfico a outro, levando em conta as rodovias federais ou estaduais que as conectam, utilizando o

ArcGis, software de geoprocessamento. Determinar a distância é importante no momento de propor soluções conjuntas ou aferir os custos de transporte de resíduos, por exemplo.

A terceira etapa consistiu em avaliar formas de disposição final, que compreendem duas possibilidades: a primeira, um aterro individual para cada município, avaliando-se os custos com base nas metodologias de Pereira et al (2013) e Rodrigues (2008); a segunda inclui duas propostas de solução conjunta entre os entes do CDS Alto Sertão, discutindo-se o custo de transporte entre estes, com base na metodologia de Naruo (2003), levando em conta o dimensionamento de ET, estimativa dos custos para a implantação e operação dessa instalação, custos por massa e capacidade de carga dos caminhões de coleta e transporte etc.

Por fim, esta análise buscou comparar a viabilidade econômica da implantação de uma forma de destinação final individual (aterro sanitário) com um sistema conjunto (aterro sanitário e estações de transbordo), através da análise do custo final para cada município.

4.3.Resultados e discussões

Os resultados a seguir foram apresentados conforme as etapas descritas na metodologia. Assim, a primeira etapa do resultado diz respeito a quantidade de resíduos gerados por cada município em 2018. Alguns órgãos gestores - Malhada, Rio do Antônio e Tanque Novo - não preencheram o SNIS, gerando falhas. Estas falhas foram preenchidas a partir da média de geração de RDO do Estado da Bahia nos últimos 5 anos (BRASIL, 2019).

Conforme o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2012), em uma estimativa da composição orgânica dos RDO produzidos no país, aproximadamente 50% dos resíduos são de origem orgânica. Resíduos de origem orgânica não devem ir para o aterro, de acordo PNRS, e sim para um processo de compostagem. Assim, no dimensionamento do quantitativo de RDO que vai para o aterro, deve-se considerar apenas os rejeitos. Neste trabalho foram considerados cerca 50% dos resíduos produzidos eram rejeitos e, nos cálculos de volume no Apêndice C, retirado a fração reciclável, que foi avaliada em 10% do que é gerado. Estas estimativas consideram o perfil dos municípios estudados no capítulo anterior, os quais não possuem cooperativa de catadores, nem coleta seletiva porta-a-porta ou uma central de triagem.

Tabela 2- Geração diária e projeção da geração de rejeitos por dia

	Produção RDO (Kg/hab.dia) 2019	Produção Rejeitos (Kg/hab.dia) 2019	Produção Rejeitos (ton/dia) 2019	Projeção Rejeitos (ton/dia) 2040
Caculé	1,01	0,51	8,18	9,84
Caetité	1,16	0,58	21,25	23,61
Candiba	1,68	0,84	8,41	9,35
Guanambi	1,55	0,78	61,48	68,31
Ibiassucê	1,00	0,50	2,55	2,84
Igaporã	0,51	0,26	2,44	2,71
Iuiú	0,37	0,19	1,18	1,31
Lagoa Real	0,54	0,27	2,03	1,12
Malhada	0,26	0,13	1,06	1,19
Matina	0,51	0,26	1,14	1,26
Palmas de Monte Alto	0,51	0,26	3,15	3,50
Pindaí	1,40	0,70	3,76	4,18
Riacho de Santana	1,65	0,83	14,79	16,43
Rio do Antônio	1,01	0,51	3,50	3,90
Sebastião Laranjeiras	0,30	0,15	0,81	0,89
Tanque Novo	1,01	0,51	5,21	5,80
Urandi	0,99	0,50	3,59	3,89

Fonte: Adaptado SNIS (2019)

A partir dos dados de geração de cada município, realizou-se uma projeção de rejeitos gerados pelas cidades, adotando-se um horizonte de 20 anos. Para este cálculo leva-se em conta o crescimento populacional e a geração para o local. Dessa forma, para composição desta projeção foram utilizados dados demográficos detalhados, levando-se em conta o crescimento populacional para o Estado da Bahia, conforme projeção feita pelo IBGE (2019); segundo o Instituto, a população baiana tende a crescer até 2032, reduzindo a partir deste ano, conforme apresentado na tabela do Apêndice C.

Acerca dos dados de geração de resíduos, os dados presentes no SNIS possuem uma alta inconsistência, com uma amplitude de dados muito alta, o que dificulta a criação de um modelo de previsão para o horizonte avaliado. Estimou-se então um crescimento de 1% na geração de RDO. Este valor foi baseado na média aritmética de crescimento dos últimos 5 anos para o estado, conforme dados disponibilizados pelo Ministério das Cidades em seus Diagnósticos do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos.

Os dados são de extrema importância para discutir qual modelo de destinação final é mais adequado. Por exemplo, segundo o MMA (BRASIL, 2010b) municípios que geram menos de 1 tonelada por dia de RDO não devem transportar resíduos para fora do território; municípios serão escolhidos como sede de aterros por sua centralidade em um agrupamento ou por ser centro de massa de resíduos (grande gerador); o porte do aterro deve ser definido de acordo a quantidade de RDO gerado.

4.3.1. Solução individualizada

Existe uma diferença quando se trata do porte do aterro. De acordo com MMA (BRASIL, 2015), são três aterros sanitários, o de pequeno porte (até 100 t/dia), de médio porte (até 800 t/dia) e de grande porte (até 2.000 t/dia). De acordo Campos (2003) e o CONAMA (BRASIL, 2002), uma solução para municípios de pequeno porte, aquele que possui até 20.000 habitantes, é o aterro simplificado, que pode receber até 20 ton/dia. Os aterros sanitários de pequeno porte (ASPP), segundo a NBR 15849 (ABNT, 2010), são aqueles concebidos para recebimento de até 20 toneladas por dia de resíduos sólidos urbanos.

A partir da definição da ABNT (2010) e conforme os dados da Tabela 2, somente nas cidades de Guanambi e Caetité um ASPP não poderia ser utilizado. Assim, foi realizado o dimensionamento dos aterros individuais para cada cidade, adaptados das metodologias de Pereira et al (2013) e Rodrigues (2008).

A disposição final ambientalmente adequada, de acordo a PNRS, deve ser a “distribuição ordenada de rejeitos nos 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). Para que isso aconteça, o projeto do aterro deve prever algumas estruturas, conforme NBR 13 896 (ABNT, 1997):

1. impermeabilização de fundo e laterais;
2. drenagem e tratamento de percolados;
3. drenagem de gases;
4. drenagem de águas superficiais;
5. cobertura.

Para cálculo do custo final dos ASI de forma atender a norma da ABNT (1994), inicialmente foi realizado o dimensionamento destes. O dimensionamento é a etapa para determinar as dimensões do aterro, como área superficial e volume a ser escavado, tomando como base o volume de RDO acumulado durante os 20 anos de operação. Feito isso, calculou-

se os custos de 1) investimento, 2) operação, 3) manutenção, 4) fechamento e 5) pós-fechamento.

Este cálculo está descrito em todas as suas partes no Apêndice D, e as variáveis de entrada para cada município no Apêndice E. A seguir são descritas como foram dimensionados. Contudo, cabe aqui descrever como algumas variáveis, especialmente de orçamento, foram encontradas.

Na etapa de investimento, na qual foram encontrados o 1.1) custo do terreno, 1.2) o custo de equipamentos, como retroescavadeira e trator escavadeira, 1.3) o custo de abertura das valas, o custo de drenagem e 1.5) o custo do sistema de drenagem. Os preços de insumos, mão-de-obra e de serviços foram retirados do Sistema Nacional de Preços e índices para a Construção Civil³ (SINAPI). Os preços dos terrenos foram estimados a partir do custo do m², em contato com imobiliárias da região.

Já os custos ligados à operação dos aterros, foram avaliados os custos de 2.1) recebimento do material; 2.2) custo de descarga do rejeito; 2.3) custos de espalhamento e compactação; 2.4) custos de recobrimento; e, 2.5) custos de raspagem. Estes dados possuem grande variação de uma cidade para outra já que depende, em grande parte, da área do aterro. Novamente, os dados foram levantados junto à tabela do SINAPI para composição dos preços.

A manutenção dos aterros sanitários inclui o monitoramento dos impactos ambientais. Na avaliação foi levado em conta os custos com 3.1) custo do tratamento e monitoramento do chorume; 3.2) custo do monitoramento ambiental (análise da qualidade de água superficial e subterrânea); e 3.3) custos de serviços diversos.

Na etapa de fechamento ou encerramento do aterro, conforme as fases (ou células) do aterro são preenchidas, faz-se necessário encerrá-las e impermeabilizá-las para evitar a infiltração de água das chuvas e geração de chorume. Esta etapa ocorre simultaneamente a operação do aterro. Assim, os custos avaliados foram 4.1) recobrimentos dos rejeitos com argila, que envolvem a utilização de maquinário e mão-de-obra.

Já na fase de pós-fechamento, a operação de um sistema de monitoramento ambiental é peça fundamental desta etapa. Conforme estabelece a NBR 13893 (ABNT, 1997) monitoramento das águas subterrâneas, por um período de 20 anos após o fechamento da instalação. As variáveis avaliadas que envolvem os custos de monitoramento pós-fechamento

³ O SINAPI é indicado como fonte oficial de referência de preços de insumos e de custos de composição de serviços pelo Decreto 7.983/2013 (critérios para orçamento de referência) e pela Lei 13.303/2016 (Lei das Estatais).

foram 5.1) o custo com vigilância do local; 5.2) custo da análise da qualidade de água subterrânea.

A Tabela 3 apresenta o valor final para cada município, com uma coluna para o custo final, o custo por habitante por ano, e o custo por tonelada de resíduo. Estas medidas são importantes para que se possa comparar com outros trabalhos.

Tabela 3 – Custo final do ASI

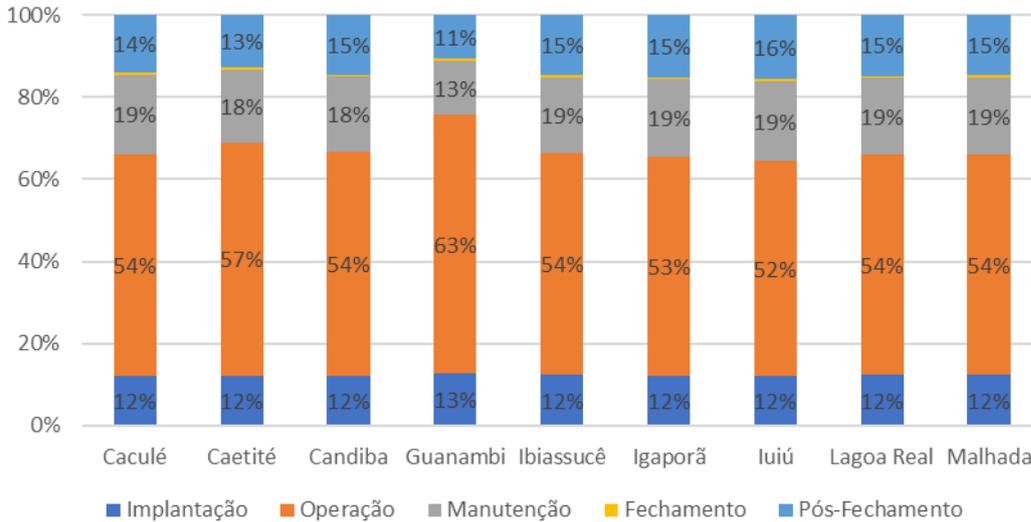
Município	Custo final			
	Habitantes	R\$	R\$/ton	R\$/hab./ano
Caculé	13.982	9.355.710,80	142,50	30,41
Caetité	31.643	10.149.338,25	59,48	14,58
Candiba	8.650	9.287.063,43	137,47	48,80
Guanambi	68.507	12.493.823,42	25,31	8,29
Ibiassucê	4.409	8.813.888,21	430,00	90,87
Igaporã	8.272	8.915.807,25	454,59	48,99
Iuiú	5.526	8.933.482,74	939,84	73,48
Lagoa Real	3.230	8.722.168,82	534,59	122,74
Malhada	7.063	8.707.534,55	1.019,94	56,04
Matina	3.892	8.856.536,02	969,36	103,44
Palmas de Monte Alto	10.673	8.983.414,89	355,00	38,26
Pindaí	4.644	9.009.353,94	298,07	88,18
Riacho de Santana	15.483	9.688.257,54	81,57	28,44
Rio do Antônio	5.993	8.856.708,60	314,74	67,17
Sebastião Laranjeiras	4.606	8.911.799,28	1.373,54	87,95
Tanque Novo	8.918	9.101.831,64	217,36	46,39
Urandi	6.260	9.259.992,94	321,40	67,24

