UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL

UNIDADE EM SÃO FRANCISCO DE PAULA

MESTRADO PROFISSIONAL EM AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE

ROBERTO PERES CAMPELLO

ALTERNATIVAS À PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E POSSIBILIDADE DE GERAÇÃO DE RENDA PARA A POPULAÇÃO DE SÃO FRANCISCO DE PAULA

SÃO FRANCISCO DE PAULA

2018

uergs
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

São Francisco de Paula

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL

UNIDADE UNIVERSITÁRIA EM SÃO FRANCISCO DE PAULA

CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* – MESTRADO EM AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE

ROBERTO PERES CAMPELLO

ALTERNATIVAS À PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E POSSIBILIDADE DE GERAÇÃO DE RENDA PARA A POPULAÇÃO DE SÃO FRANCISCO DE PAULA

Dissertação de mestrado

SÃO FRANCISCO DE PAULA

2018

ROBERTO PERES CAMPELLO

ALTERNATIVAS À PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E POSSIBILIDADE DE GERAÇÃO DE RENDA PARA A POPULAÇÃO DE SÃO FRANCISCO DE PAULA

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ambiente e Sustentabilidade, da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Ambiente e Sustentabilidade.** Orientador (a): Dra. Francielle Paulina de Araújo

SÃO FRANCISCO DE PAULA

2018

Catalogação de publicação na fonte (CIP)

C193a Campello, Roberto Peres

Alternativas à problemática dos resíduos sólidos urbanos e possibilidade de geração de renda para a população de São Francisco de Paula/ Roberto Peres Campello – São Francisco de Paula, 2018.

124 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Mestrado em Ambiente e Sustentabilidade, Unidade em São Francisco de Paula, 2018.

Orientadora: Prof.ª. Dra. Francielle Paulina de Araújo

1. Reciclagem. 2. Resíduos Sólidos Urbanos. 3. Sustentabilidade. 4. Dissertação. I. Araújo, Francielle Paulina de. II. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Mestrado em Ambiente e Sustentabilidade, Unidade em São Francisco de Paula. IV. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Bibliotecário Marcelo Bresolin CRB 10/2136

ROBERTO PERES CAMPELLO

ALTERNATIVAS À PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E POSSIBILIDADE DE GERAÇÃO DE RENDA PARA A POPULAÇÃO DE SÃO FRANCISCO DE PAULA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Conservação e manejo da biodiversidade

Data de aprovação: 02 de março de 2018.

Banca Examinadora

Francielle Paulina de Araújo
Profa. Dra. Francielle Paulina de Araújo (Orientadora)
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

Viviane Trevisan
Profa. Dra. Viviane Trevisan
Universidade do Estado de Santa Catarina

Ana Carolina Tramontina
Profa. Dra. Ana Carolina Tramontina
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Marcelo Maisonette Duarte
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

AGRADECIMENTOS

Agradeço em especial à minha esposa, Ligia e minha filha Sophie, pelo incentivo, apoio e compreensão pelo tempo que dispus de estar com elas pra me dedicar a este trabalho. Amo vocês.

À minha orientadora, Francielle Paulina de Araújo, pelos ensinamentos, comprometimento, por estar sempre presente, por me deixar “voar” e por me fazer “aterrizar”. Acredito ter escolhido a melhor orientadora que poderia ter. Muito obrigado.

À Empresa Luftech Soluções Ambientais pelo apoio incondicional para este projeto, por abrir mão da minha presença na empresa toda vez que precisei me ausentar, aos colegas que entenderam a importância e me deram suporte nos momentos de ausência e, principalmente, ao Germano, diretor da empresa e, sobretudo, amigo.

À Prefeitura Municipal de São Francisco de Paula, principalmente ao Secretário Alexandre Bossle e ao Prefeito Marcos Aguzzoli, por abrir as portas da Prefeitura, fornecendo todas as informações que precisei ao longo da pesquisa.

À UERGS e seu corpo docente, por proporcionoar ensino de qualidade em acordo com as necessidades da comunidade a qual esta inserida.

Aos colegas da primeira turma de Mestrado da UERGS.

À amiga Francine Zanatta pela parceira fomada ao longo do desenvolvimento do projeto, pelas dicas, conversas e desabafos. Certamente tua amizade foi a grande conqusita desses dois últimos anos e tenho certeza que esse laço criado neste período levaremos para as nossas vidas profissionais e pessoal.

