



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL**

IARA JEANICE SOUZA FERREIRA

**Composição gravimétrica de Resíduos Sólidos e estimativa de área
para aterro sanitário em município de pequeno porte da RIDE Polo
Petrolina-PE/Juazeiro-BA.**

JUAZEIRO – BA

2017

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL**

IARA JEANICE SOUZA FERREIRA

**Composição gravimétrica de Resíduos Sólidos e estimativa de área
para aterro sanitário em município de pequeno porte da RIDE Polo
Petrolina-PE/Juazeiro-BA.**

Trabalho apresentado à Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus Juazeiro, como requisito para obtenção do título de Engenheira Agrícola e Ambiental.

Orientador (a): Prof^a. DSc. .Miriam Cleide Cavalcante de Amorim.

JUAZEIRO – BA
2017

	Ferreira, Iara Jeanice Souza
F383c	Composição gravimétrica de Resíduos Sólidos e estimativa de área para aterro sanitário em município de pequeno porte da RIDE Polo Petrolina-PE/Juazeiro-BA. / Iara Jeanice Souza Ferreira. – Juazeiro, 2017.
	xi, 65 f.: il. ; 29 cm.
	Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus, Juazeiro, 2017.
	Orientadora: Prof ^a . Dr ^a Miriam Cleide Cavalcante de Amorim.
	1. Resíduos Sólidos. 2. Gravimetria. I. Título. II. Amorim, Miriam C. Cavalcante de. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.
	CDD 628.44

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Biblioteca SIBI/UNIVASF
Bibliotecário: Marcio Pataro

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL**

FOLHA DE APROVAÇÃO

IARA JEANICE SOUZA FERREIRA

**Composição gravimétrica de Resíduos Sólidos e estimativa de
área para aterro sanitário em município de pequeno porte da
RIDE Polo Petrolina-PE/Juazeiro-BA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em **Engenharia Agrícola e Ambiental**, pela
Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Miriam Cleide C. de Amorim

Prof^a. DSc. Miriam Cleide Cavalcante de Amorim (UNIVASF)
Orientadora

Antonio Pereira Filho

Prof. DSc. Antonio Pereira Filho (UNIVASF)
Avaliador

Indiara Anne Gomes Santos

Engenheira Agrícola e Ambiental Indiara Anne Gomes Santos
(CTR)
Avaliadora

Aprovado pelo Colegiado de Eng. Agrícola e Ambiental em 03/10/2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus.

Ao meu saudoso pai Vicente (*in memoriam*).

A minha amada mãe Jeane, por toda força, apoio e incentivo ao longo de toda à jornada.

Ao meu amado irmão, Pedro Vicente.

Aos meus queridos avós José e Maria Luci, por toda a base proporcionada.

Aos meus tios, tias, primo e primas, especialmente a tia Geovânia. .

A minha orientadora, Miriam Cleide Cavalcante, pela grande colaboração e paciência.

Ao grupo PET pela enorme ajuda no desenvolvimento deste trabalho e em especial a Emanuela por toda contribuição.

Ao Programa de Educação Tutorial, por propiciar a realização da pesquisa.

A UNIVASF.

A toda população de Sobradinho, pela disponibilidade em participar do estudo.

FERREIRA, Iara Jeanice Souza. **Composição gravimétrica de Resíduos Sólidos e estimativa de área para aterro sanitário em município de pequeno porte da RIDE Polo Petrolina-PE/Juazeiro-BA.** 2017. 60 f. Monografia, Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Juazeiro-BA.

RESUMO

O setor dos resíduos sólidos apresenta inúmeros desafios em território brasileiro. Diversos estudos demonstram que apesar da Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, definir o gerenciamento como o conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, em etapas que vai da coleta à destinação final, ainda não há utilização amplamente consistente de suas premissas. O presente trabalho teve como objetivo caracterizar os Resíduos Sólidos Domiciliares (RSDs) produzidos na sede municipal de Sobradinho-BA e determinar a área necessária para um aterro sanitário. A pesquisa de quantificação e qualificação dos resíduos se desenvolveu entre os meses de junho e julho de 2017, por meio de três coletas de amostras advindas de 70 domicílios das três vilas que compõem a sede. A área do aterro foi estimada com base no dado da geração *per capita*. A população amostrada produz em média 0,72 kg/hab./dia de RSDs. A matéria orgânica sob a forma de resíduos de podas, provenientes de jardins domiciliares, representa a maior parte da composição gravimétrica. A compostagem pode ser vista como uma alternativa válida para o tratamento dos resíduos municipais. A área necessária para o aterro é de 111 m². Os resultados da pesquisa contribuem com a elaboração do Plano de Saneamento Básico da Região Integrada de Desenvolvimento Econômico.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos. Gravimetria. Aterro de pequeno porte

FERREIRA, Iara Jeanice Souza. **Gravimetric composition of solid waste and landfill area estimation in a small municipality of the RIDE at Petrolina- PE and Juazeiro-Ba Polo.** 2017. 60 f. Monografia, Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Juazeiro-BA.

ABSTRACT

The solid waste department shows many challenges in Brazilian territory. Several studies show that despite Law nº 12.305/2010, which establishes the National Solid Waste Policy, to define management as the set of actions performed, directly or indirectly, in stages from collection to final destination, there isn't use widely consistent with its assumptions yet. The present work had as objective to characterize the Solid Household Waste (SHWs) produced in Sobradinho city, state of Bahia, and to determine the required area for a landfill. The research on quantification and qualification of solid waste was between June and July 2017, through three collections of samples from 70 households located in three villages that compose the city. The landfill area was estimated based on per capita generation data. The sampled population produces on average 0.72 kg / hab / day of SHWs. Organic matter in form of pruning waste from home gardens shows as the biggest part of the gravimetric composition. Composting can be a valid alternative for treatment of solid household waste. The required area for landfill is 111 m². The results of the research contribute to the elaboration of the Basic Sanitation Plan of the Integrated Region of Economic Development.

Keywords: Solid Waste. Gravimetry. Small landfill

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT-** Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- ABRELPE-** Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais.
- BA** - Bahia.
- CEE-** Centro de Estudos Estratégicos da Fiocruz.
- ERGIRS-BA-** Estudo de Regionalização de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
- FUNASA** - Fundação Nacional de Saúde.
- IBAM-** Instituto Brasileiro de Administração Municipal.
- IBGE-** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- NBR-** Norma Brasileira.
- MCIDADES-** Ministério das Cidades.
- MMA-** Ministério do Meio Ambiente
- MPBA-** Ministério Público da Bahia
- NUCASE-** Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental.
- PPA-** Plano Plurianual de Investimentos.
- PERS/BA-** Política Estadual de Resíduos Sólidos.
- PET-** Programa de Educação Tutorial.
- PMGIRS** - Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.
- PMSS-** Política de Modernização do Setor Saneamento.
- PNRS-** Política Nacional dos Resíduos Sólidos.
- PNSB (PLANSAB)** - Plano Nacional de Saneamento Básico.
- RCE** - Rede Cidades Eficientes em Energia Elétrica.
- RIDE-** Região Integrada de Desenvolvimento Econômico.
- RSDs-** Resíduos Sólidos Domésticos.
- SEIA-** Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos
- SINIMA-** Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente
- SINISA-** Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico
- SNIS-** Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.
- UNIVASF** - Universidade Federal do Vale do São Francisco.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Área de cobertura da RIDE Polo Petrolina/Juazeiro.	17
Figura 2: Percentual de municípios com Plano de Gestão integrada de Resíduos Sólidos, segundo as Grandes Regiões e as classes de tamanho da população dos municípios – 2013.	31
Figura 3: Avaliação da gravidade da condição ambiental dos pontos de destinação final de resíduos urbanos no Estado da Bahia	32
Figura 4: Vista do município de Sobradinho-BA.....	36
Figura 5: Distribuição do número de amostras na sede municipal.	38
Figura 6: (A) Veículo utilizado na atividade de coleta; (B) Sacolas de resíduos dispostas em local de análise.....	39
Figura 7: (A) Rompimento das sacolas e separação dos resíduos; (B) Pesagem dos componentes.....	40
Figura 8: Proporção média entre os componentes dos resíduos analisados.	46
Figura 9: Oscilações dentre as coletas na massa (kg) dos componentes gravimétricos.....	48
Figura 10: Total de resíduos produzidos (kg) em cada etapa do estudo.	49
Figura 11: Produção média total de componentes recicláveis por vilas.	50
Figura 12: Projeto dimensional da vala a ser destinada a um aterro municipal.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Cronograma de atividade de entrega das sacolas e recolhimento dos RSDs acumulados por domicílio.	39
Tabela 2. Valores mensurados para caracterização gravimétrica.....	47
Tabela 3. Teste de variância entre o número de coletas.....	48

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1. Objetivo Geral.....	15
2.2. Objetivos Específicos	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1. Região Integrada de Desenvolvimento Econômico (RIDE)	16
3.2. Aspectos legislativos inerentes aos Resíduos Sólidos	17
3.2.1. Lei do Saneamento.....	17
3.2.2. Sistemas de Informações sobre Saneamento no Brasil	19
3.2.3. Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS)	21
3.2.4. Política Baiana de Resíduos Sólidos (PERS/BA)	22
3.3. Resíduos Sólidos.....	22
3.3.1. Definição.....	23
3.3.2. Classificação	23
3.3.3. Características.....	24
3.3.3.1. Características Físicas	24
3.3.3.2. Características Químicas.....	25
3.3.3.3. Características Biológicas.....	26
3.4. Caracterização gravimétrica e sua importância para a gestão dos Resíduos Sólidos.....	26
3.5. Gestão e Gerenciamento dos Resíduos sólidos no Brasil.....	29
3.6. Destinação final dos Resíduos Sólidos em municípios de pequeno porte.	31
3.6.1. Aterros sanitários	34
4. METODOLOGIA	35
4.1. Área de estudo	35
4.2. Universo amostral.....	36
4.3. Definição da amostragem para caracterização dos RSDs	36
4.4. Sensibilização popular	38
4.5. Coleta e manuseio das amostras	38
4.6. Caracterização	40
4.6.1. Análise gravimétrica.....	40
4.6.1.1. Geração <i>per capita</i>	41

4.6.1.2. Comparativo entre a geração <i>per capita</i> experimental e a fornecida pelo SNIS.....	41
4.6.1.3 Composição gravimétrica.....	42
4.7. Área para o aterro.....	42
4.7.1 Geração diária de RSDs.....	42
4.7.2 Geração de resíduos e volume útil para um período de 10 anos	43
4.7.3 Área do aterro de pequeno porte.....	43
4.8. Processamento dos dados	44
5.RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
5.1 Geração <i>per capita</i>	44
5.2.Comparativo entre a geração per capita experimental e a fornecida pelo SNIS.....	45
5.3. Composição gravimétrica	45
5.4. Área para o aterro.....	50
5.4.1. Geração diária de RSDs.....	50
5.4.2 Geração de resíduos e volume útil para um período de 10 anos	50
5.4.3. Área do aterro de pequeno porte.....	51
6. CONCLUSÕES	52
REFERÊNCIAS.....	53
APÊNDICE A.....	59

1. INTRODUÇÃO

A conjuntura ambiental atual tem demonstrado que as preocupações em torno da problemática envolvendo Resíduos Sólidos tornam-se cada vez mais frequentes. Os diversos transtornos promovidos pelo aumento populacional e pela acumulação indevida, associados com a realidade gerencial do país, tornam os desequilíbrios perceptíveis.

A Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007 que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e o define como um conjunto de serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos, e drenagem e manejo das águas pluviais, considera como eixos que compõem a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos, as infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas (BRASIL, 2007).

Em seus artigos 52 e 53, respectivamente, a supracitada Lei estabelece dois importantes instrumentos legais, que são: a necessidade de elaboração dos Planos de Saneamento Básico; e a disponibilidade de um Sistema de Informações baseado no princípio da transparência e livre acesso, que atualmente é representado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

Com direção do Ministério das Cidades, a União deve desenvolver em horizonte de vinte anos, Planos Nacionais de Saneamento com a finalidade de universalizar os serviços, utilizando para isto, programas, projetos e ações. Inserir procedimentos para correto e articulado acompanhamento na execução de tais serviços. E elaborar os planos regionais de saneamento básico junto a Estados, Distrito Federal e Municípios agregados as regiões integradas de desenvolvimento econômico.