Fonte: Autoria própria

A ABETRE e FGV (2009) estimaram que os custos para aterros que recebem até 100 ton/dia era de mais de 52 milhões. O único aterro com capacidade próxima é da cidade de Guanambi, com recebimento de pouco mais de 68 ton/dia, mas com um custo de 12 milhões. Esta diferença grande pode ser explicada por uma menor necessidade de máquinas em aterros menores, já que o quantitativo a ser coberto é menor, utilizando-as apenas a cada três ou quatro meses (PARÁ, 2013). Além disso, etapas de pré-implantação, limpeza de terreno, terraplanagem do local, criação e manutenção de áreas verdes, entre outras, não foram consideradas no estudo, a fim de simplificar a análise. Contudo, o valor está condizendo com os resultados encontrados por Rodrigues (2008) e Ribeiro (2011) para um aterro com menor

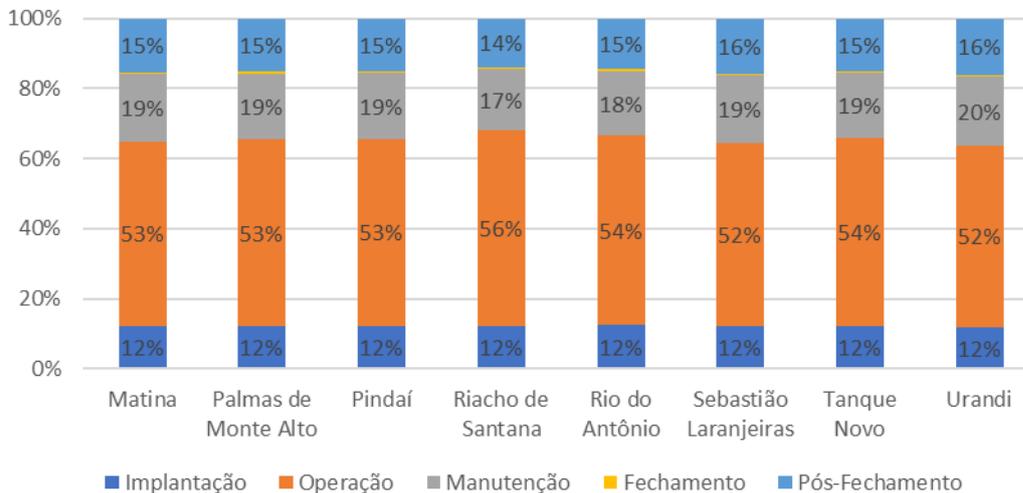
capacidade. Os gráficos (Figuras 25 e 26) abaixo demonstram o percentual gasto com cada etapa do aterro para cada município.

Figura 25 – Percentual de cada etapa no custo final do aterro



Fonte: Autoria própria

Figura 26 – Percentual de cada etapa no custo final do aterro (continuação)

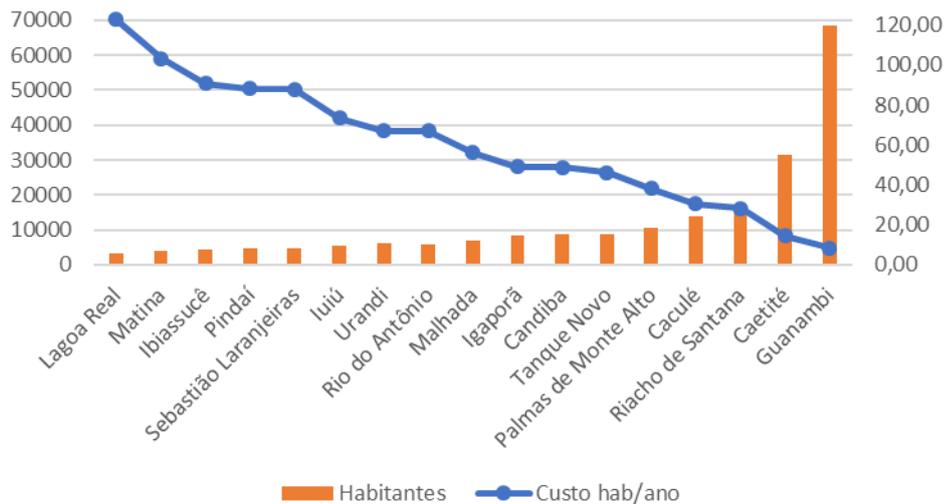


Fonte: Autoria própria

Estes percentuais são semelhantes aos encontrados por FIPE (2017) e ABETRE e FGV (2009) que também verificaram maiores custos correspondente à operação. O alto valor de operação está relacionado à vida útil de um aterro, cerca de 20 anos, mas o valor anual corresponde a cerca de 5% do custo total (ABETRE e FGV, 2009). O Apêndice F traz detalhadamente os valores encontrados para todas as etapas.

A análise dos valores das soluções individuais percebe-se uma redução do custo per capita com relação ao aumento do quantitativo de rejeitos enviados ao aterro; e ao analisar o custo médio, não se verifica esse aspecto, pois estes custos tendem a crescer concomitantemente com o porte do aterro. A Figura 27 demonstra como o valor por habitante por ano (R\$/hab/ano) cai conforme o número de habitantes aumenta.

Figura 27 - Custo de destinação final dos rejeitos por habitante para cada cidade



Lagoa Real foi o município que apresentou maior custo por hab./ano (R\$ 122,74) e é a cidade com um menor número de habitantes (3.230), com um custo total de quase 8,72 milhões. Já cidade de Guanambi (68.507 hab.) apresentou custo menor anual (R\$ 8,29), mesmo destinando quase mesmo destinando uma quantidade quase 30 vezes maior que a cidade de Lagoa Real (61 ton contra 2 ton). Silva Neto et al (2011) verificaram uma condição semelhante ao avaliar municípios situados em sete estados das bacias hidrográficas dos rios São Francisco e Parnaíba em aterros sanitários para sete faixas populacionais que variaram de 10 mil a 250 mil habitantes. Isso reforça a discussão de que municípios menores não possuem condições econômicas de implementar aterros individuais, devendo buscar uma solução conjunta.

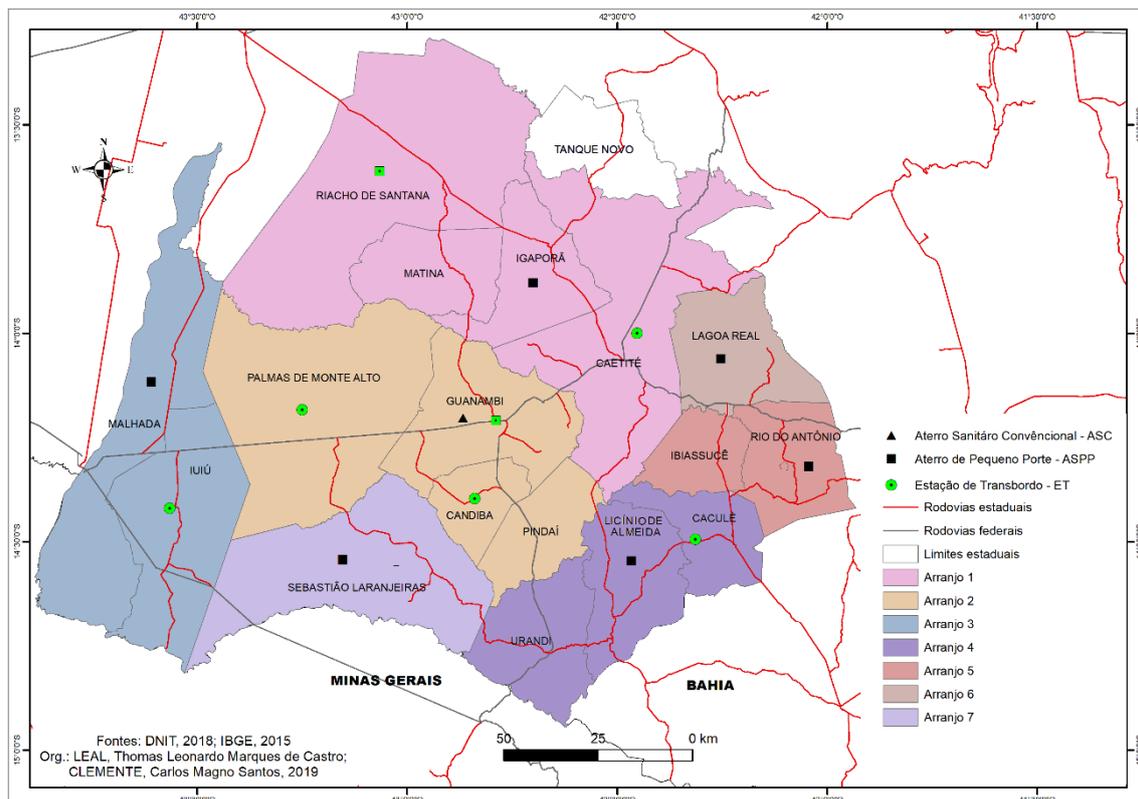
4.3.2. Soluções consorciadas

A Secretaria de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (SEDUR) tem por finalidade formular e executar a política estadual de desenvolvimento urbano, de habitação e de assistência técnica aos municípios, bem como planejar, coordenar, executar e controlar as atividades de edificações públicas. A SEDUR realizou um estudo de regionalização do Estado para orientar as ações do Governo do Estado junto à gestão dos RSU, priorizando soluções consorciadas na gestão e gerenciamento destes (BAHIA, 2014).

Uma das principais críticas em relação a estes arranjos da SEDUR é que não foi levado em consideração a territorialidade, a relação entre indivíduos e espaço, que demanda tempo e que, em se tratando de identidade, não pode ser induzida a existir num curto período de tempo (FLORES, 2014). Um exemplo disso é que não se levou em consideração a formação dos consórcios intermunicipais, que nascem de interesses em comum entre os entes consorciados.

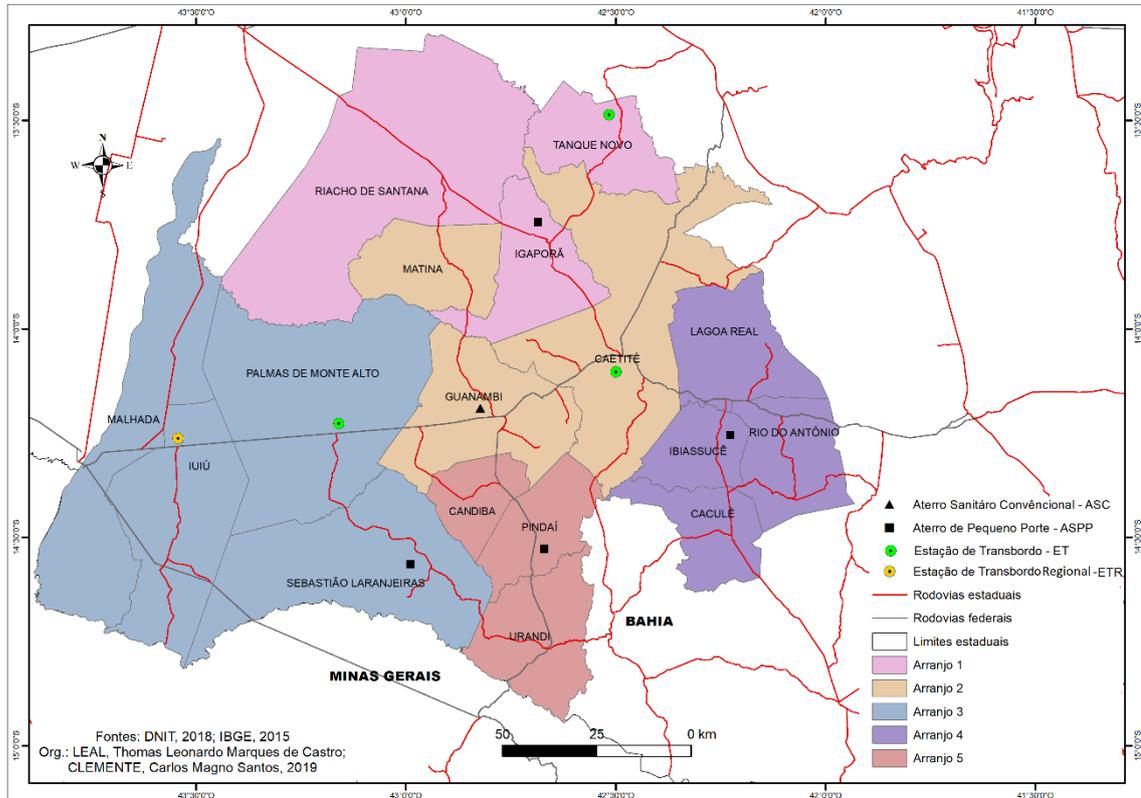
Para os municípios que compõem o CDS Alto Sertão, os arranjos foram planejados, conforme a Figura 28. É possível verificar, por exemplo, que o município de Tanque Novo, que compõe o CDS Alto Sertão, não está incluso no arranjo proposto, e que Licínio de Almeida aparece em um dos arranjos. Municípios com uma população pequena com Lagoa Real e Sebastião Laranjeiras, teriam soluções individualizadas.