Por conta das dificuldades, os prazos estabelecidos para as prefeituras elaborarem os planos foram prorrogados, passando de 2013 para 2015 e, posteriormente, para 31 de dezembro de 2017. Isso quer dizer que, caso este prazo não seja prorrogado novamente, ter o plano será condição de acesso aos recursos federais de saneamento a partir de 2018 (TRATA BRASIL, 2017).

Sob a luz da Lei do Saneamento, com metas claras e sólidas, há também, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, que veio com vistas a se configurar como importante ferramenta de desenvolvimento para ações que integram a área (BRASIL, 2010a).

Diversos estudos demonstram que apesar da PNRS definir o gerenciamento como o conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final, ainda não há utilização amplamente consistente de suas premissas.

Dentro do gerenciamento, é crucial dar atenção a estudos gravimétricos contínuos que indiquem as características quantitativas e qualitativas apresentáveis dos resíduos, pois as peculiaridades físicas, representadas pela geração *per capita* e composição são as que mais intervêm na etapa de dimensionamento do sistema de coleta e disposição, chegando a influir em diversas atividades da gestão (SOARES, 2011).

No segmento da destinação final os dilemas são muitos. E em municípios considerados de pequeno porte ainda maiores. Mesmo existindo determinados procedimentos que orientam os projetos e processos adequados para a destinação final, os gastos financeiros atrelados à inserção e acompanhamento de aterros sanitários são discordantes com a real situação econômica destes municípios, que muitas vezes devido às dificuldades no acesso a recursos, direcionam o que é produzido para lixões ou aterros controlados (PERALTA; ANTONELLO, 2015).

Por isso, pode-se dizer que esforços direcionados a tal problemática são necessários e devem partir inicialmente de estudos que demonstrem e consigam impulsionar investimentos técnicos que contribuirão com o desenvolvimento sustentável destas localidades.

Tendo em vista a sede do município de Sobradinho-BA, importante integrante da Região Integrada de Desenvolvimento Econômico do Vale do São Francisco (RIDE), o trabalho consistiu em levantar e discutir dados a respeito da geração *per capita*; e da composição gravimétrica, por meio de amostragens obtidas entre junho e julho de 2017. E estimar área necessária à implantação de um aterro sanitário no município.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Realizar um diagnóstico de caracterização dos Resíduos Sólidos Domiciliares (RSDs) produzidos na sede municipal de Sobradinho-BA e determinar área necessária para um aterro sanitário, como contribuição a elaboração do Plano de Saneamento Básico da Região Integrada de Desenvolvimento Econômico.

2.2. Objetivos Específicos

- Obter a geração per capita dos resíduos produzidos com a finalidade de estimar a área para implantação de aterro sanitário;
- Comparar a geração per capita advinda dos dados obtidos em campo com a geração per capita fornecida pelo SNIS;
- Determinar a composição gravimétrica média;
- Estimar a área do aterro.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Região Integrada de Desenvolvimento Econômico (RIDE)

No contexto da Lei Federal do Saneamento Básico 11.445/07 (BRASIL, 2007), as chamadas RIDEs, foram criadas pela necessidade de aderir estratégias descentralizadas, no intuito de expandir as políticas públicas para o desenvolvimento econômico e social de complexos geoeconômicos de mais de uma unidade federativa (BRASIL, 2011).

A RIDE objetiva unir ações administrativas da União, dos Estados e municípios, para que instrumentos de dinamização econômica de áreas com baixo padrão de crescimento alcancem prioridades no recebimento dos recursos públicos necessários à redução das disparidades sociais dos locais participantes (BRASIL, 2011).

Pelos termos da Lei Federal, o Brasil detêm de três RIDEs, todas criadas por Lei complementar específica e regulamentadas por diferentes decretos. Cada uma delas situam-se em regiões conurbadas do Distrito Federal e proximidades (Lei n° 94/98), da Grande Teresina (Lei n° 112/91) e de Petrolina/Juazeiro (Lei n° 113/01) (RIDESAB, 2015).

A elaboração obrigatória dos Planos de Saneamento para cada uma dessas Regiões integradas, conforme estabelece a Lei do Saneamento no inciso II do artigo 52, deverá advim da descentralização de recursos para diferentes instituições universitárias que as integram e que coordenarão todo o processo de pesquisa (COTRIM, 2014).

A Região de Desenvolvimento Integrada (RIDE) Pólo Petrolina (PE) e Juazeiro (BA) localiza-se fisiograficamente no Submédio São Francisco e engloba um total de oito municípios, dentre os quais estão Lagoa Grande, Orocó, Petrolina e Santa Maria da Boa Vista, situados em Pernambuco. E Casa Nova, Curaçá, Juazeiro e Sobradinho, situados na Bahia (Figura 1). Os recursos alocados nessa região visam principalmente o desenvolvimento tecnológico e o fortalecimento das atividades da agricultura irrigada (BRASIL, 2011).

Figura 1: Área de cobertura da RIDE Polo Petrolina/Juazeiro.



Fonte: Ministério da Integração Nacional.

O município de Sobradinho possui o maior PIB per capita da RIDE Petrolina/Juazeiro, pelo fato de abrigar a Usina Hidrelétrica de Sobradinho, considerada uma das maiores do Brasil e segundo maior lago artificial do mundo (SOBRADINHO, 2014).

3.2 Aspectos legislativos inerentes aos Resíduos Sólidos

3.2.1 Lei do Saneamento

A Lei nº 11.445 de 2007 trata das definições, princípios e demais disposições em torno de atividades, infraestruturas e instalações relativas ao Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Drenagem e Manejo das Águas Pluviais e Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.

Dentre os princípios essenciais nela previstos, se encontram a universalização do acesso; a integralidade das atividades, que dá condições para que a população usufrua dos serviços; e o correto andamento das quatro vertentes no contexto da saúde e da conservação do meio ambiente, com vistas a fatores econômicos, sociais e técnicos (BRASIL, 2007).

Explica que a União deveria elaborar, sob a coordenação do Ministério das Cidades: o Plano Nacional de Saneamento Básico (PNSB ou PLANSAB),

regulamentado pelo decreto nº 8.141/13, que dispõe: os objetivos e metas nacionais e regionalizadas, de curto, médio e longo prazo, para a universalização dos serviços de saneamento básico e o alcance de níveis crescentes de saneamento básico no território nacional, observando a compatibilidade com os demais planos e políticas públicas da União; as diretrizes e orientações para o equacionamento dos condicionantes de natureza político-institucional, legal e jurídica, econômico-financeira, administrativa, cultural e tecnológica com impacto na consecução das metas e objetivos estabelecidos; a proposição de programas, projetos e ações necessários para atingir os objetivos e as metas da Política Federal de Saneamento Básico, com identificação das respectivas fontes de financiamento; as diretrizes para o planejamento das ações de saneamento básico em áreas de especial interesse turístico; e os procedimentos para a avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações executadas.

Tomados como vias de consolidação das estratégias do PLANSAB e alinhados com o Plano Plurianual de Investimentos (PPA 2012-2015), três programas são previstos no horizonte de operação da Política Federal de Saneamento Básico: o Programa Saneamento Básico Integrado; o Programa Saneamento Rural; e o Programa Saneamento Estruturante. Todos os três foram pensados com base no conceito de medidas estruturantes, no princípio da integralidade e com o olhar de valorização para as localidades e seus déficits em saneamento básico (BRASIL, 2013a).

Como descrito pelo PLANSAB, o Programa “saneamento básico integrado” vem com intuito de financiar iniciativas de implantação de medidas estruturais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza e manejo de resíduos sólidos, e drenagem e manejo de águas pluviais, em áreas urbanas, incluindo o provimento de banheiros e unidades hidrossanitárias domiciliares para a população de baixa renda.

O Programa “saneamento rural”, de financiar, em áreas rurais e de comunidades tradicionais (conforme Decreto nº 6.040/2007 e a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável de Povos e Comunidades Tradicionais), medidas de abastecimento de água potável, de esgotamento sanitário, de provimento de banheiros e unidades hidrossanitárias domiciliares e de educação ambiental para o saneamento, bem como, em função de necessidades ditadas pelo enfoque de

saneamento integrado, ações de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e de manejo de águas pluviais.

E o Programa “saneamento estruturante”, financiar tanto medidas estruturantes para o saneamento básico municipal, visando à melhoria da gestão e da prestação pública de serviços, quanto medidas de assistência técnica e capacitação e ações de desenvolvimento científico e tecnológico em saneamento (BRASIL, 2013a).

Apontando o retrocesso que ainda assola o país quando se tem que a universalização proposta pelo Plano Nacional de Saneamento encontra-se longe de concretizar, o Centro de Estudos Estratégicos da Fiocruz (CEE, 2017) traz que “o PLANSAB foi desenvolvido, pensando-se em um cenário para o país muito mais otimista do que nós temos hoje.”

Os recursos para o gerenciamento de resíduos sólidos em comunidades rurais, tradicionais e em municípios de até 50.000 habitantes, que possuam Plano Municipal de saneamento, de resíduos e/ou intermunicipal, são provenientes da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). Dentre outras condições, somadas a faixa populacional e disposição de um dos Planos, para que um município torne-se alvo de investimentos por parte do Programa de Resíduos Sólidos da fundação, têm-se o fato de não poder pertencer à região metropolitana ou Região Integrada de Desenvolvimento Econômico (RIDE) e a fixação de consórcios públicos (BRASIL, 2014).

Em termos de disponibilidade de financiamentos, a FUNASA explicita que municípios os quais optam pela gestão associada/consorciada dos resíduos sólidos e os que implantarem a coleta seletiva com a participação de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, formadas por pessoas físicas de baixa renda, terão prioridade em receber os devidos suportes para implementar medidas gerenciais.

Ainda que com população que atende a faixa de cobertura dos financiamentos da FUNASA, o município de Sobradinho, aqui estudado, não tem como ser contemplado por tal categoria de investimento, pelo fato de fazer parte da Região Integrada de Desenvolvimento.

3.2.2. Sistemas de Informações sobre Saneamento no Brasil

Como forma de garantir transparência no que concerne ao andamento do saneamento, a Lei 11.445 em seu Art. 53, instituí o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA), que deve permitir o acesso virtual, contínuo e aberto a dados da situação do setor, por todos indivíduos que integram à sociedade.

O SINISA é representado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), que vem sendo administrado pelo Ministério das Cidades (MCIDADES).

O SNIS ganhou vida e desenvolvimento desde 1995, através do Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS) do MCIDADES e agrega um banco de dados gerido em esfera federal com informações anuais voltadas à prestação de serviços de Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos e Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas no que se refere ao operacional, gerencial, financeiro, de balanço e qualidade dos serviços prestados (RCE, 1998).

É o maior e mais importante sistema de informações do setor saneamento brasileiro e possui principais metas: o planejamento e execução de políticas públicas; a orientação da aplicação de recursos; a avaliação de desempenho dos serviços; o aperfeiçoamento da gestão, elevando os níveis de eficiência e eficácia; e a orientação de atividades regulatórias, de fiscalização e de controle social (MEIRELES, 2015).

Para se obter informações sobre os resíduos sólidos, a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81) trouxe o Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (SINIMA) como um dos seus instrumentos, previsto no inciso VII do artigo 9º. O SINIMA se conforma como uma plataforma conceitual disposta no Ministério do Meio Ambiente (MMA) e fica responsável de realizar a coordenação da informação no plano do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) em consonância com a gestão ambiental compartilhada (BRASIL, 2010b).

A PNRS traz em seu art. 12, que a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios organizarão e manterão, de forma conjunta, o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) baseado no SINIMA.

Para garantir essa estrutura, o Ministério do Meio Ambiente apoiará os Estados, o Distrito Federal, os Municípios e os respectivos órgãos executores do SISNAMA na organização das informações, no

desenvolvimento dos instrumentos e no financiamento das ações voltadas à implantação e manutenção do SINIR, além de manter, de forma conjunta, a infraestrutura necessária para receber, analisar, classificar, sistematizar, consolidar e divulgar dados e informações qualitativas e quantitativas sobre a gestão de resíduos sólidos (BRASIL, 2010b).

No âmbito dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, os diagnósticos do SNIS vêm auxiliando o desenvolvimento de uma percepção unificada das diversas atividades integrantes desses serviços que, em muitos municípios, são executadas de forma dispersa por diferentes órgãos da administração municipal. (MONTENEGRO; CAMPOS, 2011).

Oliveira Filho (2016) ressalta, no entanto, que aperfeiçoar o SNIS, implantando o SINISA é um dos desafios a ser alcançado.

3.2.3. Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS)

Criada dentro do âmbito da Lei do Saneamento que, a PNRS, instituída pela Lei 12.305/2010, veio com o objetivo de estabelecer legalmente o desenvolvimento de instrumentos de gestão e mecanismos viáveis do ponto de vista socioambiental e econômico, a serem executados dentro do setor dos Resíduos Sólidos no Brasil.

A PNRS fixa princípios, objetivos, diretrizes, metas, ações, e instrumentos como o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, que apesar de estar em fase de construção, é uma das principais obrigações previstas no Decreto regulamentar nº 7.404/10 da Política, uma vez que deve considerar vários tipos de resíduos gerados, formas alternativas de gestão e gerenciamento e metas para diferentes panoramas, programas, projetos e atos em torno da coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final (BRASIL, 2010a).

Um dos pontos centrais da Política, que necessita constar nos Planos Gerenciais dos resíduos, elaborados por União, Estados e Municípios, é a Gestão Compartilhada ou Consorciada, na qual os diversos setores sociais e privados tem responsabilidade pelo correto direcionamento e tratamento do que é gerado, juntamente com as entidades públicas do serviço.

No âmbito de tais planos, os cidadãos passam a ser incumbidos de gerenciar os resíduos de forma ambientalmente adequada e reavaliar seu papel de consumidor. E o setor privado fica responsável pelo gerenciamento ambientalmente correto dos resíduos, através da reintegração destes na cadeia produtiva e pelo

desenvolvimento de novas tecnologias de tratamento, que agreguem ganhos nas esferas sociais, ambientais e econômicas (BRASIL, 2010a).

O maior desafio para a plena execução da PNRS se encontra no fato de que a população jamais foi verdadeiramente conscientizada da essencial parcela de responsabilidade que detêm, em torno da magnitude, imediatismo e compartilhamento da temática (SILVANI, 2013).

3.2.4. Política Baiana de Resíduos Sólidos (PERS/BA)

Além de ter sido o primeiro Estado a desenvolver uma Política Estadual de Saneamento Básico, sob a Lei nº 11.172/08, a Bahia também iniciou o processo de elaboração de sua Política Estadual de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.932 de 07 de janeiro de 2014) em ano anterior a institucionalização da PNRS consolidando seu estabelecimento quatro anos após a Política Nacional.

A PERS/BA se embasa nos princípios e diretrizes que constam na PNRS, porém seus objetivos se resumem em cinco pontos principais que englobam a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. A proteção e a melhoria da saúde pública e da qualidade do meio ambiente. A adoção de padrões e práticas sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços. E a geração de benefícios sociais e econômicos (CUNHA; SOBRINHO, 2014).

Quanto aos instrumentos, a Lei 12.932 traz consigo o Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos (SEIA) e alguns outros sistemas de informações, que tem de conter dados sobre a situação dos Resíduos Sólidos no Estado (CUNHA; SOBRINHO, 2014).

No âmbito dos desafios que a Política Baiana enfrenta, não muito diferentes dos que fazem parte da Política Nacional dos Resíduos, Ferreira (2015, p.70) expõe que para superar-los “mudanças culturais, sociais, institucionais, econômicas e tecnológicas são necessárias neste processo, sendo a educação ambiental, voltada para a questão dos resíduos sólidos, entendida como um dos seus principais instrumentos.”

3.3. Resíduos Sólidos

3.3.1 Definição

Existem diversas definições atreladas quando se fala em Resíduos Sólidos. Para a NBR 10004, os Resíduos Sólidos são:

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).

Para a PNRS:

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.

3.3.2 Classificação

Os Resíduos Sólidos podem ser classificados, tanto pela sua natureza quanto pelo seu grau de periculosidade. Pelo que consta na PNRS, a depender da natureza ou origem, os resíduos podem ser:

- a) domiciliares: aqueles provenientes de atividades residenciais;
- b) de limpeza urbana: advindos da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) chamados de resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;
- d) de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
- e) dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
- f) industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde;

h) da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;

i) Agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;

j) De serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

k) De mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

E dependendo do grau de periculosidade, a NBR 10004, (ABNT, 2004) classifica em:

Classe I – resíduos vistos como perigosos, por agregarem risco à saúde e ao meio ambiente e/ou exibirem perfil de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade;

Classe II A- resíduos não perigosos e não inertes, que apesar de não agregarem risco à saúde e ao meio ambiente, possuem características de biodegradabilidade, combustibilidade e solubilidade em água;

Classe II B- resíduos não perigosos e inertes, que em contato com água destilada ou desionizada não se solubilizam.

3.3.3 Características

Os resíduos sólidos apreendem propriedades físicas, químicas e biológicas. Conhecer características químicas e físicas, a exemplo do poder calorífico, pH, composição química, relação carbono/nitrogênio, sólidos totais fixos, sólidos voláteis, teor de umidade e densidade, torna viável escolher adequadamente os métodos de tratamento e destinação, assim como planejar e dimensionar todos os processos do gerenciamento integrado (ZANTA; FERREIRA, 2003).

3.3.3.1 Características Físicas

- Geração *per capita*: é utilizada para estimar a quantidade resíduos gerados diariamente por cada habitante de determinada região geográfica. Entre os anos de 2014 e 2015 o Brasil apresentou uma diminuição de 1,8% no total de resíduos

coletados e conseqüentemente no nível per capita, que decaiu em 2,6%. Essas supressões podem ter sido ocasionadas por uma serie de intervenientes relacionados a forte recessão econômica e a novas formas de gerenciamento empregados no país (ABRELPE, 2015).

Em quantidade de massa coletada por habitante, o país contribui com 1,00 kg/hab./dia de resíduos, sendo que os municípios com número de até 30.000 habitantes geram uma média de 0,90 kg/hab./dia de resíduos e aqueles entre 1 e 3 milhões de habitantes, média de 1,15 kg/hab./dia (BRASIL, 2015).

- **Composição gravimétrica:** Revela a parcela percentual de cada fração na massa total dos resíduos sólidos. Os tipos de frações a serem qualificadas geralmente se encontram divididas entre os grupos dos resíduos secos, não secos e rejeitos e podem ainda serem subdivididas em componentes mais específicos dentro destes grupos, através do tipo de estudo a ser feito.

- **Peso específico:** Relaciona o peso do resíduo livre do resíduo com o volume que ocupa. É a característica mais importante, uma vez que interfere em diversos fatores físicos, químicos e geomecânicos (SILVEIRA, 2004).

- **Compressividade:** Propriedade inerente ao volume do resíduo no processo de compactação.

- **Teor de umidade:** Estima a quantidade de água presente na massa do resíduo e apresenta variação dependendo das estações climáticas pré existentes em uma região.

3.3.3.2 Características Químicas

O Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM, 2001) atribui e descreve como características químicas dos resíduos:

- **Poder calorífico:** Dar um indicativo da capacidade de um determinado resíduo liberar calor sob processo de queima;

- **Potencial Hidrogeniônico:** O potencial hidrogeniônico (pH) infere o nível de acidez ou alcalinidade dos resíduos;

- **Composição química:** Refere-se aos conteúdos de cinzas, matéria orgânica, carbono, nitrogênio, potássio, cálcio, fósforo, resíduo mineral total, resíduo

mineral solúvel e gorduras, que comumente se encontram presentes na massa de resíduos;

- Relação carbono/nitrogênio: Dispõe o grau de decomposição da matéria orgânica do lixo nos processos de tratamento/disposição final.

3.3.3.3 Características Biológicas

São aquelas as quais se interligam a presença dos microorganismos na composição dos resíduos, que em conjunto com as demais características, são cruciais para determinar o mais viável mecanismo de tratamento e/ou destinação.

Frações orgânicas têm possibilidades de serem metabolizadas por diferentes microrganismos, caso dos fungos e bactérias em meio aeróbio e/ou anaeróbio sob determinados ambientes (ZANTA; FERREIRA, 2003).

3.4. Caracterização gravimétrica e sua importância para a gestão dos Resíduos Sólidos

Para atividades que envolvem diagnóstico das características dos resíduos, a NBR 10007/2004 estabelece dentre requisitos gerais para amostragem: a preparação, que compreende objetivo, número e tipo de amostras, amostradores, local de amostragem, frascos e preservação da amostra; a pré-caracterização da origem para que parâmetros de análise e amostradores possam ser definidos; e o plano amostral, condizente com a preparação e a pré-caracterização, que deve incluir desde a avaliação do local e número de amostras a serem coletadas até os tipos de equipamentos de proteção a serem utilizados durante a coleta (ABNT, 2004).

O método do quarteamento baseia-se na divisão em quatro partes iguais de uma amostra coletada até se obter volume necessário de resíduos.

As características exibidas pelos resíduos se diferenciam à medida que diferentes conformações sociais, econômicas, culturais, geográficas e climáticas, se manifestam. O processo de caracterização é determinante para que os resíduos possam ser devidamente destinados, por esse motivo, devem ser corretamente enquadrados por suas características físicas, químicas ou biológicas (IBAM, 2001).

Tanto a caracterização qualitativa quanto a quantitativa são importantes indicativos socioeconômicos. Questões relacionadas a crises ou a sucessos nos diversos setores da economia afetam o consumo de bens, a alimentação e por consequência a geração *per capita* de resíduos sólidos (CAMPOS, 2012).

O diagnóstico do quantitativo *per capita* e da composição gravimétrica constitui-se como o pontapé inicial para elaboração dos Planos de Gestão de resíduos da Federação, dos Estados e dos Municípios, como dispõe a PNRS em seus artigos 15, 17 e 19, respectivamente. Por isso, aspectos relativos a estes dois fatores são utilizados em todas as etapas de planejamento e dimensionamento do Gerenciamento Integrado (ZANTA; FERREIRA, 2003).

No que se refere à geração *per capita*, Campos (2012) mostra que dentre os fatores que podem contribuir na sua variação em todo o país, aqueles que conseguirão favorecer o aumento, parecem ser mais amplos do que os que venham a contribuir com a redução. O mesmo autor lista como sendo hipóteses do vertiginoso aumento da produção diária dos resíduos:

- aumento do emprego e elevação da massa salarial;
- políticas de enfrentamento da pobreza — PBF e BPC;
- redução do número de pessoas por domicílio e da composição familiar;
- maior participação da mulher no mercado de trabalho;
- fluxo de retorno da migração nordestina para o Sul de volta ao Nordeste, estimulando novos hábitos de consumo;
- maior facilidade na obtenção de crédito para o consumo;
- não cobrança pelos serviços de coleta e manejo dos resíduos sólidos aos municípios;
- estímulo frenético ao consumo pelos veículos de comunicação;
- uso indiscriminado de produtos descartáveis.

E ainda ressalta que tornar a diminuição viável dependerá de maiores esforços, que permitam despontualizar a implantação de mecanismos que reduzam.

Ribeiro Junior (2013) diz que “quanto maior a população, maior a produção de resíduos.” E que “[...] para a elaboração de um plano de gerenciamento eficiente, deve-se readequar toda a cadeia do lixo (coleta, transporte, tratamento e destinação) de acordo com o crescimento populacional.”

Analisando a coleta seletiva, importante instrumento de gestão da PNRS, que pode sanar problemas com o aumento da geração diária de resíduos, Tavares e Paes et al. (2007, apud MELO; SAUTTER ;JANISSEK, 2009) expuseram como principais razões do decréscimo em Curitiba: o aumento do número de carrinheiros; os contingentes populacionais migratórios provenientes de outras cidades e estados, atraídos pela industrialização do município e sem a conscientização necessária; e os baixos investimentos no programa da coleta seletiva e, conseqüentemente, na educação ambiental da população em relação à separação dos recicláveis. Educação ambiental esta, que quando enfocada a partir da inserção de uma campanha pela Prefeitura Municipal para a separação dos resíduos, conseguiu fazer com que a quantidade de materiais coletados seletivamente aumentassem.

Através de estudos sobre caracterização física dos resíduos sólidos em diferentes municípios brasileiros, Rocha e Aguiar (2012) constataram que pouco mais de 50% dos resíduos são constituídos de matéria orgânica, que em grande parte poderia ser utilizada para produção de adubos, através da compostagem. E que a coleta seletiva de componentes como plástico, papel/papelão, vidro e metais, estes quais, participam de aproximadamente 32% dos resíduos, pode agregar como fonte de renda, advinda da reciclagem desses materiais.

De posse da composição gravimétrica em município de pequeno porte, Galdino e Martins (2015) constataram a presença de 54% de fração orgânica, percentual considerado alto pelos autores, mas característico de localidades pequenas. E alertaram quanto a importância de desenvolver projetos estruturantes (coleta, transporte, tratamento, destinação final).