Figura 28– Arranjos propostos pela SEDUR



Uma outra proposta de regionalização de gerenciamento dos resíduos sólidos foi realizada a partir deste estudo realizado pela SEDUR, conforme a Figura 29. A diferença está nos arranjos, que foram realizados visando apenas o CDS Alto Sertão e que não pode haver nenhum município com solução individual. Estas premissas foram apontadas pelo Secretário Executivo do CDS Alto Sertão como essenciais para o sucesso da proposta.

Figura 29 – Arranjos propostos a partir do CDS Alto Sertão



Antes de iniciar a discussão sobre os cenários apresentados, é importante abordar o conceito de uma estação de transbordo. Conforme Costa (2005) estação de transferência ou estação de transbordo (ET) de resíduos sólidos domiciliares é uma instalação que possibilita a remoção ou o transbordo dos resíduos sólidos domiciliares recolhidos por veículos ou equipamentos menores meio de transporte de maior capacidade de carga, capazes de transportar o resíduo por longas distâncias. Ainda segundo o autor, as ET aumentam a eficiência dos veículos de coleta e melhoraram a operação no local de disposição, alterando de modo significativo a coleta e o transporte de resíduos.

Quando se trata de transporte de RDO, a ET é umas das principais estratégias para redução dos custos. Pereira et al (2013) e Medeiros (2013) dimensionaram ET para a cidade Florianópolis e perceberam que há uma redução significativa no custo transporte. Já Naruo (2003) dimensionou um sistema de transporte intermunicipal Área de Proteção Ambiental de Corumbataí, que abrange 12 municípios, e percebeu que houve uma redução de custos no transporte intermunicipal com a utilização de ET.

A partir disso, os custos serão discutidos para ambas as proposições, doravante denominadas Cenário 1 e Cenário 2. A depender da distância e quantitativo de resíduos, o município transporta diretamente os resíduos para o aterro intermunicipal ou acondiciona

temporariamente em uma ET. O Quadro 4, em consonância com as Figuras 28 e 29, compila as informações dos arranjos e quais os municípios que serão sede para os aterros e os que terão ET.

Quadro 4 – Cenários avaliados de gestão consorciada do CDS Alto Sertão

Proposta SEDUR – Cenário 1		Proposta alternativa – Cenário 2	
Arranjo 1	Caetité (ET)	Arranjo 1	Igaporã (ASPP)
	Igaporã (ASPP)		Riacho de Santana
Arranjo 2	Matina	Arranjo 2	Tanque Novo (ET)
	Riacho de Santana (ET)		Caetité (ET)
Arranjo 3	Candiba	Arranjo 3	Guanambi (ASC)
	Guanambi (ASC)		Matina
Arranjo 4	Palmas de Monte Alto (ET)	Arranjo 4	Iuiú (ETR)
	Pindaí		Malhada
Arranjo 5	Caculé (ET)	Arranjo 5	Palmas de Monte Alto
	Licínio de Almeida (ASPP)		Sebastião Laranjeiras (ASPP)
Arranjo 6	Urandi	Arranjo 6	Caculé
	Iuiú (ET)		Ibiassucê (ASPP)
Arranjo 7	Malhada (ASPP)	Arranjo 7	Lagoa Real
	Ibiassucê		Rio do Antônio
Arranjo 8	Rio do Antônio (ASPP)	Arranjo 8	Candiba
	Lagoa Real (ASPP)		Pindaí (ASPP)
Arranjo 9	Sebastião Laranjeiras (ASPP)	Arranjo 9	Urandi

Fonte: Autoria própria

O critério para escolha do local de instalação dos aterros no Cenário 2 foi devido à centralidade geográfica da cidade em relação a seu arranjo. Já ET foram escolhidas a partir do quantitativo combinado com a distância a ser percorrida. Um bom exemplo é a cidade de Caetité, que produz cerca de 21 ton/dia de RDO. Apesar de ser um quantitativo razoável, a distância de 40,4 km torna inviável o transporte diário destes resíduos (BRASIL, 2010b; PARÁ, 2013). O mesmo critério foi utilizado para as ET nas cidades de Tanque Novo e Iuiú.

Os custos dos Cenários 1 e 2 foram dimensionados a partir 1) dos aterros intermunicipais; 2) custo das ET; 3) custo do transporte intermunicipal. O dimensionamento dos aterros seguiu as etapas descritas anteriormente na seção das soluções individualizadas e apresentado nas Tabela 4 e 5.

Tabela 4 – Custos de implantação no Cenário 1

Município	População atendida	R\$	R\$/ton	R\$/hab./ano
Arranjo 1	59.290	13.538.874,8	46,0	10,4
Arranjo 2	92.474	18.393.656,0	29,8	9,1
Arranjo 3	26.543	101.55.155,1	100,1	17,4
Arranjo 4	12.589	9.161.287,1	507,1	33,8
Arranjo 5	10.402	9.399.873,6	193,2	41,7
Arranjo 6	3.230	8.508.639,1	534,59	122,74
Arranjo 7	4.606	8.994.875,8	1.373,54	87,95

Fonte: Autoria própria

Tabela 5 – Custos de implantação no Cenário 2

Município	População atendida	R\$	R\$/ton	R\$/hab./ano
Arranjo 1	59.290	10.163.852,7	56,4	7,8
Arranjo 2	92.474	13.901.690,7	20,6	6,8
Arranjo 3	26.543	9.267.703,7	186,0	15,9
Arranjo 4	12.589	9.607.923,2	73,6	34,7
Arranjo 5	10.402	9.767.219,8	77,2	42,7

Fonte: Autoria própria

É possível perceber que o custo por habitante reduz consideravelmente quando comparado com uma solução individual. Schneider et al (2013) em um estudo no Estado de Minas Gerais, perceberam que o custo de implantação de aterro sanitário reduz consideravelmente quanto maior a população. Os autores ainda afirmam que é natural que assim, as soluções para a destinação final dos resíduos sólidos urbanos sejam intermunicipais

Já as ET foram dimensionadas com base nas metodologias apresentadas por Naruo (2003), Pereira et al (2013) e Medeiros (2013), e os valores estão descritos no Apêndice G. O modelo proposto condiciona os resíduos em silos sem compactação, conforme Figura 29 abaixo.

O transporte até as ET é feito por caminhões compactadores, que levam os RDO onde são acondicionados nos silos. Após o acondicionamento temporário, os resíduos passam para um contêiner maior, que são acoplados a caminhões do tipo roll on roll off, Figura 31, que contam com uma caçamba de até 70 m³, a depender do modelo. Este tipo de veículo é ideal para o transporte em longas distâncias, evitando que cada caminhão compactador tenha que percorrer toda a distância até o aterro.

Figura 30 - Estação de transbordo em silos



Fonte: Nunes (2015)

Figura 31 - Caminhão do tipo roll on roll off



Fonte: Nunes (2015)

A principal diferença entre as ET avaliadas, estava na quantidade de silos de cada uma. Este número é calculado a partir da quantidade de RDO que serão destinados à estação. Os resíduos podem ter origem de uma cidade ou mais de uma, com é o caso da Estação de Transbordo Regional (ETR) no Cenário 2.

O dimensionamento levou em conta 1) as dimensões do silo; 2) a quantidade de RDO por silo; 4) as dimensões de instalação da ET (área e perímetro); 5) custo de recebimento dos resíduos; 5) custo de descarga; e 6) a lavagem da área. As Tabelas 6 e 7 a seguir resume os custos de implantação das ET em ambos os cenários.

Tabela 6 – Custos de implantação da ET no Cenário 1

Estação de transbordo	Rejeitos (ton/dia)	Custo R\$
Caetité	21,25	327.757,2
Candiba	8,41	222.693,2
Caculé	8,17	222.693,2
Iuiú	1,18	222.693,2
Palmas de Monte Alto	3,15	222.693,2

Fonte: Autoria própria

Tabela 7 – Custos de implantação da ET no Cenário 2

Estação de transbordo	Rejeitos (ton/dia)	Custo R\$
Caetité	21,25	327.757,2
Malhada/Iuíú (ETR)	2,24	222.693,2
Palmas de Monte Alto	3,15	222.693,2
Tanque Novo	5,21	222.693,2

Fonte: Autoria própria

É possível perceber que os valores são muito próximos para as duas situações avaliadas. As ET são praticamente as mesmas, mas o Cenário 1 possui uma a mais, e o Cenário 2 possui uma estação regional. Essa ETR também é pequena, pois os municípios que encaminharam seus resíduos produzem uma pequena quantidade de RDO.

O custo do transporte intermunicipal foi calculado através da distância da ET, localizada na zona urbana, até a cidade sede do ASPP. Para os custos de transporte, levou-se em conta 1) a distância percorrida do ponto de origem para o destino; 2) o tipo de caminhão que levaria os RDO (compactador ou *roll on roll off*); 4) o número de viagens e, conseqüentemente, a quilometragem durante todo o tempo de operação; 5) os custos fixos como 5.1) depreciação dos veículos, 5.2) remuneração do capital; 5.3) salário dos motoristas e ajudantes e respectivos encargos sociais; 5.4) seguro e impostos dos veículos; e, por fim, 6) os custos variáveis, como 6.1) custo de combustível; 6.2) custo do óleo do motor; 6.3) custo do óleo de transmissão; 6.4) custo de lavagem e lubrificação; 6.5), custo de pneus, câmaras e recapagens; e 6.6) custo de peças e material de oficina. O custo total, em 22 anos de operação do aterro, foi descrito nas Tabela 8 e 9, considerando os dois cenários.

Tabela 8 – Custos de transporte intermunicipal dos RDO Cenário 1 por rota

Número	Rotas		Custo total (R\$)
	Origem	Destino	
1	Caetité (ET)	Igaporã	2.807.082,9
2	Matina	Igaporã	2.807.789,4
3	Riacho de Santana	Igaporã	2.991.850,2
4	Candiba (ET)	Guanambi	2.637.436,5
5	Pindaí	Guanambi	3.045.072,6
6	Palmas de Monte Alto (ET)	Guanambi	2.760.111,0
7	Caculé (ET)	Licínio de Almeida	2.781.580,5
8	Urandi	Licínio de Almeida	2.861.011,8
9	Iuíú	Malhada	3.164.823,0
10	Ibiassucê	Rio do Antônio	3.096.077,4

Fonte: Autoria própria

Tabela 9 – Custos de transporte intermunicipal dos RDO no Cenário 2

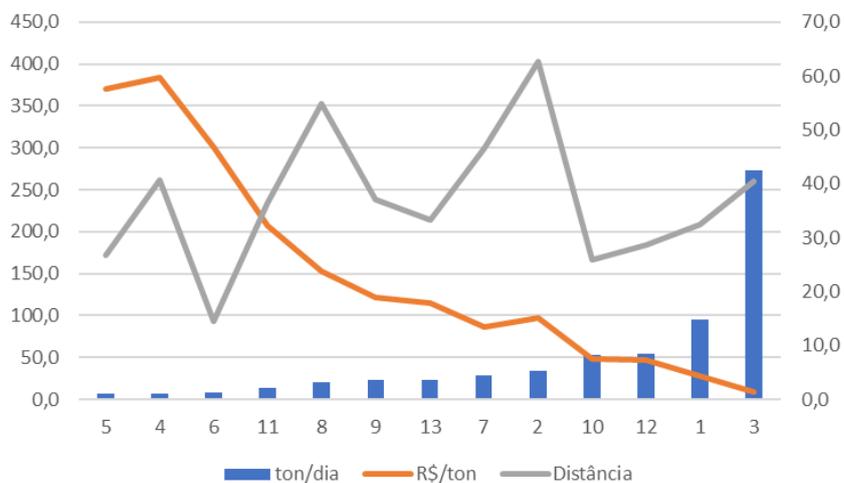
Número	Rotas		Custo total (R\$)
	Origem	Destino	
1	Riacho de Santana	Igaporã	3.011.355,4
2	Tanque Novo	Igaporã	3.681.070,6
3	Caetité (ET)	Guanambi	2.740.808,2
4	Matina	Guanambi	3.170.695,8
5	Malhada	ETR	2.862.449,4
6	Iúiu	ETR	2.591.902,2
7	ETR	Palmas de Monte Alto (ET)	2.810.662,6
8	Palmas de Monte Alto (ET)	Sebastião Laranjeiras	3.508.097,8
9	Rio do Antônio	Ibiassucê	3.093.079,8
10	Caculé	Ibiassucê	2.846.926,2
11	Lagoa Real	Ibiassucê	3.079.774,2
12	Candiba	Pindaí	2.904.583,8
13	Urundi	Pindaí	3.011.028,6

Fonte: Autoria própria

Os cálculos realizados consideraram todas as rodovias federais e estaduais com asfalto, conforme base cartográfica fornecida pelo Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. As variáveis avaliadas que compõe o custo total são descritas no Apêndice J e a tabela com o custo de cada etapa no Apêndice K.