Do ponto de vista socioeconômico, Soares (2014) constatou que a região central e os bairros de classe A de um município mineiro, apresentavam maior quantidade de componentes recicláveis em relação às demais regiões. E que mesmo em distintas temporadas ou épocas do ano, classes com maior poder aquisitivo detinham o maior índice para os componentes recicláveis.

Avaliando as proporções dos materiais que compunha os resíduos coletados no centro e em bairros de baixo, médio e alto padrão do município de Curitiba, Ribeiro Junior (2013), também observou que apesar do teste estatístico utilizado para verificar diferenças na composição, não ter indicado ocorrência de variação na proporção dos materiais, houve menor presença de materiais orgânicos na região

central e maior de materiais recicláveis, como papelões, kraft, sulfite, jornais e revistas.

Indo na contramão, Carvalho, Jesus e Portela (2013), explanaram haver elevado percentual de matéria orgânica putrescível (63,8%) para o centro municipal de Barreiras na Bahia, argumentando haver grande relação disto com a existência de imóveis domiciliares e departamentos de produção alimentícia, que praticam desperdícios.

Casarin (2013, p.36) enfatiza que “no Brasil, os componentes orgânicos somam cerca de 60% do peso total do resíduo coletado.” E que “em países como Estados Unidos, França e Índia, esses resíduos somam um montante de 12%, 23% e 68% respectivamente.”

Estudo semelhante desenvolvido em Gana, na África ocidental, onde a gestão dos resíduos sólidos ainda é inexistente, demonstrou pela realização da caracterização e quantificação de resíduos obtidos junto à domicílios de diferentes áreas haver taxa de produção de 0,47 kg / pessoa / dia, que translada para uma geração diária de aproximadamente 12,710 toneladas por dia considerando a população total de 27.043.093 habitantes. Na maioria das metrópoles estudadas a taxa de geração mostrou-se alta, ficando em torno de 0,72 kg / pessoa / dia. Já em municípios com menor desenvolvimento ficou em torno de 0,40 kg / pessoa / dia. Também foram encontradas diferenças entre regiões geográficas. Enquanto que na extensão costeira destacou-se o grande desperdício de componentes orgânicos, nos locais situados mais a norte da savana ocorreu aumento na quantidade de resíduos plásticos (MIEZAH et al., 2015).

Na China, um levantamento das tendências temporais e da caracterização da variação espacial no quantitativo de resíduos sólidos em distintas regiões, diagnosticou uma geração *per capita* máxima de 0,6532 kg/pessoa/dia em 2014 e 61,2% de proporção de resíduos alimentares, 9,8% de plásticos e 9,6% de papel. Como soluções sugeridas para gerir tais informações, estão: concentrar medidas em regiões de maior interesse, acentuando a segregação das fontes, estimular estilo de vida sustentável e instaurar regulamentos específicos (GU et al., 2017).

3.5 Gestão e Gerenciamento dos Resíduos Sólidos no Brasil

Tem-se que um gerenciamento ideal e integrado possui por metas: minimizar a quantidade de lixo que é disposta, visando sempre atender as necessidades sociais e ambientais; utilizar mecanismos de recuperação dos resíduos, por meio da reciclagem, compostagem e obtenção de energia, por exemplo; se valer de métodos menos prejudiciais de disposição que seja condizente com a situação do município; e conscientizar de maneira consistente a comunidade (MAGALHÃES, 2008).

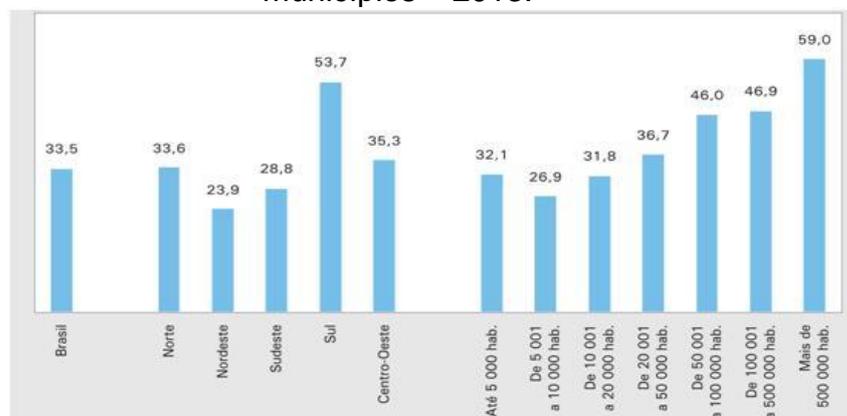
Strauch e Albuquerque (2008) afirmam que “pensar Gestão de Resíduos é assumir a defesa intransigente de políticas de meio ambiente e a garantia expressa da participação [...]”.

A realidade é que alcançar a visão sistêmica, que contemple todas as metas impostas pela PNRS, parece ser um grande desafio para o país, principalmente quando se passa da coleta para o tratamento e disposição final do quantitativo gerado.

O panorama da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2015) mostra que apesar de ter ocorrido uma significativa queda de crescimento na geração dos Resíduos Sólidos dentro do território brasileiro, que já conta com mais de 90% de cobertura na coleta, houve aumento no volume destinado de forma inadequada, visto que aproximadamente 30 milhões de toneladas de resíduos são ainda dispostos em lixões ou aterros controlados, estes quais não possuem os sistemas e medidas necessárias para proteção do meio ambiente.

Embora os Planos de Gerenciamento Integrado (PGIRS) sejam condição imposta pela Lei nº 12.305, para que Distrito Federal e municípios possam ter acesso a qualquer tipo de recursos e financiamentos, observa-se na Figura 2, que por volta de 1/3 dos municípios brasileiros possuem PGIRS dentro do que é estabelecido pela Lei e que mais da metade dos que já elaboraram se encontram na região Sul do Brasil e dentro da maior faixa populacional adotada por estudos oficiais (BRASIL, 2013b).

Figura 2: Percentual de municípios com Plano de Gestão integrada de Resíduos Sólidos, segundo as Grandes Regiões e as classes de tamanho da população dos municípios – 2013.



Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Pesquisa de Informações Básicas Municipais (2013).

Na Bahia, o Estudo de Regionalização de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (ERGIRS-BA) realizado em 67% dos municípios, lista como sendo várias das situações indevidas relacionadas aos resíduos sólidos: a falta de planejamento de ações no setor; a baixa capacidade de gestão; falta de pessoal técnico qualificado para a gestão e gerenciamento; deficiência na taxa de cobertura dos serviços e ausência de dispositivo legal que regulamente, fiscalize e promova a cobrança destes serviços; baixo percentual de recursos destinados pelo Poder Público local e; predomínio de soluções individualizadas e onerosas (BAHIA, 2014).

Com relação a programas de valorização dos resíduos reutilizáveis e recicláveis, o mesmo estudo demonstrou que somente um município baiano detinha e que nos demais a coleta seletiva é feita de forma individualizada e dispersa, em vias públicas e nos lixões por catadores informais (BAHIA, 2014).

3.6 Destinação final dos Resíduos Sólidos em municípios de pequeno porte

Um dos principais desafios enfrentados pelo setor dos Resíduos Sólidos no Brasil encontra-se na etapa de destinação final do montante diário do que é coletado nas diversas regiões do país. Isso porque, muito embora a taxa de cobertura nos serviços de coleta esteja em praticamente 100% a nível nacional, a disposição na maioria dos municípios ainda se dar de forma impactante. Grande parte do que é produzido em resíduos, não passa por tratamento e são em grande parte acondicionados nos conhecidos lixões.

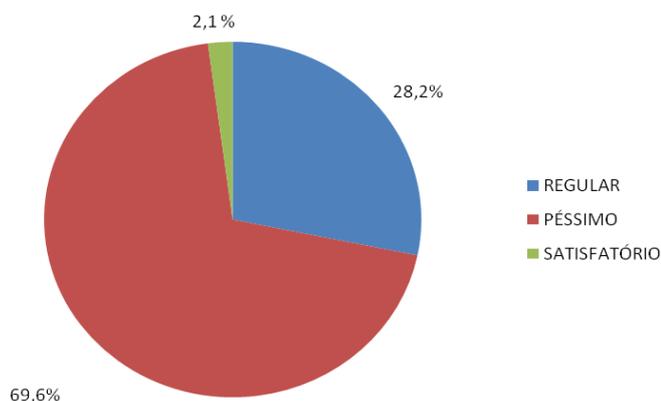
A ABRELPE (2015) estima que 3.326 municípios dos mais de cinco mil ainda dispõem seus resíduos de forma inadequada. Um elevado número destes fazem parte dos chamados municípios de pequeno porte, que segundo classifica o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), possuem população de até 50.000 habitantes.

Esses municípios detêm inúmeras contrariedades para implementar e dar seguimento em operação de aterros sanitários. Essas contrariedades muito em parte se devem a ausência de investimentos em estrutura e técnica (GUSMÃO; ARROYO, 2012).

No caso da Bahia, dos 59,5% dos municípios de pequeno porte com até 20.000 habitantes e dos 30,2 % que possuem população entre 20.000 e 50.000 habitantes, quase que toda totalidade destina seus resíduos de forma inadequada, tendo-se em vista que em 2013, estimou-se a existência de 359 lixões como a forma mais usada de disposição final (BAHIA, 2014). E que segundo a ABRELPE (2015), o Estado destinou boa parte das 12.083 toneladas por dia de todo montante gerado em aterros controlados.

O relatório 2006/2007 elaborado pelo Ministério Público do Estado da Bahia-MPBA (BAHIA, 2007) que abrange os problemas, responsabilidades e perspectivas do lixo para praticamente todos os municípios, divulgou existir exorbitantes 438 pontos de disposição irregulares de resíduos em todo Estado. E que em 326 pontos avaliados quanto à situação ambiental, quase 70% se encontram em péssimas condições (Figura 3).

Figura 3: Avaliação da gravidade da condição ambiental dos pontos de destinação final de resíduos urbanos no Estado da Bahia.



Fonte: BAHIA (2007).

A reversão desse panorama pode advim do uso de sistemas alternativos de disposição, se valendo de meios tecnológicos mais singelos, mas com grande eficiência e conquistas ambientais, caso de aterros sustentáveis com operação em trincheiras (BRASIL, 2003). Existem normas e regulamentos pelas quais municípios considerados de pequeno com baixa quantidade de resíduos gerados podem ser regidos, caso da NBR 15849 (ABNT, 2010), que traz que aqueles que produzem até 20 toneladas por dia, podem se valer de formas mais simples de disposição por aterros sanitários, como o referido.

É válido ressaltar, que o processo de incremento de um sistema tecnológico de tratamento e disposição requer uma serie de estudos preliminares, seleção de áreas, projeto, antes da implantação e operação.

A NBR 13896/97 diz que:

Nenhuma instalação pode iniciar o recebimento de um resíduo sem que este tenha sido previamente analisado para determinação de suas propriedades físicas e químicas, uma vez que disso depende seu correto manuseio e disposição. Um local de disposição deve possuir um plano rotineiro de amostragem e análise de resíduos, para monitoramento da qualidade dos resíduos que chegam (ABNT, 1997).

O Manual de Orientações Técnicas para elaboração de propostas para o Programa de Resíduos Sólidos da FUNASA, contem em seu anexo A todos os tipos de caracterização que devem fazer parte do processo de desenvolvimento de projetos para o setor. Para o município no geral, o memorial que consta no anexo diz que a caracterização tem de ser realizada pela descrição de sua localização geográfica; levantamento dos distritos e comunidades rurais; população e histórico do crescimento demográfico; população atendida pelo serviço em vista; infraestrutura urbana; e características sociais, culturais e econômicas (BRASIL, 2014).

Para o sistema de gerenciamento dos resíduos, presente, pontua-se a quantidade de resíduos gerados por habitante; a caracterização dos resíduos sólidos; a quantidade total de resíduos sólidos gerados diariamente; a caracterização qualitativa e peso específico aparente; as informações sobre os serviços de varrição, capina e poda; os grandes geradores de resíduos; o percurso de coleta; as unidades do sistema que vai da coleta à destinação final; a descrição do sistema de coleta seletiva quando tiver; e o georreferenciamento das unidades de tratamento e disposição se houverem.

Antes da concepção do projeto é preciso também se fazer uma avaliação do aproveitamento de veículos existentes; dos custos com a operação e manutenção do sistema; e da viabilidade sustentável da proposta.