É possível perceber que os custos de transporte intermunicipal são bastante consideráveis, podendo chegar a 42% do valor do aterro sanitário. Apesar da distância ser um fator chave, a quantidade de RDO faz toda a diferença. O gráfico, Figura 32, deixa claro como este fator altera o valor final.

Figura 32 - Custo por tonelada de RDO transportado no Cenário 2



Fonte: Autoria própria

No Cenário 2 o custo aumenta consideravelmente quanto maior a quantidade de resíduo a ser transportada. A Rota 6 por exemplo (Iuiú - ETR) são 14 km, mas com um dos maiores custos por tonelada de resíduo transportado (R\$ 300,9/ton). Já a Rota 3 possui uma distância superior (40,4 km) e o menor custo por tonelada avaliado neste Cenário (R\$ 8,8/ton). Estes dados corroboram com a análise realizada pelo MMA (BRASIL, 2010b) de que municípios que geram menos de 1 tonelada por dia de RDO não devem transportar resíduos para fora do território. O custo final das soluções consorciadas é apresentado nas Tabelas 10 e 11.

Tabela 10 – Custos total para o Cenário 1

Cenário 1				
	Aterro	Transporte	ET	Total
Arranjo 1	13.538.874,8	8.606.722,5	1.894.537,2	24.040.134,5
Arranjo 2	18.393.656,0	8.442.620,1	1.284.813,2	28.121.089,2
Arranjo 3	10.155.155,1	5.642.592,3	1.284.813,2	17.082.560,6
Arranjo 4	9.161.287,1	3.164.823,0	1.284.813,2	13.610.923,3
Arranjo 5	9.399.873,6	3.096.077,4	1.284.813,2	13.780.764,1
Arranjo 6	8.722.168,8	-	-	8.722.168,8
Arranjo 7	8.911.799,3	-	-	8.911.799,3
			Total Cenário	114.269.439,9

Fonte: Autoria própria

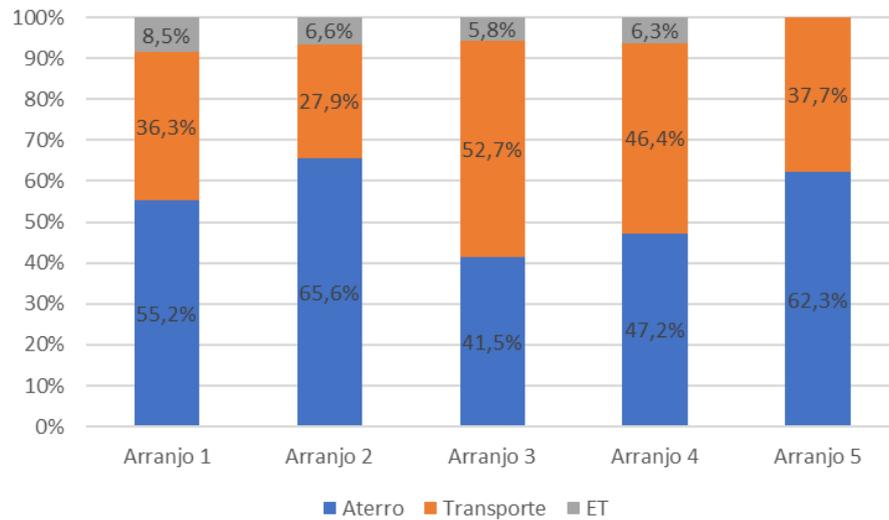
Tabela 11– Custos total para o Cenário 1

Cenário 2				
	Aterro	Transporte	ET	Total
Arranjo 1	10.163.852,7	6.692.426,0	1.566.779,9	18.423.058,6
Arranjo 2	13.901.690,7	5.911.504,0	1.389.877,2	21.203.071,9
Arranjo 3	9.267.703,7	11.773.112,0	1.284.813,2	22.325.628,9
Arranjo 4	9.607.923,1	9.448.103,8	1.284.813,2	20.340.840,1
Arranjo 5	9.767.219,8	5.915.612,4		15.682.832,2
			Total Cenário	97.975.431,7

Fonte: Autoria própria

O valor final do Cenário 2 mostrou-se mais vantajoso do que o Cenário 1. Isso se deve a necessidade de um número menor de aterros no Cenário 2. A Figura 33 demonstra que os custos com transporte no arranjo 3 destaca-se por ser elevado. Nesse arranjo representam mais de 50% do valor total. Isso acontece porque nesse arranjo a distância entre os centros urbanos dos municípios é alta, até com 122 quilômetros, o que eleva o valor final para o arranjo.

Figura 33 - Percentagem de cada etapa do custo no Cenário 2



4.3.3. Comparativo entre as soluções

A etapa final constituiu em agrupar todas as informações dos resultados obtidos. Para comparação dos valores, é importante que esses estejam em uma mesma unidade de medida. O valor do custo por tonelada foi encontrado dividindo-se o valor total de cada solução proposta pelo total de resíduos gerados em todo período de operação.

No caso das soluções consorciadas, o valor da tonelada encontrado para cada arranjo, ou seja, o valor total para aquele arranjo dividido pela geração de RDO de todos os municípios que o compõem. Os dados foram organizados em custos por tonelada de cada situação avaliada e apresentados na Tabela 12. Para facilitar a visualização do melhor custo avaliado, os valores foram organizados em um gráfico, Figura 34.

Figura 34 – Custo por tonelada para as situações avaliadas

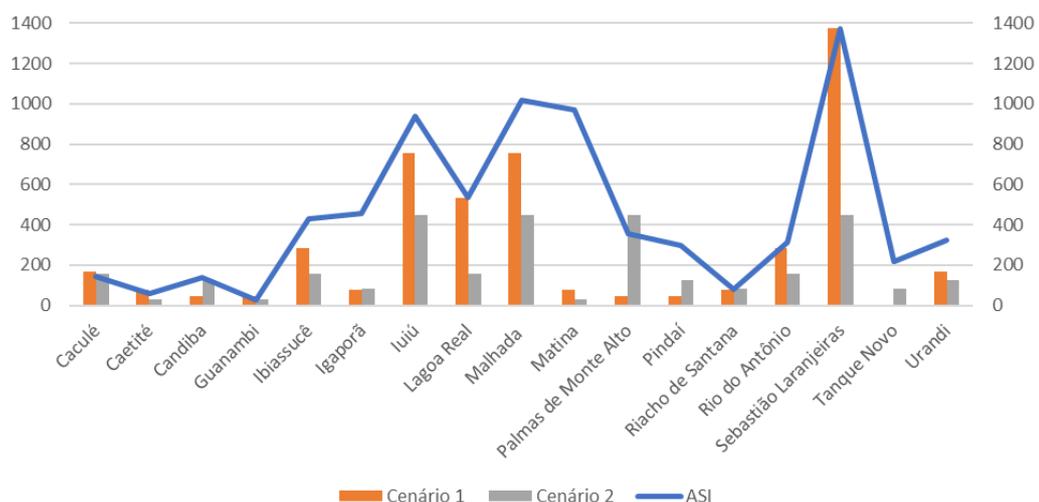


Tabela 12 – Custo por tonelada para as situações avaliadas

Município	Custo por tonelada (R\$/ton)		
	ASI	Cenário 1	Cenário 2
Caculé	142,5	168,4	155,7
Caetité	59,5	75,6	31,5
Candiba	137,5	45,6	123,9
Guanambi	25,3	45,6	31,5
Ibiassucê	430,0	283,3	155,7
Igaporã	454,6	75,6	81,4
Iuiú	939,8	754,4	448,0
Lagoa Real	534,6	534,6	155,7
Malhada	1.019,9	754,4	448,0
Matina	969,4	75,6	31,5
Palmas de Monte Alto	355,0	45,6	448,0
Pindaí	298,1	45,6	123,9
Riacho de Santana	81,6	75,6	81,4
Rio do Antônio	314,7	283,3	155,7
Sebastião Laranjeiras	1.373,5	1.373,5	448,0
Tanque Novo	217,4	-	81,4
Urandi	321,4	168,4	123,9

Fonte: Autoria própria

Pelo gráfico e pela tabela, é possível perceber que a solução individual é mais cara para a maioria dos municípios. Os custos de operação de um aterro é o que mais encarece esta opção. Naruo (2003), em seu trabalho, avaliando os resultados em consórcio, esses confirmaram uma maior eficiência com racionalização de recursos se comparada com a solução isolada.

Contudo, alguns valores se destacam: as cidades de Guanambi e Caculé. Para essas, um aterro individual, dentre as possibilidades avaliadas, é a opção mais barata. Em seus respectivos arranjos, Guanambi e Caculé destacam-se como maiores geradores de RDO e, uma divisão dos custos no arranjo, poderia onerar a disposição final dos seus resíduos.

Apesar do custo total no Cenário 2 ser menor, a melhor solução apresentada para a cidade Palmas de Monte Alto foi no Cenário 1. É possível inferir então que a solução consorciada é melhor para o município, mas que podem existir melhores conformações de arranjos dentro do CDS Alto Sertão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa não ousa trazer uma resposta definitiva para o gerenciamento dos resíduos no CDS Alto Sertão. Contudo, é possível realizar algumas inferências a partir dos resultados obtidos. Para as cidades de pequeno porte deste estudo, uma solução consorciada confirmou ser melhor do que a situação dos municípios trabalhando de forma isolada. Os dados confirmaram que existe uma redução significativa nos custos, quando se opta pela solução conjunta para disposição final destinação dos resíduos sólidos.

Conforme verificado no capítulo anterior, a média da despesa total dos 17 municípios com o manejo de todos os resíduos foi, em média, R\$ 1.849.989,75 anualmente. Este valor corresponde ao valor de implantação de apenas um aterro, aproximadamente.

O método aqui explorado não contempla os processos intermediários de reaproveitamento de materiais, através de usinas de triagem ou coleta seletiva, por exemplo. Como não há uma definição do local que iria receber o aterro, outros fatores não foram avaliados, como limpeza do terreno, cercamento, guarita, criação de uma via de acesso, terraplanagem etc.

Este estudo possui algumas limitações que podem servir como base para outras pesquisas na região, como:

- Avaliar outros cenários: como foi possível perceber, algumas cidades tiveram custos reduzidos em um cenário consorciado, mas em outro não;
- Verificar equipamentos já disponíveis nas prefeituras: a existência de caminhões, tratores reduz o custo final, não havendo a necessidade de novas aquisições;
- Incluir os custos de coleta de lixo: o custo de coleta porta-a-porta não pode ser avaliado devido ausência de uma malha urbana georreferenciada, mas, segundo Naruo (2003) esse serviço impacta diretamente no valor final destinação e disposição final;
- Ociosidade de instalações e equipamentos: promover uma visão integrada com RCC e RSS, utilizando estruturas para a gestão desses resíduos.

Recomenda-se para futuros estudos nessa linha de pesquisa da gestão de resíduos no CDS Alto Sertão:

- Definição de áreas para implantação dos aterros aqui discutidos, tomando como base as normas;
- Realizar estudos de composição gravimétrica para saber o quantitativo da fração orgânica dos RDO o potencial de reciclagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABETRE e FGV. Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Fundação Getúlio Vargas. **Estudo sobre os Aspectos Econômicos e Financeiros da Implantação e Operação de Aterros Sanitários**. Rio de Janeiro, RJ. 2009

ABIKO, A. **Serviços públicos urbanos**. Texto Técnico TT/PCC/10. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2011

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004:2004 - Resíduos Sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13.896:1997 - Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, RJ. 1997.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15.849:2010 - Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento**. Rio de Janeiro, RJ. 2010.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8.419:1992 - Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro, RJ. 1992.

ABRELPE. Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017**.

_____. Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Estimativas dos custos para viabilizar a universalização da destinação adequada de resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo. 2015. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/estimativa-dos-custos-para-viabilizar-a-universalizacao-da-destinacao-adequada-de-residuos-solidos-no-brasil/>>

ABRUCIO, F L.; SANO, H. **Associativismo Intergovernamental: experiências brasileiras**. Editora IABS, Brasília-DF, Brasil - 2013

ÁVILA, R D; MALHEIROS, T F. O Sistema Municipal de Meio Ambiente no Brasil: avanços e desafios. **Revista Saúde e Sociedade**. São Paulo, v.21, supl.3, p.33-47, 2012.