3.6.1. Aterros sanitários

Visto por legislação vigente como a forma adequada de destinação dos Resíduos Sólidos não passíveis de serem reaproveitados, os aterros sanitários são definidos pela NBR 8419/92 que dispõe sobre projetos de implantação como sendo:

Técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário (ABNT, 1992).

Diferentes critérios de projeto, instalação e operação de um aterro precisam ser abordados. A etapa inicial de selecionar uma área deve ser feita de forma minuciosa, pois a autorização para se implementar e o bom desempenho do aterro sob diversos aspectos, dependerá da escolha do local. Durante a fase de pré projeto é essencial realizar descrições topográficas, levantamentos de uso e ocupação do solo, de áreas de preservação ambiental. O projeto antecedente à implantação e operação, por sua vez, tem de acompanhar memorial descritivo, técnico e monitoramento de águas subterrâneas (BRASIL, 2003).

Ao se delimitar uma área prevista para um aterro a NBR 15849 diz que uma distância mínima de 500 m do aterro sanitário até núcleos populacionais e de 200 m até cursos d'água deve ser assegurada (ABNT, 2010).

Antes da seleção preliminar de áreas, devem ser analisados aspectos como localização em unidades de proteção ambiental e de conservação, proximidade de aeródromos e áreas com riscos ambientais identificados, tais como inundação, instabilidade de encostas e erosão. Áreas que não atendam aos critérios definidos legalmente sobre esses aspectos não podem ser utilizadas (NUCASE, 2013).

Sendo entre os métodos citados, o mais comumente utilizado, pela maior facilidade de operacionalização, o método da trincheira é aquele que:

Geralmente é utilizado em áreas planas, onde são escavadas trincheiras ou valas no solo, com dimensões variadas e adequadas ao volume de lixo gerado, de forma a permitir a operação dos equipamentos utilizados na aterragem. As dimensões da trincheira definem os métodos construtivos, a forma de operação e os equipamentos a serem utilizados. Os resíduos podem ser compactados de forma manual ou mecânica, dependendo das dimensões da trincheira. Aterros em trincheira mostram-se adequados a pequenas comunidades, pois podem ser operados de forma manual. (NUCASE, 2013).

Como destaca Kroetz (2003), no desenvolvimento do projeto e dimensionamento do aterro é primordial estimar a Geração dos Resíduos Sólidos Urbanos e a vida útil do mesmo considerando parâmetros como: a produção *per capita*, a produção diária de resíduos, a população da localidade, o percentual da população atendida pelo serviço de coleta, a taxa de crescimento populacional, a taxa de crescimento do atendimento do serviço de coleta e o ano de início de operação do aterro.

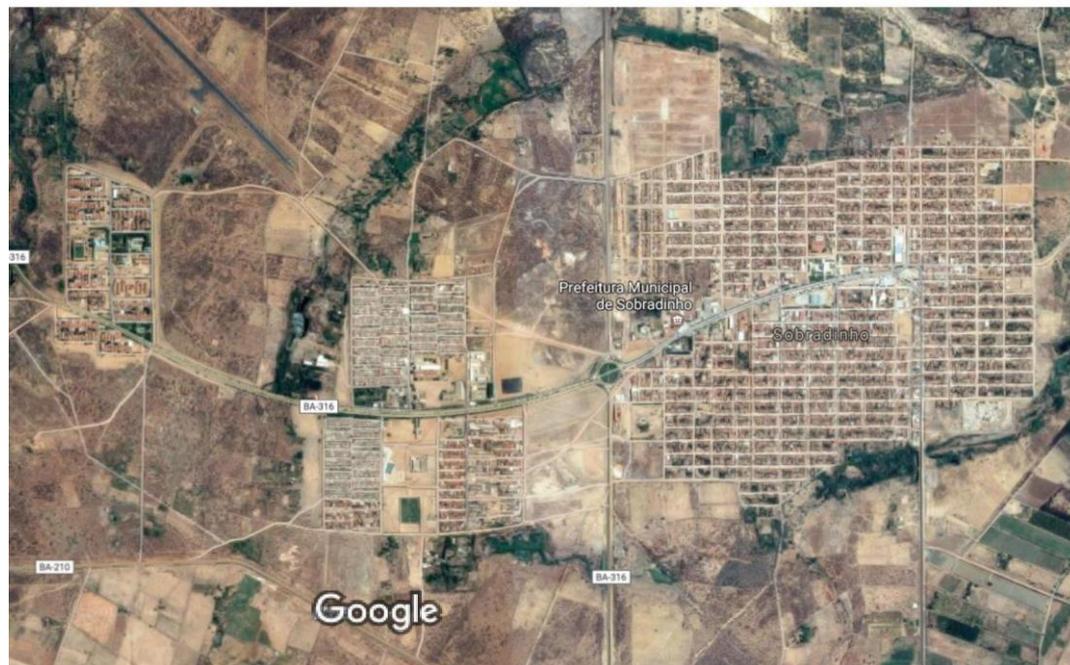
Conforme o mesmo autor, “para se dimensionar trincheiras de aterros sanitários deve-se conhecer as características da área disponível, para saber informações prévias ao cálculo, como a altura em relação ao lençol freático, fator que pode limitar a altura máxima da trincheira.”

4. METODOLOGIA

4.1 Área de estudo

Todo o processo de pesquisa ocorre na sede do município de Sobradinho, Bahia localizado a 09°27'19" de latitude sul e 40°49'24" de longitude oeste, a uma altitude média de 380 metros e área de 1.154,905 km². Sua população em 2016 era de 23.650 habitantes (BRASIL, 2016) (Figura 4).

Figura 4: Vista do município de Sobradinho-BA.



Fonte: *Google Maps* (2017)

Em termos espaciais, Sobradinho possui área urbana composta pelas vilas São Joaquim, São Francisco e Santana, as quais apresentam distintas densidades residenciais (SOBRADINHO, 2009).

Assim como muitos dos municípios de pequeno porte, Sobradinho ainda destina seus resíduos para um vazadouro a céu aberto, denominado Lixão Serra Verde (BRASIL, 2015).

4.2 Universo amostral

O estudo gravimétrico envolveu residências situadas na sede municipal, pelas quais as amostras dos resíduos sólidos domiciliares foram obtidas.

4.3 Definição da amostragem para caracterização dos RSDs

Para delimitar a população universal a ser amostrada, foi feito cálculo probabilístico conforme equação (1) proposta por Palma (2005), com margem de erro máximo de 10% e intervalo de confiança de 90%, utilizando o número total de

ligações ativas de água obtido do banco de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (BRASIL, 2015).

$$N = \frac{\sigma^2 \cdot p \cdot q \cdot n}{e^2(n-1) + \sigma^2 \cdot p \cdot q} \quad (1)$$

Onde:

N = tamanho da Amostra;

σ^2 = nível de Confiança escolhido, expresso em número de desvio padrão;

p = percentagem com a qual o fenômeno se verifica;

q = percentagem complementar (100 – p);

e = erro máximo permitido;

n = tamanho da população.

O cálculo gerou amostra de 70 domicílios, valor este, que apesar de incluir perdas, consegue representar com fidedignidade à sede municipal, uma vez que segundo Dahlen e Lagerkvist (2008 apud BASSANI, 2011, p.38) “[...] não há nenhuma recomendação absoluta sobre a forma de decidir o tamanho apropriado e o número de amostras.” E “como regra geral, um número mínimo de amostras é 10 se o tamanho da amostra é de 100 kg ou maior.”

O valor total de amostras foi distribuído de maneira proporcional à densidade residencial de cada vila (SOBRADINHO, 2009) de forma aleatória simples (Figura 5), de modo que:

Vila São Joaquim - 40 amostras

Vila São Francisco - 20 amostras

Vila Santana - 10 amostras

Figura 5: Distribuição do número de amostras na sede municipal.



Fonte: Adaptada do *Google Maps* (2017).

4.4 Sensibilização popular

Como etapa condicionante à coleta das amostras, foi desenvolvido um processo prévio de sensibilização comunitária, que compreendeu desde a apresentação da natureza e objetivo do trabalho, até o ato de propor a participação voluntária no estudo. Durante o processo houve certas recusas por parte de alguns residentes de domicílios abordados, que demonstram a importância de uma maior mobilização social em torno do tema.

4.5 Coleta e manuseio das amostras

A entrega de sacolas para acondicionamento dos resíduos e coleta dos mesmos foi consolidado entre os meses de junho e julho de 2017, em três sessões quinzenais e sucessivas, entre terças e quintas-feiras, conforme cronograma previamente estabelecido (Tabela 1).

Tabela 1. Cronograma de atividade de entrega das sacolas e recolhimento dos RSDs acumulados por domicílio.

Número de Repetições	Data de Entrega das sacolas	Data de recolhimento das sacolas
1ª Coleta	06/06/2017	08/06/2017
2ª Coleta	20/06/2017	22/06/2017
3ª Coleta	04/07/2017	06/07/2017

Para este diagnóstico, a segunda repetição amostral englobou uma época festiva, que apesar de não recomendada para estudos gravimétricos com Resíduos Sólidos, foi incluída para se constatar esperadas mudanças nos hábitos dos residentes do município dentro do período.

Ainda que ocorrido algumas recusas da população em contribuir com o estudo, a amostragem foi atendida e as sacolas entregues em residências aleatoriamente selecionadas, no intuito de se assegurar que todos os moradores tivessem chances de participar do estudo.

Decorridas 48h pós-entrega, as sacolas contendo os resíduos eram coletadas e conduzidas para um local apropriado da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF (Campus Juazeiro), onde ocorria a caracterização quantitativa e qualitativa (Figura 6).

Figura 6: (A) Veículo utilizado na atividade de coleta; (B) Sacolas de resíduos dispostas em local de análise.



4.6 Caracterização

Com fins de caracterizar os RSDs do município foi realizada análise quantitativa e qualitativa por meio da geração per capita e da composição gravimétrica dos mesmos.

4.6.1. Análise gravimétrica

Apesar do quarteamento ser o mais comumente utilizado, o método de análise gravimétrica adotado foi o por domicílio como proposto por Franco (2012), devido a preocupação com a exata origem dos resíduos e a busca por maior precisão estatística, considerando que as coletas foram realizadas porta a porta -a-porta.

Pelo método, as sacolas eram rompidas sobre uma lona preta, por um grupo de seis membros do Programa de Educação Tutorial (PET) - Saneamento Ambiental, devidamente trajados e protegidos, que realizavam separação, pesagem dos diferentes tipos de resíduos domiciliares e compilação dos dados em planilha Excel® (Figura 7).

Figura 7: (A) Rompimento das sacolas e separação dos resíduos; (B) Pesagem dos componentes.



4.6.1.1 Geração *per capita*

A geração *per capita* foi obtida através da equação (2), adaptada da contida no Glossário de Indicadores - Resíduos Sólidos (BRASIL, 2015), que relaciona as quantidades de RSDs coletados por amostragem com os 70 domicílios amostrados e a quantidade média de residentes nestes domicílios.

$$Q_{percapita} = \frac{(C_1 + C_2 + C_3)}{\frac{N^a_D}{M_{hab.}}} \quad (2)$$

Onde:

$Q_{per capita}$: quantidade de RSDs produzidos por habitante por dia (kg/hab./dia);

C1: quantidade total de RSDs da primeira coleta;

C2: quantidade total de RSDs da segunda coleta;

C3: quantidade total de RSDs da terceira coleta;

N^a_D = número de domicílios amostrados;

M hab. = média de residentes por domicilio amostrado.

4.6.1.2 Comparativo entre a geração *per capita* experimental e a fornecida pelo SNIS

A quantidade *per capita* utilizada para fins de comparação é a de 0,87 kg/hab./dia, que consta na base de dados do SNIS, em planilha de indicadores do “Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos” (BRASIL, 2015) para o município.

O erro relativo entre os valores estimados em campo e o disposto no SNIS, foi calculado pela equação (3).

$$e = \frac{Q_{percapita(SNIS)} - Q_{percapita}}{Q_{percapita}} \times 100 \quad (3)$$

Onde:

e : erro relativo (%);

$Q_{percapita(SNIS)}$: geração per capita do SNIS (kg/hab./dia);

$Q_{percapita}$: geração per capita obtida em campo (kg/hab./dia).

4.6.1.3 Composição gravimétrica

A composição gravimétrica foi determinada pela proporção dos componentes matéria orgânica, plástico, papel, material eletrônico, rejeitos, metal, vidro e outros, presentes nos resíduos amostrados.

4.7 Área para o aterro

Para estimar a área de projeto para um aterro, foram determinadas a produção diária de resíduos sólidos no município e o volume que é preciso para acondicionar-los.

4.7.1. Geração diária de RSDs

A atual produção diária de resíduos no município foi determinada por meio da equação (4) disponibilizada pelo Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental (NUCASE, 2013), com base na população da sede, dada pelo último Censo Demográfico (BRASIL, 2010c).

$$Go = Po.Gpo.Co \quad (4)$$

Onde:

Go : geração atual de resíduos (kg/dia);

Po : população atual do total da sede do município (hab.);

Gpo : geração per capita atual (kg/hab./dia) – obtida por amostragem;

Co : cobertura atual da coleta ou nível de atendimento dos serviços de coleta no município segundo SNIS (%).

4.7.2 Geração de resíduos e volume útil para um período de 10 anos

A geração diária de resíduos para 10 anos de operação de um aterro no município, mínimo estipulado pela NBR 13896, foi obtida pela equação (5) adaptada do NUCASE (2013).

$$G_t = \{Po. (1 + y_p)^t\} \cdot \{Gpo.Co\} \quad (5)$$

Onde:

G_t : geração futura de resíduos, após t anos (kg/dia);

Po : população atual total da sede do município (hab);

Gpo : geração per capita atual (kg/hab./dia) – obtida por amostragem;

Co : cobertura atual da coleta ou nível de atendimento dos serviços de coleta no município segundo SNIS (%);

y_p : taxa de crescimento populacional (% a.a.);

t : tempo considerado (anos).

O volume de resíduos no aterro para os 10 anos foi calculado pela equação (6) proposta por Oliveira (2015).

$$V = \frac{G_t}{\rho} \quad (6)$$

Onde:

V : volume de resíduos no aterro após t anos (m³/dia);

G_t : geração futura de resíduos, após t anos (ton/dia);

ρ : peso específico dos resíduos compactados no aterro adotado pelo NUCASE (ton/m³).

4.7.3 Área do aterro de pequeno porte

Com base no método de execução da trincheira, a área a ser aterrada, bem como as dimensões relativas a comprimento e largura foram encontradas por meio da altura útil de vala e das equações (7), (8) e (9) utilizadas por Oliveira (2015).

$$A = \frac{V}{h} \quad (7)$$

Onde:

A: área a ser aterrada (m²);

V: volume aterrado mensalmente em 10 anos (m³);

H: altura útil da vala (m).

Comprimento e Largura da trincheira (Terreno retangular):

$$C = 3.L \quad (8)$$

$$A = L.C \quad (9)$$

4.8 Processamento dos dados

Os dados coletados na execução de todas as etapas do estudo foram compilados em programa Excel®, para devidos cálculos e análises estatísticas.

A variação entre as três diferentes coletas gravimétricas foi analisada por teste ANOVA. A análise de variância por este teste é comumente aplicada em dados quantitativos, quando se pretende confrontar dois ou mais grupos (RIBEIRO JÚNIOR; JOSÉ IVO, 2004).

Uma vez que apenas as coletas foram vistas como fator de influência sobre a variação na quantidade de resíduos durante o período experimental, o teste ANOVA fator único foi o adotado no estudo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Geração *per capita*

Pela equação (2) foi possível verificar que há uma produção média de 0,72 kg/hab./dia de resíduos sólidos dentro da sede municipal. Ainda que represente a geração *per capita* da sede municipal, este resultado condiz com valores levantados pelo último diagnóstico do SNIS, em que para municípios com faixa populacional de até trinta mil habitantes, a massa coletada média *per capita* fica em torno de 0,76

kg/hab./dia. E pela ABRELPE (2015), que para o Estado da Bahia estimou uma geração *per capita* de 0,795 kg/hab./dia.

5.2. Comparativo entre a geração *per capita* experimental e a fornecida pelo SNIS

Por meio da equação (3), o erro relativo entre a geração *per capita* do SNIS e a experimental ficou em torno de 21%.

Levando em conta que o valor *per capita* experimental de 0,72 kg/hab./dia corresponde ao quantitativo de resíduos da sede municipal, o erro torna-se aceitável e o valor satisfatório quando comparado com o valor de 0,87 kg/hab./dia estimado para todo município pelo SNIS em 2015.

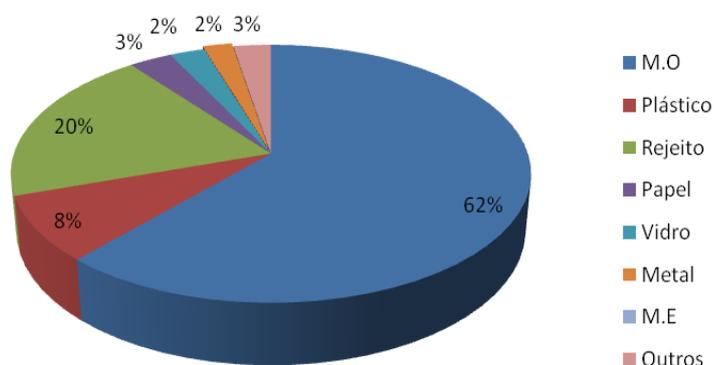
A alta proximidade entre a produção média *per capita* calculada para o atual período com a apresentada pela base de dados do Sistema de Informações, pode indicar que um certo padrão no quantitativo de resíduos que é gerado por habitante no intervalo de tempo avaliado.

Os cálculos utilizados para determinação da geração *per capita* e do erro relativo estão dispostos no Apêndice A.

5.3. Composição gravimétrica

Conforme ilustra a Figura 8, a maior parte do que é produzido em massa de Resíduos Sólidos na sede municipal, constitui-se de matéria orgânica (M.O), fração tal que ocupa mais de 60% da composição total.

Figura 8: Proporção média entre os componentes dos resíduos analisados.



É válido ressaltar que quase toda totalidade de M.O presente nas amostras coletadas veio da limpeza de jardins, sob a forma de galhos e restos de materiais arbóreos. Isso provavelmente se deve ao fato de grande parte da população sobradinhense possuir o hábito de direcionar os resíduos alimentares ao consumo de animais domésticos e/ou de animais situados em regiões campestres próximas ao município, como relatado por muitos dos residentes, durante o processo de sensibilização participativa do trabalho.

Segundo Soares (2013), “a presença elevada dos componentes provenientes da varrição doméstica é um dado esperado, em função das características culturais dos municípios que mantêm hábitos de limpeza e varrição dos quintais.”

Avaliando a percepção dos hábitos de descarte de resíduos da população no Sul de Minas, Franco (2012) observou que quase metade da população entrevistada destina seus restos alimentares para animais e que “[...] em cidades de menor porte, o hábito de destinar restos de alimentos aos animais é mais frequente que em municípios de maior porte.”

Para municípios situados em zonas agrícolas, que produzem resíduos de poda de forma significativa, Costa, Melo e Beltrame (2016) destaca que a compostagem em pátios abertos vem como solução viável, tendo-se em vista que existe mercado que absorva e que atividade tenha como gerar renda.

Em termos de variação gravimétrica (CV) ao longo das coletas realizadas (Tabela 2), é perceptível a superioridade na quantidade de resíduos orgânicos e a

significante estabilidade desta fração e dos componentes plástico, rejeito (em maior parte representado por fraldas descartáveis) e papel, na composição geral dos resíduos avaliados.

Tabela 2. Valores mensurados para caracterização gravimétrica.

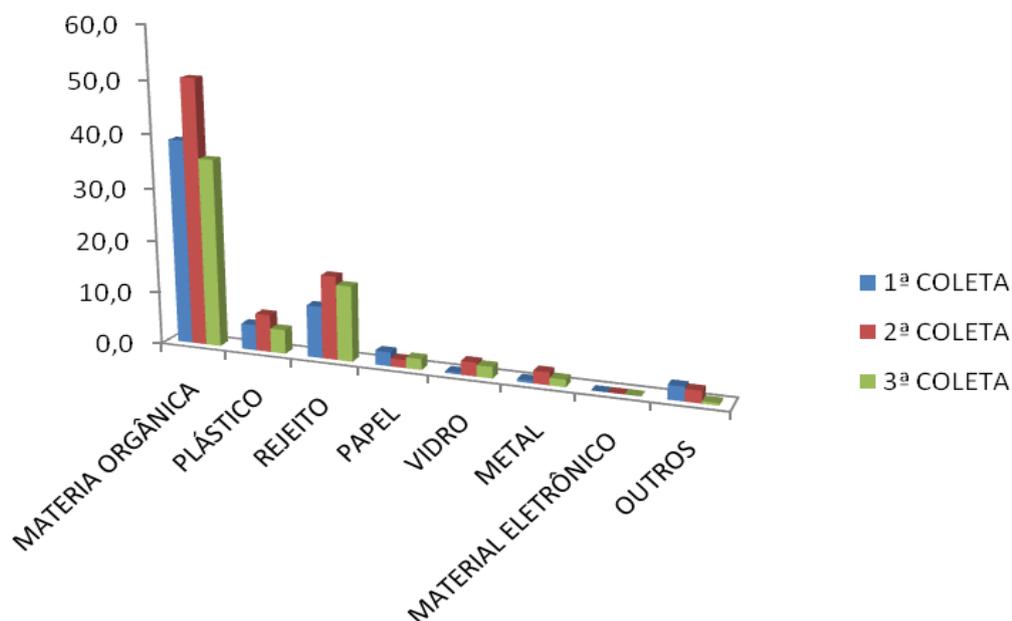
Componente avaliado	1ª Coleta	2ª Coleta	3ª Coleta	Média (kg)	MP (kg)	CV (%)
Matéria orgânica	38,8	50,3	35,6	41,6	50,3	19
Plástico	4,9	7,1	4,6	5,5	7,1	25
Rejeito	9,8	15,8	14,3	13,3	15,8	23
Papel	2,7	1,5	2,1	2,1	2,7	27
Vidro	0,4	2,6	2,2	1,7	2,6	69
Metal	0,5	2,4	1,4	1,4	2,4	66
M.E	0,0	0,0	0,01	0,003	0,01	173
Outros	2,7	2,3	0,5	1,8	2,7	65
T.P (kg)	59,7	82,1	60,6			

MP- Máximo produzido; CV - Coeficiente de Variação; TP - Total Produzido; M.E-Material Eletrônico

Como mostra a Tabela 2 e ilustra a Figura 9, há uma baixa presença dos componentes vidro, metal, outros (aparos de tecidos, material TNT e etc.) e eletrônicos na massa total dos resíduos. Este último, em específico, apresentou alta variação estatística durante o período de análise, isso porque, ora houve pequeno descarte, ora não houve descarte algum do mesmo, supondo não ser comum a população livrar-se do componente via lixo domiciliar.

Este resultado pode ser considerado positivo, pois como ressalta Jacobsen, Acordi e Gonçalves (2016, p.220), “os eletrônicos descartados de forma incorreta representam o tipo de resíduo sólido que mais cresce no mundo, mesmo em países em desenvolvimento.” E que um dos impactos desse tipo de resíduo “ está na presença de substâncias tóxicas em sua composição, o que aumenta, portanto a responsabilidade frente à destinação final dos mesmos.”

Figura 9: Oscilações dentre as coletas na massa (kg) dos componentes gravimétricos.



É importante denotar também que a maior contribuição dos componentes recicláveis dos tipos plástico e metal para o total coletado, adveio da segunda coleta, realizada no período de festejos juninos.

O teste de análise de variância (ANOVA), a nível de 5%, demonstrou não ter ocorrido diferenças significativas na quantidade de resíduos entre o intervalo quinzenal de coleta (Tabela 3), pois o valor estatístico de p (0,12626), que é a probabilidade ficou $>0,05$, valor adotado como padrão de existência de variabilidade.