BAHIA. Secretaria de Desenvolvimento Urbano. **Regionalização da Gestão Integrada do Estado**. 2014. Disponível em: <<http://www.sedur.ba.gov.br/arquivos/File/DocumentoSinteseEstudoRegionalizacao.pdf>>

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 4º ed. São Paulo: Editora Saraiva. 312 p. 2016.

BARROS, D. A. BORGES, L. A. C., NASCIMENTO, G. O., PEREIRA, J. A. A., REZENDE, J. L. P., SILVA, R. A. Breve análise dos instrumentos da política de gestão ambiental brasileira. **Política e Sociedade**. Florianópolis, vol. 11, nº 22, 2012

BAUMAN, Z. **Vida para consumo: a transformação das pessoas em mercadorias**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editora. 2008

BELTRÃO, M. R. M., DUTRA, M. T. D., NUNES, A. T. Percepção ambiental sobre a gestão de resíduos sólidos: estudo de caso do conjunto residencial Pernambuco. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**. Florianópolis.Santa Catarina. v. 4, n. 2 (2015)

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução n. 307, 05 de julho de 2002. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil e dá outras providências**. 2002

_____. Constituição (1988) **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. Senado Federal. 1988.

_____. Decreto nº 6.017, de 17 de janeiro de 2007. Regulamenta a Lei no 11.107, de 6 de abril de 2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos. **Diário Oficial da república Federativa do Brasil**. Brasília, DF. 2007.

_____. Lei 10.257 de 10 julho de 2001. **Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências**. Brasília, DF. 2001.

_____. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. **Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico**. Brasília, DF. 2007

_____. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências**. Brasília, DF. 2010a.

_____. Lei nº 6.938, de 31 de agosto 81. **Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. Brasília, DF. 1981

_____. Lei nº 9.605 de fevereiro de 1998. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e dá outras providências**. Brasília, DF. 1998

_____. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1994. **Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências**. Brasília, DF. 1994

_____. Ministério das Cidades. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos**. Brasília, DF. 2016

_____. Ministério de Meio Ambiente. **Manual para implantação de sistema de apropriação e recuperação de custos dos consórcios prioritários de resíduos sólidos**. Brasília, DF. 2010b.

_____. Ministério de Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, DF. 2012a.

_____. Ministério de Meio Ambiente. **Resíduos Sólidos**. 2015. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/mma-em-numeros/residuos-solidos>>

_____. Ministério do Desenvolvimento Regional. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos**. Brasília, DF. 2019.

_____. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação** Brasília, 2012b. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/182/_arquivos/manual_de_residuos_solidos_28_03_182.pdf>

_____. Resíduos Sólidos. 2015. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/mma-em-numeros/residuos-solidos>>

BRASIL, F. P. D. **As novas instâncias de participação cidadã e a gestão democrática das cidades**. Texto para discussão n. 15. Belo Horizonte: Escola de Governo da Fundação João Pinheiro, 2005.

CALIXTO, B. **Trump sai do Acordo de Paris. Ruim para o planeta, pior para os EUA**. Época. 2017 Disponível em: <<https://epoca.globo.com/ciencia-e-meio-ambiente/blog-do-planeta/noticia/2017/06/trump-sai-do-acordo-de-paris-ruim-para-o-planeta-pior-para-os-eua.html>>

CAMPOS, L. R. **Aterro sanitário simplificado: Instrumento de análise de viabilidade econômico-financeira, considerando aspectos ambientais**. Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental Urbana. Dissertação de mestrado. Universidade Federal da Bahia. Salvador, BA. 2003.

CETESB. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Aterro Sanitário**. São Paulo. 2013. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/biogas/aterro-sanitario/>>

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO: **Nosso Futuro Comum**. Rio De Janeiro: FGV, 1988.

CONDER. Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia. **Manual de operação de aterros sanitários**. Bahia. 2005

CNM. Confederação Nacional dos Municípios. **Mapeamento dos consórcios públicos brasileiros**. Brasília, DF. 2018

COSTA, H.S. Estação de transferência de resíduos sólidos domiciliares: Histórico e proposta de procedimentos para o seu planejamento e controle operacional. **HOLOS Environment**, v.5, n.1, 2005

DE PAULA, M B; SOUZA-PINTO, H. A importância das cooperativas de reciclagem na consolidação dos canais reversos de resíduos sólidos urbanos pós-consumo. In: Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais. XIII.São Paulo, 2010. **Anais...** São Paulo - SP.

DOTTO, A. C.; CUNHA, D. da R. Tutela ambiental constitucional. **Revista CEPPG – CESUC – Centro de Ensino Superior de Catalão**, n. 22, p. 187-198. 2010.

DUTRA, M. T. D.; NUNES, A. T. Percepção ambiental sobre a gestão de resíduos sólidos: estudo de caso do conjunto residencial Pernambuco. **RG&SA**. v. 4, n. 2. 2015

FELISAKI, F., STOFFEL, J. A. A terceirização da coleta do lixo urbano: o caso de Nova Esperança - PR. III Congresso Nacional de Pesquisa em Ciências Sociais Aplicadas. **Anais...** Francisco Beltrão. Paraná. 2014

FERNANDES, V., SAMPAIO, C. A. C. Problemática ambiental ou problemática sócio ambiental? A natureza da relação. **Desenvolvimento e meio ambiente**, Curitiba, n. 18, 87-94, jul./dez. 2008

FERREIRA, C. F. A., JUCÁ, J. F. T. Metodologia para avaliação dos consórcios de resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais. **Eng Sanit Ambient.** v.22 n.3. maio/jun 2017

FIPE. Fundação de Pesquisas Econômicas. **Aspectos técnicos/ econômico-financeiros da implantação, manutenção, operação e encerramento de aterros sanitários**. Relatório de pesquisa. São Paulo, SP. 2017. Disponível em: <<https://selur.org.br/wp-content/uploads/2017/06/fipe-relatório-aspectos-economico-financeiros-aterros.pdf>>

FLORES, C. D. **Territórios de identidade na Bahia: Saúde, educação, cultura e meio ambiente frente à dinâmica Territorial**. Programa de Pós-graduação em Geografia. Dissertação de mestrado. Universidade Federal da Bahia. Salvador, BA. 2003.

FOUCALT, M. **A arqueologia do saber**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2007

_____, M. **A ordem do discurso**. Aula inaugural no Collège de France, pronunciada em 2 de dezembro de 1970. 14ª edição: novembro de 2006. Edições Loyola, São Paulo, Brasil, 1996.

FRIZON, L., SALVIA, A. L., SILVA, L., BRANDLI, L. L. Análise de sustentabilidade de indicadores de resíduos sólidos. XXIV Seminário de Iniciação Científica. **Anais...** [S.l.], set. 2016. ISSN 2318-2385. Disponível em: <<https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/7046>>. Acesso em: 04 jul. 2019.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Crêterios e Procedimentos para Aplicações de Recursos Financeiros**. [Online]. 2017. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/criterios-e-procedimentos-para-aplicacoes-de-recursos-financeiros>> Acesso em: 08 jul. 2019.

GALBIATI, A. F. **O Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos e a Reciclagem**. Disponível em: <<http://www.amda.org.br/objeto/arquivos/97.pdf>> Acesso em: 04 jul. 2019.

GODECKE, M. V., NAIME, R. H., FIGUEIREDO, J. A. S. O consumismo e a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. v(8), nº 8, p. 1700-1712. 2012.

GODOY, M. R. B. Dificuldades para aplicar a Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil. **Caderno de Geografia**, v.23, n.39. 2013

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência e Saúde Coletiva**.17(6). 1503-1510. 2012.

GUANAMBI. **Lei municipal nº 713, de 22 de março de 2013**. Ratifica Protocolo de Intenções para a constituição do Consórcio. Guanambi, BA, mar 2013.

_____. **Projeto de melhoria da estrutura de equipamentos públicos e de programas de saúde do Município de Guanambi** [internet]. Disponível em: <portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=16801-guanambi-ba&Itemid=30192> Acessado em 26 de outubro de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Perfil dos municípios brasileiros 2013**. Rio de Janeiro: IBGE, 2014

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Resultados do universo do Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2012.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>

JARDIM, N. S.; WELLS, C.; CONSONI, A. J.; AZEVEDO, R. M. B. de. **Gerenciamento Integrado do Lixo Municipal**. In: VILHENA, A. Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado 4. ed. São Paulo. CEMPRE, 2018

LOPES, I. LEAL, B. G. Índice de aridez e tendência a desertificação para estações meteorológicas nos estados da Bahia e Pernambuco. **Revista Brasileira de Climatologia**. Vol. 17. 2015

MACHADO, V. F. A Produção do Discurso do Desenvolvimento Sustentável: de Estocolmo à Rio-92. III Encontro da ANPPAS. **Anais...** 23 a 26 de maio de 2006. Brasília-DF

MANCINI, S. D.; FERRAZ, J. L.; BIZZO, W. A. **Resíduos Sólidos**. In: Rosa AH, Fraceto LF, Moschini-Carlos V. (Org.). Meio Ambiente e Sustentabilidade. Porto Alegre: Bookman, p. 346-374. 2012

MARICATO, H. Cidades no Brasil: neodesenvolvimentismo ou crescimento periférico predatório? **Revista Política Social e Desenvolvimento**. Como enfrentar a Crise das Cidades? v. 1, n. 1, ano 1. 2013

MARRA, A. B. **Gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil e em Portugal: análise dos planos de resíduos sólidos e da disposição ambientalmente adequada**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalurgia e Materiais. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2016

MATOS, F., DIAS, R. A gestão dos resíduos sólidos e a formação de consórcios intermunicipais. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.4, n.3, p. 501-519, set/dez. 2011

MEADOWS, D. et al. **Os limites do crescimento**. São Paulo: Perspectiva, 1972

MEDEIROS, R. B. **Estudo de viabilidade de implantação de estação de transferência de resíduos sólidos urbanos na região metropolitana de Florianópolis**. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. 2013.

- MEDINA, M. Informal recycling and collection of solid wastes in developing countries: issues and opportunities. **United Nations University Working Paper**. Tokyo, no . 24, 1997. Disponível em: <<http://www.gdrc.org/uem/waste/swm-ias.pdf>>
- MORAES, L. R. S., BORJA, P. C. Gestão integrada e sustentável: novo paradigma para os resíduos sólidos urbanos no Brasil e na Bahia. **Revista do Instituto Politécnico da Bahia**, n. 21-E, ano 8, p.16-21, mar. 2015
- NARUO, M. K. **O estudo do consórcio entre municípios de pequeno porte para disposição final de resíduos sólidos urbanos utilizando sistema de informações geográficas**. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Estruturas. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. São Carlos, SP. 2003.
- NASCIMENTO, V F; SOBRAL, A C; ANDRADE, P R; OMETTO, J P H B. Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Revista Ambiente & Água**. vol. 10 nº. 4 Taubaté, 2015.
- NUNES, R. R., SILVA, R. A. Transbordo de resíduos sólidos. **Revista pensar Engenharia**, 3(1), 1-18. 2015.
- ONU. Organização das Nações Unidas. **Brasil produziu 1,4 milhão de toneladas de resíduos eletrônicos em 2014, afirma novo relatório da ONU**. 2015 Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/brasil-produziu-14-milhao-de-toneladas-de-residuos-eletronicos-em-2014-afirma-novo-relatorio-da-onu/>>
- _____. Organização das Nações Unidas. **Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2016 Disponível em: <<http://www.br.undp.org/content/dam/brazil/docs/agenda2030/undp-br-Agenda2030-completo-pt-br-2016.pdf>>
- PARÁ. Secretaria de Meio Ambiente. **Proposta de Regionalização da Gestão dos Resíduos Sólidos no Estado do Pará**. 2013. Disponível em: <https://www.sema.pa.gov.br/download/RelatorioRegionalizacao_22-04-2013.pdf>
- PEREIRA, C. P.; FRANCO, D.; CASTILHO JR, A. B. Implantação de Estação de Transferência de Resíduos Sólidos Urbanos utilizando Tecnologia SIG. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**. n. 27. p. 71-84. 2013.
- PETHECHUST, E R B; CASIMIRO, L M S M. O direito à cidade: eficiência da política nacional de resíduos sólidos à luz da análise econômica do direito. **Revista de Direito da Cidade**. Vol. 08, nº 1. 2016.
- PHILIPPI Jr, A., AGUIAR, A. **Os Resíduos Sólidos: Características e Gerenciamento**. In: A Phillippi Jr. Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri, SP. Editora Manole. 2005
- PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo – SP, 1999

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Estudo sobre o Potencial de geração de energia a partir de resíduos de Saneamento (lixo, esgoto), visando incrementar o uso de biogás como fonte alternativa de energia renovável.** 2010

QUERINO, L.A.L.; PEREIRA, J.P.G.; Geração de resíduos sólidos: A percepção da população de São Sebastião de Lagoa de Roca, Paraíba, **Revista Monografias Ambientais.** v. 15, n.1, p.404-415. 2016

RIBEIRO, R. L. P. **Análise da viabilidade ambiental e econômica para implantação de aterro sanitário em Sarandi – RS.** Curso de Graduação em Engenharia Ambiental. Trabalho de conclusão de curso. Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, RS. 2011.