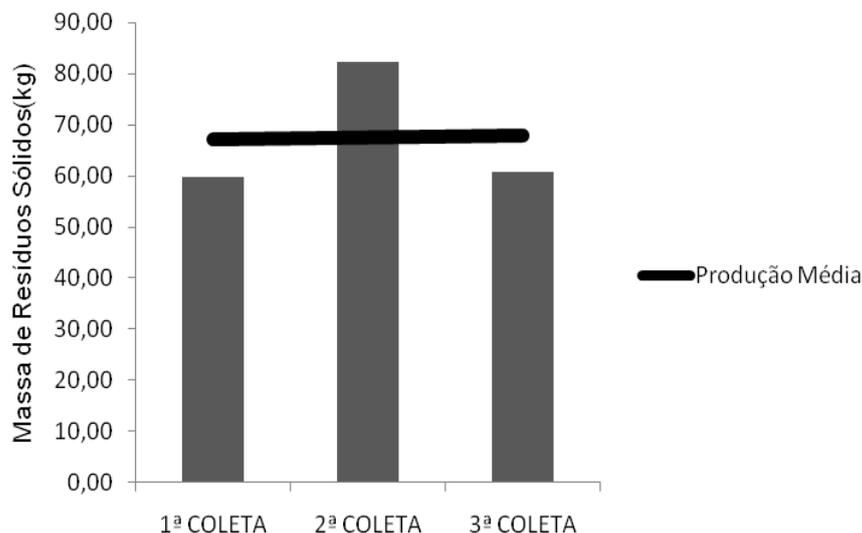
Tabela 3. Teste de variância entre o número de coletas.

Fonte da Variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Média quadrática	F	Valor-p
Entre coletas	4827039,685	2	2413519,842	2,0912	0,12626
Dentro das coletas	228519503,7	198	1154138,907		
Total	233346543,4	200			

Apesar disto, é nítido que em condições absolutas, houve o citado aumento expressivo na quantidade geral durante a época festiva, quando se compara com a média de produção (Figura 10), o que pode ter resultado tanto da maior utilização de produtos alimentícios acomodados em embalagens plásticas e/ou metálicas, quanto do incremento observado, na quantidade de espigas de milho consumidas, que elevou a massa de M.O contida nos resíduos coletados.

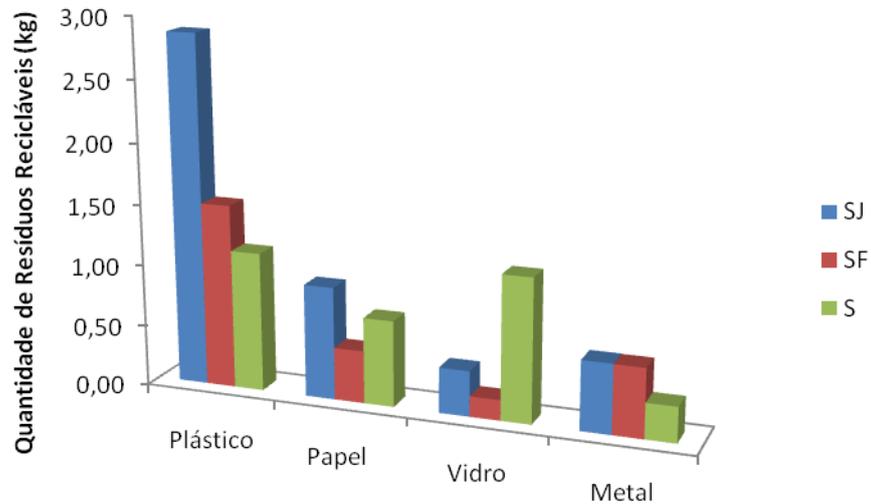
A estreita relação constatada entre as características apresentadas pelos resíduos e o cunho cultural da época avaliada, pode ser explicada por Ribeiro Junior (2013) o qual diz que “[...] cada município possui uma produção de resíduos sólidos com composições diferenciadas, variando de acordo com a renda, escolaridade e aspectos culturais [...]”. E alerta que “essas características devem ser levadas em conta durante a elaboração de um plano de gerenciamento de (RSU), para que cada tipo de resíduo receba o destino adequado.”

Figura 10: Total de resíduos produzidos (kg) em cada etapa do estudo.



Avaliando como se espacializam os componentes passíveis de serem reciclados nas diferentes vilas que configuram à área urbana (Figura 11), é possível constatar grande destaque no contingente de plástico descartado pela Vila São Joaquim (SJ), que concentra a maior densidade residencial. E forte participação da Vila Santana (S), com a menor densidade residencial, na concentração de vidro.

Figura 11: Produção média total de componentes recicláveis por vilas.



5.4. Área para o aterro

5.4.1. Geração diária de RSDs

Com o uso da equação (4), considerando que a população inserida na sede do município, dada pelo último Censo demográfico é de 20.002 habitantes (BRASIL, 2010c) , que a produção diária *per capita* amostrada de resíduos sólidos domésticos é de 0,72 kg/hab./dia e que a taxa de cobertura dos serviços de coleta seja de 100% ,tem-se que são gerados 14,4 ton/dia de resíduos.

5.4.2. Geração de resíduos e volume útil para um período de 10 anos

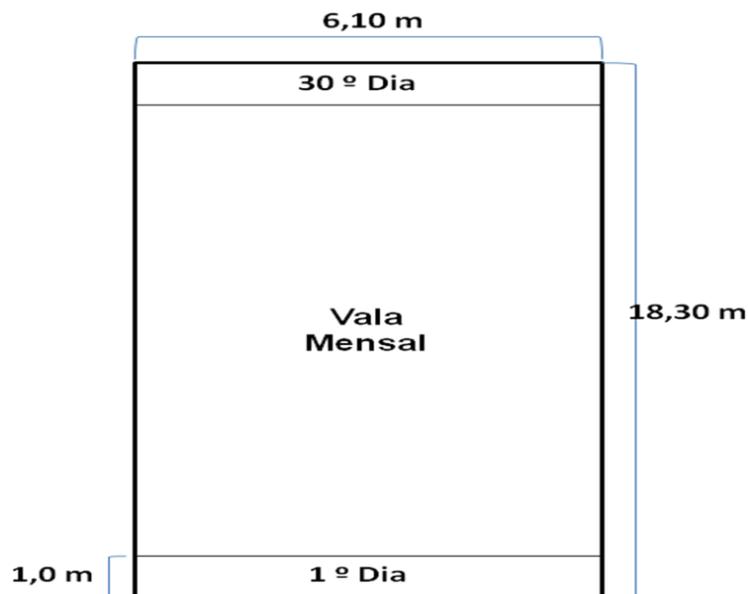
Pela equação (5), tendo a geração diária de RSDs, a taxa de crescimento populacional média de 0,3% a.a, a produção diária *per capita* amostrada de resíduos sólidos domésticos de 0,72 kg/hab./dia e o peso específico de 0,8 t/m³ a ser compactado no aterro (NUCASE, 2013) foi possível obter geração futura de 14,84 ton/dia e volume de 18,55 m³/dia de resíduos para 10 anos de operação.

5.4.3. Área do aterro de pequeno porte

Com altura útil da vala de 5 m (OLIVEIRA, 2015) e volume de resíduos a ser aterrado mensalmente durante 10 anos no valor de 557 m³ (equação 6), será preciso aterrar uma área de aproximadamente 111 m². O terreno contido nesta área deverá dispor de 6,10 m de largura e 18,30 m de comprimento (Figura 12).

Todos os cálculos desta estimativa se encontram no Apêndice A.

Figura 11: Projeto dimensional da vala a ser destinada ao aterro municipal.



Fonte: Adaptada de Oliveira (2015).

É importante destacar que a aderência de um programa de compostagem como forma de tratamento para os 62% de resíduos orgânicos gerados, pode propiciar um aumento significativo no período de vida útil do aterro, que passaria de 10 para aproximadamente 26 anos de operação. Com tal programa unido à presença de coleta seletiva para a porção de resíduos potencialmente recicláveis, é possível incrementar a vida útil com mais 24 anos, pois nessa configuração apenas os rejeitos seriam destinados ao aterro como estabelece a PNRS (BRASIL, 2010).

O aumento na vida útil, proporcionado pelas formas alternativas de tratamento, impedi que as prefeituras tenham despesas com a estruturação de novos aterros (RICHTER, 2014). É isenta que novas zonas ambientais sejam utilizadas, estas as quais estão cada vez mais escassas.

6. CONCLUSÕES

- A maior tendência do município em descartar material orgânico resultante da varrição de jardins, indica que a compostagem pode ser tomada como alternativa viável de tratamento.
- Apesar da produção total de resíduos para todo o período estudado ter se mostrado bastante estável, tornou-se nítido o quanto intervenientes culturais presentes na região, consegue ter forte influência no aumento significativo na quantidade coletada e nas características da composição, fator indicativo de que alternativas técnicas de tratamento, que venham a ser consolidadas, devam ser dimensionadas para operarem considerando estes intervenientes.
- Apresentando pouco mais de 20.000 habitantes, o que o enquadra na categoria de municípios de pequeno porte, Sobradinho necessita de possibilidades de destinação final ambientalmente correta dos seus resíduos, visto que como a maioria dos municípios do tipo, concentra o que é gerado em lixão.
- Os esforços direcionados a essas possibilidades precisam ocorrer o mais breve, tendo que o município não deu início a elaboração de seu Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (PMGIRS) e recai nos 3 incisos do artigo 3º da seção IV da Lei nº 12.305/10, como integrante de área de interesse turístico, com empreendimento de significativo impacto ambiental que abrange Unidades de Conservação.
- Com as informações levantadas e a determinação da área para o aterro, o presente estudo pode contribuir com a elaboração de projetos e/ou programas para o setor municipal de resíduos sólidos, dentro do contexto da obrigatoriedade do município em desenvolver seu Plano de Saneamento, conforme estabelece a Lei nº 11.445, no inciso II, do artigo 52.

REFERÊNCIAS

- ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2015**. Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. 2015. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>>. Acesso 20 de Jun. 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10007**: Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004. 21p.
- _____. **NBR 8419**: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1992. 7p.
- _____. **NBR 10004**: Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004. 77p.
- _____. **NBR 15849**: Resíduos sólidos urbanos - Aterros sanitários de pequeno porte - Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento. Rio de Janeiro, 2010. 24p.
- _____. **NBR 13896**: Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997. 12p.
- BAHIA. **Lei estadual nº 12.932/14**. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e dá outras providências. Salvador, 2014.
- _____. Ministério Público da Bahia. Centro de Apoio Operacional às Promotorias de Justiça de Meio Ambiente. **Desafio do lixo problemas, responsabilidades e perspectivas relatório 2006/2007**. 125p. Salvador, 2007.
- _____. Secretária de Desenvolvimento Urbano- SEDUR. **Regionalização da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Estado da Bahia**. Bahia, 2014.
- BASSANI, P.D. **Caracterização de resíduos sólidos de coleta seletiva em condomínios residenciais: estudo de caso em Vitória – ES**. Vitória, 2011. 187 p.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Bahia>> Sobradinho**, 2016. Disponível em: <www.ibge.gov.br> Acesso em: 10 ago. 2017.
- _____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Censo demográfico, 2000**. Disponível em: <www.ibge.gov.br> Acesso em: 10 ago. 2017.
- _____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Censo demográfico**, 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br> Acesso em: 10 ago. 2017.
- _____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Pesquisa de Informações Básicas Municipais - MUNIC**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em <<http://ibge.gov.br>> Acesso em: 10 ago. 2017.

_____. **Lei nº 11. 445 de 5 de janeiro de 2007.** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Presidência da República. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm> Acesso em: 06 de jun. 2017.

_____. **Lei nº 12. 305 de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Presidência da República. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em 23 de março 2017.

_____. **Ministério da Integração Nacional. Regiões Integradas de Desenvolvimento – RIDEs. Brasília: MI, 2011.**

_____. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Orientações Técnicas para Elaboração de Propostas para o Programa de Resíduos Sólidos.** 1ª ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2014.

Disponível em:

<<http://www.funasa.gov.br/documents/20182/34981/manualdeorientacoestecnicasparaelaboracaodepropostasresiduossolidos.pdf/d84790e5-647b-47c6-b393-bfd89a322563>> Acesso em: 12 ago. 2017.

_____. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental.

Plano Nacional de Saneamento Básico –PLANSAB. 2013. Disponível em:

<http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/plansab_06-12-2013.pdf> Acesso em: 07 jul. 2017.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Sistema Nacional de Informações sobre a gestão dos resíduos sólidos, SINIR.** Brasília, 2010. Disponível em: <

<http://sinir.gov.br/web/guest/sobre-o-sinir-detalhes>> Acesso em: 20 jul. 2017.

_____. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. **Alternativas de disposição de resíduos sólidos urbanos para pequenas comunidades.** Florianópolis, 2003.

_____. SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos 2015.** Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2015>> Acesso em: 19 jun. 2017.

CAMPOS, H. K. T. **Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil.** Eng Sanit Ambient., v.17, n.2 ,p. 171-180, abr/jun 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v17n2/a06v17n2>> Acesso em: 07 jul. 2017.