ROCHA, C. M. C.; MOURA JR., A. M.; MAGALHÃES, K. M. (2012). Gestão de Resíduos Sólidos: Percepção Ambiental de Universitários em uma Instituição de Ensino Superior Brasileira. **Rev. Eletrônica Mestr. Educ. Ambient.** ISSN 1517-1256, V. 29.

RODRIGUES, P. S. H. **Análise de viabilidade econômica de um aterro sanitário para cidade de pequeno porte.** Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Ilha Solteira. 2008

RUSSO, M. A. T. **Tratamento de Resíduos Sólidos.** Universidade de Coimbra, 2003. Disponível em: Acesso em: 07 mar. 2017.

SACHS, J. D. **A guerra da plutocracia americana ao desenvolvimento sustentável.** Negócios. Disponível em: <<https://www.jornaldenegocios.pt/opiniao/economistas/detalhe/a-guerra-da-plutocracia-americana-ao-desenvolvimento-sustentavel>>

SAMPAIO, R. J.; BONFIM, D. A.; SANTOS, J. O.; SILVA JUNIOR, M. F. A gestão de resíduos sólidos urbanos: impasses políticos, técnicos, legais e metodológicos. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 2014, p. 87-101, 2014

SEVERI, F. C. Os catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis na Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Revista Direito e Práxis.** Vol. 5, n. 8, pp. 152-171, 2014

SILVA NETO, J. C.; DUARTE, P. A.; PFEIFFER, S. C.; COTRIM, S. L. S. Estimativa dos custos de implantação de aterros sanitários nas bacias dos rios São Francisco e Parnaíba. 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. In: **Anais Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.** Porto Alegre, RS. 2011,

SILVA, J. M. L., BARBOSA, L. C. F., LEAL, I. R., TABARELLI, M. The Caatinga: Understanding the Challenges. In: SILVA, J. M. L., LEAL, I. R., TABARELLI, M. Caatinga. Miami, Flórida. Springer. 2017. ISBN 978-3-319-68339-3

SILVEIRA, R. C. E. Consórcios públicos de resíduos sólidos no Brasil: uma análise do perfil da gestão compartilhada no território. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional.** Blumenau, 4 (2), P. 49-77. 2016

SINIR. Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos. **Diagnóstico dos serviços de resíduos sólidos.** Site institucional, 2019. Disponível em: <<http://app4.cidades.gov.br/serieHistorica/>>

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos serviços de resíduos sólidos**. Site institucional, 2019. Disponível em: <
<http://app4.cidades.gov.br/serieHistorica/>>

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário sobre o Sistema Municipal de Meio Ambiente

1. Assinale abaixo quais exigências legais previstas na Lei Complementar n° 140/2011 que o município atende.
 - Política Municipal de Meio Ambiente
 - Técnicos próprios para o licenciamento e a fiscalização
 - Conselho Municipal de Meio Ambiente
 - Fundo Municipal de Meio Ambiente

2. Se possui técnicos próprios, quais são as especialidades dos mesmos?
 - Biólogo
 - Engenheiro Ambiental
 - Engenheiro Agrônomo
 - Engenheiro Florestal
 - Engenheiro de Minas

3. A secretaria de meio ambiente é vinculada a outra?
 - Sim
 - Não
 Se sim, qual? _____

4. Assinale abaixo outras leis municipais com enfoque na Área Ambiental existentes no Município
 - Lei Orgânica Municipal
 - Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo Urbano
 - Código de Posturas Municipal
 - Código de Obras
 - Plano de Diretor Municipal
 Outro(s): _____

5. Em relação ao gerenciamento dos resíduos sólidos no município, assinale o que há atualmente no município, de acordo com os instrumentos do PNRS
 - PMGIRS
 - Coleta Seletiva dos Materiais
 - Ações de educação Ambiental
 - Cooperativa de Catadores
 Outro(s): _____

6. Quem realiza coleta de resíduos de construção civil?
 - Prefeitura
 - Empresa especializada
 - Carroceiros

7. Quem realiza coleta de resíduos de serviço de saúde?
 - Prefeitura
 - Empresa especializada
 - Coleta-se junto com os resíduos domiciliares

APÊNDICE B – Distância entre os municípios em quilômetros

	Caculé	Caetité	Candiba	Guanambi	Ibiassucê	Igaporã	Iuiú	Lagoa Real	Malhada	Matina	Palmas de Monte Alto	Pindaí	Riacho de Santana	Rio do Antônio	Sebastião Laranjeiras	Tanque Novo	Urandi
Caculé		72,3	141	112	26	118	210	62,5	221	151	155	73,5	149	34,6	211	148	70
Caetité	72,3		68,7	40,4	46,4	46,1	138	58	149	79	82,7	71,9	77,5	74,6	139	76,1	106
Candiba	141	68,7		30,8	115	108	107	126	118	72,8	52	28,6	114	143	107	138	60,7
Guanambi	112	40,4	30,8		86,1	94,9	99	97,8	110	40,6	43,9	34,8	82,1	114	100	109	67
Ibiassucê	26	46,4	115	86,1		92,1	184	36,5	195	125	129	120	167	37,1	185	122	95,4
Igaporã	118	46,1	108	94,9	92,1		177	104	188	24,1	122	113	32,4	120	160	62,6	131
Iuiú	210	138	107	99	184	177		195	40,2	137	59,3	132	179	212	111	207	164
Lagoa Real	62,5	58	126	97,8	36,5	104	195		207	137	140	132	135	55,1	196	134	164
Malhada	61,3	149	118	110	195	188	40,2	207		147	148	143	190	223	122	70,3	175
Matina	151	79	72,8	40,6	125	24,1	137	137	147		80,7	76	41,8	154	137	70,3	108
Palmas de Monte Alto	155	82,7	52	43,9	129	122	59,3	140	148	80,7		77	124	157	54,8	152	109
Pindaí	73,5	71,9	28,6	34,8	120	113	132	132	143	76	77		119	148	132	143	33,4
Riacho de Santana	149	77,5	114	82,1	167	32,4	179	135	190	41,8	124	119		151	178	77,3	149
Rio do Antônio	34,6	74,6	143	114	37,1	120	212	55,1	223	154	157	148	151		213	151	180
Sebastião Laranjeiras	211	139	107	100	185	160	111	196	122	137	54,8	132	178	213		208	51,8
Tanque Novo	148	76,1	138	109	122	62,6	207	134	70,3	70,3	152	143	77,3	151	208		175
Urandi	70	106	60,7	67	95,4	131	164	164	175	108	109	33,4	149	180	51,8	175	

APÊNDICE C – Projeção populacional e projeção do quantitativo de RDO

Cidade	2019			2042			Volume acumulado (m ³)	Área requerida (ha)
	População	RDO (Kg/hab.dia)	RDO (ton/dia)	População*	RDO (Kg/hab.dia)	RDO (ton/dia)		
Caculé	13.982	0,51	8,18	14.167	0,64	9,84	9.1836,63	2,37
Caetité	31.643	0,58	21,25	32.062	0,74	23,61	238.704,68	6,16
Candiba	8.650	0,84	8,41	8.765	1,07	9,35	94.504,11	2,44
Guanambi	68.507	0,78	61,48	69.414	0,98	68,31	690.544,93	17,82
Ibiassucê	4.409	0,50	2,55	4.467	0,63	2,84	28.672,49	0,74
Igaporã	8.272	0,26	2,44	8.382	0,32	2,71	27.435,06	0,71
Iuiú	5.526	0,19	1,18	5.599	0,23	1,31	13.296,52	0,34
Lagoa Real	3.230	0,27	2,03	3.273	0,34	1,12	11.342,83	0,29
Malhada	7.063	0,13	1,06	7.157	0,17	1,19	11.942,30	0,31
Matina	3.892	0,26	1,14	3.944	0,32	1,26	12.780,47	0,33
Palmas de Monte Alto	10.673	0,26	3,15	10.814	0,32	3,50	35.398,26	0,91
Pindaí	4.644	0,70	3,76	4.706	0,89	4,18	4.2281,03	1,09
Riacho de Santana	15.483	0,83	14,79	15.688	1,05	16,43	166.136,23	4,29
Rio do Antônio	5.993	0,51	3,50	6.072	0,64	3,90	39.363,25	1,02
Sebastião Laranjeiras	4.606	0,15	0,81	4.667	0,19	0,89	9.075,94	0,23
Tanque Novo	8.918	0,51	5,21	9.036	0,64	5,80	58.575,25	1,51
Urandi	6.260	0,50	3,59	6.343	0,63	3,89	40.302,76	1,04

*Projeção populacional baseado em taxa de crescimento do IBGE (2019) para o Estado da Bahia

APÊNDICE D – Memorial descritivo do dimensionamento do aterro

O dimensionamento do aterro pode ser dividido em cinco etapas. A primeira o custo relacionado aos investimentos iniciais ligados a compra do terreno e obras de infraestrutura; a segunda, os custos relacionados a operação deste aterro; a terceira, os custo de manutenção e monitoramento do sistema; na quarta etapa, os custos de fechamento do aterro; e, por fim, pós-fechamento, com o monitoramento da área e dos impactos.

1. Custo de investimento

O custo de investimento foi calculado a partir da equação

$$I = C_T + C_E + C_V + C_{DR} + C_{ST} \quad (1)$$

Onde

C_T é o custo do terreno (R\$)

C_E é o custo dos equipamentos (R\$)

C_V Custo das valas

C_{DR} Custo de drenagem

C_{ST} Custo do sistema de tratamento

1.1. Custo do terreno

Para o cálculo do custo do terreno para instalação do aterro, utilizou-se o custo de R\$ 1,50/m² para área de cada município.

1.2. Custo dos equipamentos

Ao custo dos equipamentos, inclui-se o trator escavadeira (TE) e de uma retroescavadeira (RE)

$$TE = \text{R\$ } 494.062,5$$

$$RE = \text{R\$ } 240.487,8$$

1.3. Custo das valas

O custo das valas do aterro pode ser calculado por

$$C_V = D_{EV} + D_{CV} + C_{MP} \quad (2)$$

Onde:

D_{EV} são as despesas para a escavação das valas

D_{CV} as despesas para a compactação das valas

C_{MP} o custo da manta PEAD

1.3.1. Despesas de escavação das valas

$$D_{EV} = PO_{RE} \cdot V + (C_C + C_{col}) \cdot Q \quad (3)$$

Onde

PO_{RE} : o preço do serviço do operador de retroescavadeira (R\$ 162/hora ou 0,2m³/h)

V : o volume de escavação total do aterro

C_C : o custo de combustível (R\$ 3,69)

C_{col} : custo de óleo e lubrificante (R\$ 13,8)

Q : quilometragem percorrida

1.3.2. Despesas para a compactação das valas

$$D_{CV} = PO_{RC} \cdot V + (C_C + C_{col}) \cdot Q \quad (4)$$

Onde

PO_{RC} : o preço do serviço do operador rolo compactador (R\$ 23,48/hora ou 0,14m³/h)

V : o volume de escavação total do aterro

C_C : o custo de combustível (R\$ 3,69)

C_{col} : custo de óleo e lubrificante (R\$ 13,8)

Q : quilometragem percorrida

1.3.3. Custo da manta PEAD

$$C_{MP} = P_{MP} \cdot A$$

Onde

P_{MP} : Preço da manta PEAD

A : Área das valas

1.4. Custo de drenagem e do sistema de tratamento

C_{DR} : custo de drenagem (R\$ 223.017,8 - valor corrigido a partir da inflação)

C_{ST} Custo do sistema de tratamento (R\$ 109.896,6 - valor corrigido a partir da inflação)

2. CUSTO DE OPERAÇÃO

$$C_O = C_R + C_D + C_{EC} + C_R + C_{RA}$$

Onde

C_R : Custo de recebimento

C_D : Custo de descarga

C_{EC} : Custo de espalhamento e compactação

C_R : Custo de recobrimento

C_{RA} : Custo de raspagem

2.1.Custo de recebimento

$$C_R = 13,3.SM_F.(1 + ES) + 13,3.SM_G.(1 + ES)$$

Onde

SM_F : Salário fiscal (R\$ 998,00)

SM_G : Salário encarregado geral (R\$ 998,00)

ES : Encargos Sociais (72,82 %)

2.2.Custo de descarga

$$C_D = 13,3.DA_o.(1 + ES)$$

Onde

DA_o : Salário ajudante de operação (R\$ 998,00)

ES : Encargos Sociais (72,82 %)

2.3.Custo de espalhamento e compactação

$$C_{EC} = 13,3.SO_{TE}.(1 + ES) + (C_C.F_C + C_{OL}).Q$$

Onde

SO_{TE} : Despesas com operador do trator de esteira (R\$ 998,00)

ES : Encargos Sociais (72,82 %)

C_C : Custo do litro de combustível (R\$ 3,69)

F_C : Fator de consumo de combustível trator de esteira (R\$ 1,82 km/l)

C_{OL} : Custo do litro do óleo lubrificante (R\$ 6,90)

Q : Quilometragem de operação

2.4.Custo de recobrimento

$$C_R = 13,3.SM_{CB}.(1 + ES) + (C_C.F_C + C_{OL}).Q + P_T.V$$

Onde

SM_{CB} : Despesas com motorista do caminhão basculante (R\$ 1.996,00)

ES : Encargos Sociais (72,82 %)

C_C : Custo do litro de combustível (R\$ 3,69)

F_C : Fator de consumo de combustível trator de esteira (R\$ 0,000242 km/l)

C_{OL} : Custo do litro do óleo lubrificante (R\$ 6,90)

Q : Quilometragem de operação

P_T : Preço do solo de recobrimento (R\$ 47,13 m³)

V : Volume do solo de recobrimento

2.5.Custo de raspagem

$$C_{RA} = 13,3RA_{SG} \cdot (1 + ES)$$

Onde

RA_{SG} : Salário ajudante de serviços gerais (R\$ 998,00)

ES : Encargos Sociais (72,82 %)

3. CUSTO DE MANUTENÇÃO

$$C_M = C_{TC} + C_{AM} + C_{SD}$$

Onde

C_{TC} : Custo de tratamento de chorume

C_{AM} : Custo de monitoramento ambiental

C_{SD} : Custo de serviços diversos

3.1.Custo de tratamento de chorume

$$C_{TC} = 13,3 \cdot S_{TC} \cdot (1 + ES)$$

Onde

S_{TC} : Salário de técnico de campo (R\$ 1996,00)

ES : Encargos Sociais (72,82 %)

3.2.Custo de monitoramento ambiental

$$C_{AM} = (C_C + C_{OL}) \cdot Q + C_{AS} + C_{ASB} + C_{CH}$$

C_C : Custo de combustível gasto no transporte das amostras (R\$ 3,69)

C_{OL} : Custo do litro do óleo lubrificante (R\$ 6,90)

Q : Quilometragem percorrida no transporte das amostras

C_{AS} : Custo da análise das amostras de água superficial (R\$ 614,00)

C_{ASB} : Custo da análise das amostras de água subterrânea (R\$ 614,00)

C_{CH} : Custo da análise das amostras de chorume (R\$ 614,00)

3.3. Custo de tratamento de serviços diversos

$$C_{SD} = 13,3 \cdot S_{SD} \cdot (1 + ES)$$

Onde

S_{TC} : Salário servente de serviços diversos (R\$ 998,00)

ES : Encargos Sociais (72,82 %)

4. CUSTO FECHAMENTO

4.1. Custo de recobrimento

$$C_R = 13,3 \cdot SM_{CB} \cdot (1 + ES) + (C_C \cdot F_C + C_{OL}) \cdot Q + P_T \cdot V$$

Onde

SM_{CB} : Despesas com motorista do caminhão basculante (R\$ 1.996,00)

ES : Encargos Sociais (72,82 %)

C_C : Custo do litro de combustível (R\$ 3,69)

F_C : Fator de consumo de combustível trator de esteira (R\$ 0,000242 km/l)

C_{OL} : Custo do litro do óleo lubrificante (R\$ 6,90)

Q : Quilometragem de operação

P_T : Preço do solo de recobrimento (R\$ 47,13 m³)

V : Volume do solo de recobrimento

5. CUSTO PÓS-FECHAMENTO

$$C_M = C_{AM} + C_{VI}$$

Onde

C_{AM} : Custo do monitoramento ambiental

C_{SD} : Custo de vigilante

5.1. Custo de monitoramento ambiental

$$C_{AM} = (C_C + C_{OL}) \cdot Q + C_{AS} + C_{ASB} + C_{CH}$$

C_C : Custo de combustível gasto no transporte das amostras (R\$ 3,69)

C_{OL} : Custo do litro do óleo lubrificante (R\$ 6,90)

Q : Quilometragem percorrida no transporte das amostras

C_{AS} : Custo da análise das amostras de água superficial (R\$ 614,00)

C_{ASB} : Custo da análise das amostras de água subterrânea (R\$ 614,00)

C_{CH} : Custo da análise das amostras de chorume (R\$ 614,00)

5.2.Custo do vigilante

$$C_{SD} = 13,3 \cdot S_{VI} \cdot (1 + ES)$$

Onde

S_{TC} : Salário de dois vigilantes (R\$ 1.996,00)

ES : Encargos Sociais (72,82 %)

APÊNDICE E – Dados de entrada dos municípios para o cálculo do custo final do aterro

	volume total (m ³)	Comprimento (m)	Área superficial (km ²)	Área do fundo da vala (km ²)	Caminhões	Ajudantes	Coleta (km/dia.caminhão)	Compactação (km)	Recobrimento (km)	Volume de solo (m ³)	Transporte amostra (km)
Caculé	91.836	118,50	0,0237	0,0178	1	2	80,40	1.691,6	773,4	9.183,66	1928
Caetité	23.8705	308,01	0,0616	0,0462	2	4	208,97	4.396,8	2.010,3	23.870,47	1896
Candiba	94.504	121,94	0,0244	0,0183	1	2	82,73	1.740,7	795,9	9.450,41	2440
Guanambi	69.0545	891,03	0,1782	0,1337	5	10	604,52	12.719,4	5.815,6	69.054,49	2216
Ibiassucê	28.673	37,00	0,0074	0,0055	1	2	25,10	528,1	241,4	2.867,25	1720
Igaporã	27.435	35,40	0,0071	0,0053	1	2	24,02	505,3	231,0	2.743,51	2400
Iuiú	13.296	17,16	0,0034	0,0026	1	2	11,64	244,9	112,0	1.329,65	2992
Lagoa Real	11.343	14,64	0,0029	0,0022	1	2	19,98	420,5	192,2	1.134,28	1736
Malhada	11.942	15,41	0,0031	0,0023	1	2	10,45	220,0	100,6	1.194,23	3080
Matina	12.780	16,49	0,0033	0,0025	1	2	11,19	235,4	107,6	1.278,05	2528
Palmas de Monte Alto	35.398	45,68	0,0091	0,0069	1	2	30,99	652,0	298,1	3.539,83	2552
Pindaí	42.281	54,56	0,0109	0,0082	1	2	37,01	778,9	356,1	4.228,10	2480
Riacho de Santana	166.136	214,37	0,0429	0,0322	2	4	145,44	3.060,1	1.399,2	16.613,62	2512
Rio do Antônio	39.363	50,79	0,0102	0,0076	1	2	34,46	725,0	331,51	3.936,32	1624
Sebastião Laranjeiras	9.075	11,71	0,0023	0,0018	1	2	7,95	167,2	76,44	907,59	3000
Tanque Novo	58.575	75,58	0,0151	0,0113	1	2	51,28	1.078,9	493,31	5.857,52	2504
Urandi	40.302	52,00	0,0104	0,0078	1	2	35,28	742,3	339,42	4.030,28	4116

APÊNDICE F – Tempo de execução e Custo Final de cada de etapa dos ASI

Cidade \ Tempo	Implantação	Operação	Manutenção	Fechamento	Pós-Fechamento	Custo final
	2 anos	20 anos	20 anos	20 anos	20 anos (após operação)	
Caculé	1.137.737,9	5.047.504,4	1.814.625,1	45.878,2	1.309.965,1	9.355.710,8
Caetité	1.244.526,8	5.739.699,3	1.811.946,9	45.878,3	1.307.286,9	10.149.338,2
Candiba	1.139.676,9	5.060.076,3	1.688.615,2	45.878,2	1.352.816,8	9.287.063,4
Guanambi	1.573.063,5	7.869.240,2	1.671.572,0	45.878,6	1.334.069,2	12.493.823,4
Ibiassucê	1.091.810,7	4.749.809,3	1.633.833,3	45.878,2	1.292.556,7	8.813.888,2
Igaporã	1.090.911,0	4.743.977,3	1.685.571,8	45.878,2	1.349.469,0	8.915.807,3
Iuiú	1.080.630,7	4.677.342,9	1.730.614,7	45.878,2	1.399.016,2	8.933.482,7
Lagoa Real	1.079.210,2	4.668.134,0	1.635.050,7	45.878,2	1.293.895,8	8.722.168,8
Malhada	1.079.646,1	4.670.959,3	1.626.529,1	45.878,2	1.284.522,0	8.707.534,6
Matina	1.080.255,5	4.674.909,6	1.695.310,8	45.878,2	1.360.181,9	8.856.536,0
Palmas de Monte Alto	1.096.701,1	4.781.508,2	1.697.136,9	45.878,2	1.362.190,6	8.983.414,9
Pindaí	1.101.705,6	4.813.946,9	1.691.658,7	45.878,2	1.356.164,6	9.009.353,9
Riacho de Santana	1.191.761,7	5.397.681,3	1.694.093,4	45.878,3	1.358.842,8	9.688.257,5
Rio do Antônio	1.099.584,1	4.800.195,3	1.626.529,1	45.878,2	1.284.522,0	8.856.708,6
Sebastião Laranjeiras	1.077.561,9	4.657.450,0	1.731.223,4	45.878,2	1.399.685,8	8.911.799,3
Tanque Novo	1.113.553,3	4.890.742,2	1.693.484,7	45.878,2	1.358.173,2	9.101.831,6
Urandi	1.100.267,2	4.804.623,3	1.816.135,4	45.878,2	1.493.088,9	9.259.992,9

APÊNDICE G – Dimensionamento das et dos dois cenários avaliados

Cenário 1

Estação de transbordo	Capacidade		Silo			RSU por silo				Dimensões ET			Custo R\$ (2003)	Custo R\$ (2019)
	RDO (ton/dia)	Volume (m³/dia)	Largura (m)	Comp. (m)	Quant.	Altura (m)	Volume (m³)	Massa (ton)	Comp. (m)	Largura (m)	Área (m²)	Perímetro (m)		
1 Caetité	21,25	30,36	6	6	2	0,42	15,18	10,65	44	29	1.276,0	146,0	125.458,0	327.757,2
2 Candiba	8,41	12,01	6	6	1	0,33	12,01	8,41	37	29	1.084,6	132,8	85.242,0	222.693,2
3 Caculé	8,17	11,67	6	5	1	0,39	11,67	8,17	36	29	1.052,7	130,6	85.242,0	222.693,2
4 Iuiú	1,18	1,69	6	5	1	0,05	1,68	1,18	36	29	1.052,7	130,6	85.242,0	222.693,2
5 Palmas de Monte Alto	3,15	4,50	6	5	1	0,15	4,50	3,15	36	29	1.052,7	130,6	85.242,00	222.693,2

Cenário 2

Estação de transbordo	Capacidade		Silo			RSU por silo				Dimensões ET			Custo R\$ (2003)	Custo R\$ (2019)
	RDO (ton/dia)	Volume (m³/dia)	Largura (m)	Comp. (m)	Quant.	Altura (m)	Volume (m³)	Massa (ton)	Comp. (m)	Largura (m)	Área (m²)	Perímetro (m)		
1 Caetité	21,25	30,36	6	6	2	0,42	15,18	10,65	44	29	1.276,0	146,0	125.458,0	327.757,2
2 Malhada/Iuiú	2,24	3,20	6	5	1	0,11	3,20	2,24	36	29	1.052,7	130,6	85.242,0	222.693,2
3 Palmas de Monte Alto	3,15	4,50	6	5	1	0,15	4,50	3,15	36	29	1.052,7	130,6	85.242,0	222.693,2
4 Tanque Novo	5,21	7,44	6	5	1	0,25	7,44	5,21	36	29	1.052,7	130,6	85.242,0	222.693,2