CARVALHO, J. L. V. ; JESUS, S.C ; PORTELA, R. B . **Composição Gravimétrica dos resíduos Sólidos Domiciliares e Comerciais do centro da cidade de Barreiras - BA.** Chão Urbano (Online) , v. XII, p. 1-14, 2013.

CASARIN, D.S. **Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos do município de Morro Redondo/RS.** Pelotas, 2013. 52f Trabalho de Conclusão de Curso

(Graduação em Engenharia Engenharia Ambiental e Sanitário)- Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2013.

CEE - CENTRO DE ESTUDOS ESTRATÉGICOS DA FIOCRUZ. **Leo Heller: 'Estamos vivendo um retrocesso enorme, que atrasará o cumprimento do plano de saneamento básico'**.Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<http://cee.fiocruz.br/?q=node/529>> Acesso em: 09 ago. 2017.

COSTA, A. R. S.; MELO, A. M. de.; BELTRAME, L. T. C. **Viabilidade da compostagem na gestão integrada de resíduos sólidos urbano: estudo de caso em Paulista – PE**. In: Encontro Pernambucano de Resíduos Sólidos, V. Recife, 2016.

COTRIM, S. L. da S. **Planos municipais de gestão integrada De resíduos sólidos**. Brasília. 02 abr. 2014. 28 slides. Apresentação em Powerpoint.

CUNHA, M. A. ; SOBRINHO, R. A. **A Política Estadual de Resíduos Sólidos da Bahia (lei nº 12.932/14) comparada à Política Nacional de Resíduos Sólidos (lei nº 12.305/10)**. In: CONGRESSO BAIANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, III. Barreiras. Anais eletrônicos: Barreiras UFOB, 2014.

DAHLEN, L.; LAGERKVIST, A. **Methods for house waste composition studies**. Waste Management, n 28, 2008, p.1100–1112.

FERREIRA, M. V. G. de. **Implementação da política de Resíduos Sólidos da Bahia: algumas considerações sobre seus desafios**. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA), Salvador, v. 3, n. 1 – Ferreira, M.V.G.Q, p.61-75, 2015.

FRANCO, C. S. **Caracterização Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Domiciliares e percepção dos hábitos de descarte no sul de Minas Gerais**. Lavras, 2012. 157p. Dissertação (Pós- Graduação em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal de Lavras, 2012.

GALDINO, S. de J.; MARTINS, C. H. **Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos da coleta convencional de um município de pequeno porte**. Tecno-Lógica, Santa Cruz do Sul, v. 20, n. 1, p. 01-08, dez. 2015. Disponível em: <<https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/6060>> Acesso em: 01 ago. 2017.

GU, B. et al. **Characterization, quantification and management of China's municipal solid waste in spatiotemporal distributions: A review**. Waste Management 61, p. 67–77, 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X16307346>> Acesso em: 08 set. 2017.

GUSMÃO, A. R. B. de; ARROYO, B. S. **Anteprojeto de aterro sanitário para o município de Juquiá, SP**. São Paulo, 2012. 58f Trabalho de Conclusão de Curso

(Graduação em Engenharia Ambiental)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

IBAM -INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, 2001.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Plano de saneamento básico é realidade para apenas 30,4% das cidades brasileiras**. São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://tratabrasil.org.br/plano-de-saneamento-basico-e-realidade-para-apenas-30-4-das-cidades-brasileiras>> Acesso em: 19 jun. 2017.

JACOBSEN, S. K.; VASQUES, E. B. A.; SERRA, E. G. **Proposta de uma logística reversa para minimização dos resíduos eletroeletrônicos no instituto federal fluminense campus campos centro – Rio de Janeiro**. In: Encontro Pernambucano de Resíduos Sólidos, V. Recife, 2016.

KROETZ, C.E. **Desenvolvimento de um sistema de apoio ao dimensionamento e estimativa de custos de aterros sanitários em trincheiras para municípios de pequeno porte**. Florianópolis, 2003. 159p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

MAGALHÃES, D. N. **Elementos para o diagnóstico e gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos do município de Dores de Campos – MG**. 2008. 60f. Monografia, Universidade Federal de Juiz de Fora- UFJF, Juiz de Fora- MG. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/analiseambiental/files/2009/11/D%C3%A9borah-Neide-de-Magalh%C3%A3es.pdf>> Acesso em: 20 jun.2017.

MEIRELES, S. **Sistema municipal de informações sobre resíduos sólidos como instrumento de gestão e gerenciamento**. Florianópolis, 2015. 305p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

MELO, L. A.; SAUTTER, K. D.; JANISSEK, P.R. **Estudo de cenários para o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos de Curitiba**. Eng Sanit Ambient., v.14, n.4, p. 551-558, out/dez 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v14n4/15.pdf>> Acesso em: 13 jul. 2017.

MIEZAH, K. et al. **Municipal solid waste characterization and quantification as a measure towards effective waste management in Ghana**. Waste Management 46, p.15–27, 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X15301185>> Acesso em: 08 set. 2017.

MONTENEGRO, M.H.F; CAMPOS, H.K.T. Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico / SINISA. **Panorama do Saneamento Básico no Brasil, 2011**. Cadernos temáticos para o panorama do saneamento básico no Brasil, vol. nº VII. 2011.

NUCASE - Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental. **Projeto, operação e monitoramento de aterros sanitários**. Guia do profissional em treinamento, nível 2. 2013.

OLIVEIRA, L. D. de. **Projeto de aterros sanitários**. Universidade Estadual de Maringá- Departamento de Engenharia Civil, 2015. 44 slides. Apresentação em Power-point.

OLIVEIRA FILHO, A. de. **Após nove anos da implantação da Política Nacional de Saneamento Básico – O que mudou?**. São Paulo, 2016. Disponível em: < <http://www.sambiental.com.br/noticias/ap%C3%B3s-nove-anos-da-implanta%C3%A7%C3%A3o-da-pol%C3%ADtica-nacional-de-saneamento-b%C3%A1sico-%E2%80%93-o-que-mudou>> Acesso em: 04 ago. 2017.

PAES, N.X. et al. **Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Curitiba**. Secretaria Municipal do Meio Ambiente/ Departamento de Limpeza Pública: Curitiba, 2007.

PALMA, I.R. **Análise da Percepção como Instrumento ao Planejamento da Educação Ambiental**. 2005. 39 p. Dissertação de Mestrado.

PERALTA, L. R.; ANTONELLO, I.T. **O desafio enfrentado pelos municípios de pequeno porte para atender à política nacional de resíduos sólidos: o uso do consórcio intermunicipal**. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPEGE, XI. São Paulo. **Anais eletrônicos**. São Paulo:UNESP, 2015.

RCE- REDE CIDADES EFICIENTES EM ENERGIA ELÉTRICA. **SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**. 1998. Disponível em: < <http://www.rce.org.br/snis.html>> Acesso em: 17 ago. 2017.

RIBEIRO JUNIOR; IVO, J.. **Análises Estatísticas no Excel: Guia Prático**. Viçosa: UFV, 2004.

RIBEIRO JUNIOR, V. G.. **Composição gravimétrica e a gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no município de Curitiba, Paraná**. 2013. 22f .Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

RICHTER, L. N. **A importância da conscientização e da coleta seletiva no município de Palmitos-SC**. 78f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Gestão Ambiental em Municípios) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2014.

RIDESAB. **O que são os Planos de Saneamento Básico das RIDE's?**. Brasília, 2015. Disponível em: < <http://ridesab.com.br/o-que-sao-os-planos-de-saneamento-basico-das-rides/>> Acesso em: 12 jun. 2017.

ROCHA, I. L. ; AGUIAR, M. I. **Análise comparativa de estudos sobre a caracterização física dos resíduos sólidos urbanos gerados em diferentes municípios brasileiros**. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E

INOVAÇÃO, VII. Palmas, 2012. Disponível em:
<<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/225>> Acesso em: 16 jul. 2017.

SILVANI, A. **Os desafios do país na implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2013. Disponível em:
<<https://abrampa.jusbrasil.com.br/noticias/100706430/os-desafios-do-pais-na-implementacao-da-politica-nacional-de-residuos-solidos-entrevista-com-andre-silvani-promotor-de-justica-em-pernambuco>> Acesso em: 06 ago. 2017.

SILVEIRA, A. M. de M. **Estudo do peso específico de Resíduos Sólidos Urbanos**. Rio de Janeiro, 2004. 101p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

SOARES, A. P. **Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do município de Manhumirim / Minas gerais – como ferramenta de avaliação preliminar do programa de coleta seletiva**. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, V. Belo Horizonte, 2014.

SOARES, A. P. **Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos do baixo jequitinhonha / Minas Gerais – instrumento para gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos sob perspectiva regional**. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, IV. Salvador, 2013.

SOARES, E.L de S. **Estudo da caracterização gravimétrica e poder calorífico dos resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro, 2011. 133p. Dissertação (Mestrado em Ciências)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

SOBRADINHO. **A Cidade**. 2014. Disponível em: <
http://www.sobradinho.ba.gov.br/?sessao=informacao&cod_informacao=2> Acesso em: 12 jun. 2017.

SOBRADINHO. **Lei nº 449/2009**. Dispõe sobre o desenvolvimento urbano no Município de Sobradinho, institui o seu Plano Diretor Urbano e dá outras providências. **Prefeitura municipal de Sobradinho. 2009**.

STRAUCH, M.;ALBUQUERQUE, P. P. de. **Resíduos: como lidar com recursos naturais**. São Leopoldo: EdOikos, 2008.

TAVARES, R.C. **Composição gravimétrica: uma ferramenta de planejamento e gerenciamento do resíduo urbano de Curitiba e região metropolitana**. 114f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Engenharia do Paraná, Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, Curitiba, 2007.

ZANTA, V. M.; FERREIRA, C.F.A. **Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos**. In: Prosab. Florianópolis, 2003. Disponível em: < <http://www.web-resol.org/textos/livroprosab.pdf>> Acesso em: 22 jul. 2017.

APÊNDICE A – Memorial de cálculo

GERAÇÃO PER CAPITA

$$Q_{per\ capita} = (59,7\text{ kg} + 82,1\text{ kg} + 60,6\text{ kg})/70\text{ domicilios}/4\text{ hab./domicilio}$$

$$Q_{per\ capita} = 0,72\text{ kg/hab./dia}$$

ERRO RELATIVO ENTRE OS VALORES PER CAPITA

$$e = ((0,87 - 0,72) / 0,72) \times 100$$

$$e = 21\%$$

GERAÇÃO DIÁRIA DE RESÍDUOS

$$G_o = (20.002\text{ hab.} \times 0,72\text{ kg/hab./dia} \times 1) / 1000$$

$$G_o = 14,40\text{ ton/ dia}$$

TAXA DE CRESCIMENTO POPULACIONAL

Intervalo de tempo - População total (Censo 2000)/ População total (Censo 2010)

Percentual de crescimento populacional em 10 anos (Yp):

$$Y_p = (\text{População Censo 2010} - \text{População Censo 2000}) / \text{População Censo 2000} \times 100$$

$$Y_p = (22.000\text{ hab.} - 21.325\text{ hab.}) / 21.325$$

$$Y_p = (675\text{ hab.} / 21.325\text{ hab.}) = 3\%$$

Percentual de crescimento populacional ao ano:

$$Y_p = (3\% / 10\text{anos}) = 0,3\% \text{ a.a ou } 0,003\text{ a.a}$$

GERAÇÃO PARA 10 ANOS

$$G_t = 20.002 \times (1 + 0,003)^{10} \times \{0,72 \times 1\} = 14,84\text{ ton/dia}$$

VOLUME DE RESÍDUOS NO ATERRO PARA 10 ANOS

$$V = 14,84 \text{ ton/dia} / 0,8 \text{ ton/m}^3$$

$$V = 18,55 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Com valas abertas mensalmente:

$$V = 18,55 \text{ m}^3/\text{dia} \times 30 \text{ dias}$$

$$V = 557 \text{ m}^3$$

ÁREA DO ATERRO

$$A = 557 \text{ m}^3/5$$

$$A = 111 \text{ m}^2$$

COMPRIMENTO E LARGURA

Pela relação $C = 3 \times L$ e $A = L \times C$:

substituindo $3L$ em C :

$$A = 3L^2$$

$$111 \text{ m}^2 = 3L^2$$

$$L^2 = 37 \text{ m}^2$$

$$L = 6,10 \text{ m}$$

$$C = 3 \times 6,10 \text{ m}$$

$$C = 18,30 \text{ m}$$