APÊNDICE H – Dimensionamento dos aterros sanitários dos dois cenários avaliados

		CENÁRIO 1											
		População do arranjo	RDO (ton/dia)	Volume requerido (m ³)	Comp. (m)	Área superficial (km ²)	Área do fundo da vala (km ²)	Nº caminhões	Nº ajudan	Coleta (km/dia.ca minhão)	Compactaçã o (km)	Recobrim ento (km)	Volume de solo (m ³)
Arranjo 1	Caetité	59.290	36,62	869.975,2	1.122,5	0,225	0,168	6	12	360,10	7.576,68	3.464,25	86.997,5
	Igaporã												
	Matina												
	Riacho de Santana												
Arranjo 2	Candiba	92.474	76,80	1.764.325,3	2.276,5	0,455	0,341	8	16	755,20	15.889,92	7.265,28	176.432,5
	Guanambi												
	Palmas de Monte Alto												
	Pindaí												
Arranjo 3	Caculé	26.546	12,63	267.468,8	345,1	0,069	0,052	3	6	124,20	2.613,15	1.194,80	26.746,9
	Licínio de Almeida												
	Urandi												
Arranjo 4	Iuiú Malhada	12.589	2,25	50.477,6	65,1	0,013	0,010	2	4	22,13	465,53	212,85	5.047,8
Arranjo 5	Ibiassucê Rio do Antônio	10.402	6,06	136.071,5	175,6	0,035	0,026	2	4	59,59	1.253,81	573,28	13.607,1
Arranjo 6	Lagoa Real	3.230	2,03	22.685,7	29,3	0,003	0,003	1	2	19,98	420,5	192,2	1.134,3
Arranjo 7	Sebastião Laranjeiras	4.606	0,81	19.769,4	25,5	0,003	0,002	1	2	7,95	167,2	76,44	907,6

CENÁRIO 2

		População do arranjo	RDO (ton/dia)	Volume requerido (m ³)	Comp. (m)	Área superficial (km ²)	Área do fundo da vala (km ²)	Nº caminhões	Nº ajudan	Coleta (km/dia.ca minhão)	Compactaçã o (km)	Recobrim ento (km)	Volume de solo (m ³)
Arranjo 1	Igaporã Riacho de Santana Tanque Novo	32.673	22,44	252.146,54	325,35	0,065	0,049	4	8	220,73	4.644,39	2.123,54	25.214,7
Arranjo 2	Caetité Guanambi Matina	104.042	83,86	942.030,07	1215,52	0,243	0,182	8	16	824,67	17.351,64	7.933,62	94.203,0
Arranjo 3	Iuiú Malhada Palmas de Monte Alto Sebastião Laranjeiras	27.868	6,21	69.713,02	89,95	0,018	0,013	4	8	61,03	1.284,07	587,11	6971,3
Arranjo 4	Caculé Ibiassucê Lagoa Real Rio do Antônio	27.614	16,26	171.215,21	220,92	0,044	0,033	4	8	159,93	3.365,14	1.538,63	17.121,5
Arranjo 5	Candiba Pindaí Urandi	19.554	15,76	177,087,89	228,50	0,046	0,034	4	8	155,03	3.261,85	1.491,40	17.708,8

APÊNDICE I – Memorial descritivo do dimensionamento dos custos de transporte

1. CUSTO DE TRANSPORTE

$$C_{TR} = [(C_F \cdot T) + (C_V \cdot Q_o)] \cdot F$$

Onde

C_F : custos fixos

T : tempo de operação do aterro sanitário

C_V : custos variáveis

Q_o : quilometragem percorrida

F : frota de veículos

1.1. Custos Fixos

$$CF = D + R_C + D_M + D_{AJ} + S + IN$$

Onde

D : Depreciação

R_C : Remuneração do capital

D_M : Despesas com motorista

D_{AJ} : Despesas com ajudante

S : Seguros

I_M : Impostos

1.1.1. Depreciação

$$D = \frac{C_o - R}{n}$$

Onde

C_o : Custo original do veículo de coleta (R\$ 215.000,00)

R : Valor residual do veículo (R\$ 43.000,00)

n : vida útil (10 anos)

1.1.2. Remuneração do capital

$$R_C = \frac{2,4 + (n + 1) \cdot i \cdot C_o}{n}$$

Onde

n : vida útil (10 anos)

i : taxa de juros (Selic 6%)

C_o : Custo original do veículo de coleta (R\$ 215.000,00)

1.1.3. Despesas com motorista

$$D_M = (S_M \cdot 13,3) \cdot (1 + ES)$$

Onde

S_M : salário do motorista (R\$ 1996,00)

ES : Encargos Sociais (72,82 %)

1.1.4. Despesas com ajudante

$$D_M = (S_{AJ} \cdot 13,3) \cdot (1 + ES)$$

Onde

S_{AJ} : salário do ajudante (R\$ 998,00)

ES : Encargos Sociais (72,82 %)

1.1.5. Seguro

$$S = \frac{C_o \cdot 0,05}{n} \cdot N$$

Onde

C_o : Custo original do veículo de coleta (R\$ 215.000,00)

n : vida útil (10 anos)

N : número de veículos

1.1.6. Seguro

$$I_M = \frac{C_o \cdot 0,05}{n} \cdot N$$

Onde

C_o : Custo original do veículo de coleta (R\$ 215.000,00)

n : vida útil (10 anos)

N : número de veículos

1.2. Custos Variáveis

$$C_V = C_B + O_M + O_T + LL + PC_R + P_M$$

Onde

C_B : Custo de combustível

O_M : Custo do óleo do motor

O_T : Custo do óleo de transmissão

LL : Custo de lavagem e lubrificação

PC_R : Custo de pneus, câmaras e recapagens

P_M : Custo de peças e material de oficina

1.2.1. Custo de combustível

$$C_B = \frac{C_C}{C_{méd}}$$

Onde

C_C : Custo do litro de combustível (R\$ 3,69)

$C_{méd}$: Consumo médio (2 km/l)

1.2.2. Custo do óleo do motor

$$O_M = \frac{C_{OL} \cdot V_O}{Q_t}$$

Onde

C_{OL} : Custo do litro do óleo lubrificante (R\$ 6,90)

V_O : Volume do cárter (33 litros)

Q_t : Quilometragem de troca (20.000 km)

1.2.3. Lavagem e lubrificação

$$O_M = \frac{C_{LL} \cdot N_L}{Q_L}$$

Onde

C_{LL} : Custo de execução da lavagem e lubrificação (R\$ 80,00)

N_{LL} : Número mensal de lavagens (2 litros)

Q_L : Quilometragem de lavagem e lubrificação (10.000 km)

1.2.4. Custo de pneus, câmaras e recapagens

$$PC_R = \frac{C_P + C_C + C_R}{Q_P}$$

Onde

C_P : Custo de um pneu (R\$ 579,00)

C_C : Custo de uma câmara (R\$ 60,00)

C_R : Custo de recapagem (R\$ 350,00)

Q_P : Quilometragem que um pneu novo roda a mais que uma recapagem (55.000 km)

1.2.5. Custo de peças e material de oficina

$$P_M = \frac{C_{MAN}}{Q_{MAN}}$$

Onde

C_{MAN} : Valor mensal gasto com manutenção (R\$ 450,00)

Q_{MAN} : Quilometragem rodada a cada manutenção (10.000 km)

APÊNDICE J – Estimativa do custo de transporte intermunicipal de resíduos

CENÁRIO 1

		Distância (km)	RDO (ton)	Tipo de Veículo	Número de viagens por semana	Km (mensal)	Km (total)	Número de caminhões	Custo fixo (R\$)	Custo variável (R\$)	
1	Caetitê (ET) →	Igaporã	46,1	30,36	Caminhão roll-on/roll-off de 70 m ³	3	1.106,4	292.089,6	1	123.492,4	1,59
1	Matina →	Igaporã	24,1	1,13	Caminhão compactador 15 m ³	6	1.156,8	13.881,6	1	125.517,5	1,59
1	Riacho de Santana →	Igaporã	32,4	14,7	Caminhão compactador 15 m ³	6	1.555,2	18.662,4	1	125.517,5	1,59
2	Candiba (ET) →	Guanambi	30,8	12,01	Caminhão roll-on/roll-off de 40 m ³	3	739,2	8.870,4	1	123.492,4	1,59
2	Pindaí →	Guanambi	34,8	3,76	Caminhão compactador 15 m ³	6	1.670,4	20.044,8	1	125.517,5	1,59
2	Palmas de Monte Alto (ET) →	Guanambi	43,9	4,5	Caminhão compactador 15 m ³	3	1.053,6	12.643,2	1	125.517,5	1,59
3	Caculé (ET) →	Lincínio de Almeida	43,8	11,67	Caminhão roll-on/roll-off de 40 m ³	3	1.051,2	12.614,4	1	123.492,4	1,59
3	Urandi →	Lincínio de Almeida	26,5	3,58	Caminhão compactador 15 m ³	6	1.272,0	1.526,4	1	125.517,5	1,59
4	Iúiu →	Malhada	40,2	1,69	Caminhão compactador 15 m ³	6	1.929,6	23.155,2	1	125.517,5	1,59
5	Ibiassucê →	Rio do Antônio	37,1	2,55	Caminhão compactador 15 m ³	6	1.780,8	21.369,6	1	125.517,5	1,59

CENÁRIO 2

		Distância (km)	RDO (ton)	Tipo de Veículo	Número de viagens por semana	Km (mensal)	Km (total)	Número de caminhões	Custo fixo (R\$)	Custo variável (R\$)
1	Riacho de Santana → Igaporã	32,4	14,7	Caminhão compactador 15 m ³	6	1.555,2	410.572,8	1	123.492,4	1,59
1	Tanque Novo → Igaporã	62,6	5,21	Caminhão compactador 15 m ³	6	3.004,8	36.057,6	1	125.517,5	1,59
2	Caetitê (ET) → Guanambi	40,4	21,25	Caminhão roll-on/roll-off de 70 m ³	3	510,0	6.120,0	1	123.492,4	1,59
2	Matina → Guanambi	40,6	1,13	Caminhão compactador 15 m ³	6	54,24	650,88	1	125.517,5	1,59
3	Malhada → ETR	26,7	1,06	Caminhão compactador 15 m ³	6	1281,6	15.379,2	1	125.517,5	1,59
3	Iúiu → ETR	14,5	1,18	Caminhão compactador 15 m ³	6	696,0	8.352,0	1	125.517,5	1,59
3	ETR → Palmas de Monte Alto (ET)	46,7	2,24	Caminhão roll-on/roll-off de 40 m ³	3	1.120,8	13.449,6	1	123.492,4	1,59
3	Palmas de Monte Alto (ET) → Sebastião Laranjeiras	54,8	3,15	Caminhão roll-on/roll-off de 40 m ³	6	2.630,4	31.564,8	1	123.492,4	1,59
4	Rio do Antônio → Ibiassucê	37,1	3,5	Caminhão compactador 15 m ³	6	1.780,8	21.369,6	1	125.517,5	1,59
4	Caculé → Ibiassucê	26	8,17	Caminhão compactador 15 m ³	6	1.248,0	14.976,0	1	125.517,5	1,59
4	Lagoa Real → Ibiassucê	36,5	2,03	Caminhão compactador 15 m ³	6	1.752,0	462.528,0	1	125.517,5	1,59
5	Candiba → Pindaí	28,6	8,41	Caminhão compactador 15 m ³	6	1.372,8	16.473,6	1	125.517,5	1,59
5	Urandi → Pindaí	33,4	3,58	Caminhão compactador 15 m ³	6	171,84	2.062,08	1	125.517,5	1,59

APÊNDICE K – Estimativa do custo de transporte intermunicipal de resíduos

Custos total para o Cenário 1

	Aterro	Transporte	ET	Total
Arranjo 1	13.538.874,8	8.606.722,5	1.894.537,2	24.040.134,5
Arranjo 2	18.393.656,0	8.442.620,1	1.284.813,2	28.121.089,2
Arranjo 3	10.155.155,1	5.642.592,3	1.284.813,2	17.082.560,6
Arranjo 4	9.161.287,1	3.164.823,0	1.284.813,2	13.610.923,3
Arranjo 5	9.399.873,6	3.096.077,4	1.284.813,2	13.780.764,1
Arranjo 6	8.722.168,8	-	-	8.722.168,8
Arranjo 7	8.911.799,3	-	-	8.911.799,3
			Total Cenário	114.269.439,9

Custos total para o Cenário 2

	Aterro	Transporte	ET	Total
Arranjo 1	10.163.852,7	6.692.426,0	1.566.779,9	18.423.058,6
Arranjo 2	13.901.690,7	5.911.504,0	1.389.877,2	21.203.071,9
Arranjo 3	9.267.703,7	11.773.112,0	1.284.813,2	22.325.628,9
Arranjo 4	9.607.923,1	9.448.103,8	1.284.813,2	20.340.840,1
Arranjo 5	9.767.219,8	5.915.612,4		15.682.832,2
			Total Cenário	97.975.431,7