RESUMO

Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) são aqueles gerados na vida quotidiana da população, apresentando grande potencial poluidor, causador de degradação ambiental quando mal gerenciado. A partir da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) coube aos municípios a responsabilidade do correto gerenciamento dos seus RSU, respeitando uma hierarquia: não geração, redução, reúso, reciclagem e disposição final dos rejeitos. Para atingir às exigências da PNRS, realizou-se um estudo de caso da situação dos RSU de São Francisco de Paula – RS. Iniciou-se pela análise crítica do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), passando por um diagnóstico da situação atual do município, traçando-se uma expectativa do crescimento populacional e consequente geração de RSU, num alcance de 20 anos e apresentando alternativas para o gerenciamento das frações orgânica, reciclável e de rejeito do RSU. O Município, através de empresa terceirizada, faz o descarte de todo o RSU em um aterro sanitário situado há cerca de 215 km da sua sede, não atendendo, desta forma, o que preconiza a PNRS. A destinação do rejeito em aterro sanitário é considerada adequada, podendo-se manter esse modelo de tratamento. Quando o Município apresentar projetos qualificados, como os indicados neste estudo, poderá obter recursos do do Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA) e do Fundo Socioambiental (FSA). Estes recursos tornará o Município capaz de reduzir os riscos a saúde e ao meio ambiente. O Município também sera capaz de contemplar uma parcela vulnerável da população através da geração de emprego e renda além de diminuir os custos com destinação dos resíduos.

Palavras-chave: Sustentabilidade. PNRS. Resíduos Sólidos Urbanos. Reciclagem. Compostagem. Incineração.

ABSTRACT

Municipal Solid Waste (MSW) are the generated wastes in the daily life of the population. These wastes present great polluting potential and cause environmental degradation, when their managements are in wrong ways. The Federal Planning in MSW (PNRS in Brazil). Determines that the municipalities are responsible for their MSW's management. The municipalities have to follow the rules for the non-generation, for the reduction, for the reuse, for the recycling and for disposal of the MSW. For the applying of the PNRS, a case study was made about the MSW's current situation, in São Francisco de Paula, RS, Brazil. The first step is a critical study of the Municipa Plan for Basic Sanitation (MPBS). This study includes a diagnosis of the current situation of this municipality. The study also includes the expectation in the population growth and consequent MSW's generation, in the next 20 years. Yet the study presents alternatives for the management of the organic fraction and the recyclable, part of MSW's and for the management of the rest waste. The Municipality, Through an out sourced company, currently disposes ALL the MSW in a sanitary landfill which is located about 300 km from Downtown. This kind of disposal does not attend the PNRS" recommendations. When the Municipality presents the qualified projects, as indicated in the study, it can obtain resources of the National Environment Fund (FNMA) in Brazil. It also can obtain resources of the social Environmental Fund (FSA) in Brazil. These resources will turn the Municipality capable to reduce risks in health-care and the environment. The Municipality will also be able to contemplate a vulnerable portion of the population through the generation of employment and income besides reducing costs with waste.

Keywords:. Sustainability. PNRS. Municipal Solid Waste (MSW). Recycling. Composting. Incineration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Hierarquia na gestão dos RSU. 23

Figura 2: Evolução na Geração e coleta de RSU, no Brasil entre os anos de 2005 a 2016 32

Figura 3: Evolução no % de coleta seletiva e destinação adequada dos RSU, no Brasil entre os anos de 2005 a 2016.....32

Figura 4: Parcela de resíduo orgânico no RSU gerado diariamente no Brasil.....36

Figura 5: Fases da compostagem 37

Figura 6: Taxa de reciclagem brasileira.....40

Figura 7: Fluxograma Processo Incineração Luftech. 7 a) Incinerador e 7 b) lavador de gases 43

Figura 8: Temperaturas de operação do sistema de incineração Luftech 45

Figura 9: Esquema de unidade de triagem e compostagem de resíduos sólidos domiciliares 61

Figura 10: distribuição de mesas transversais.....73

Figura 11: Fluxo de processos no galpão de triagem 74

Figura 12: Construção do pavilhão em diferentes níveis 75

Figura 13: Layout do projeto do galpão, vista superior 79

Figura 14: Layout do projeto do galpão, vista lateral 80

Figura 15: Planta baixa da área de apoio 80

Figura 16: Dimensões de uma leira de compostagem.....90

Figura 17: Pátio de compostagem em larga escala na Alemanha.....92

Figura 18: Incinerador Luftech 98

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Tabela 1: Principais geradores em quantidade de resíduos versus principais geradores per Capita.....26

Tabela 2: Populações humanas por regiões e projeção de resíduos Urbanos - 2012 e projeção 2025.....27

Tabela 3: Evolução da quantidade de RSU gerado e coletado, % de coleta seletiva e % de destinação final adequada, no Brasil entre os anos de 2005 a 2016. ...31

Tabela 4: Dados de geração, coleta e destinação final adequda no Rio Grande do Sul. 35

Tabela 5: Geração percapita de RSU na Região Sul do Brasil.....53

Tabela 6: Estimativa de crescimento populacional 54

Tabela 7: Estimativa populacional do município de São Francisco de Paula pelo método geométrico.....55

Tabela 8: Composição gravimétrica média.....58

Tabela 9: Estimativa anual de geração de resíduos para o município de São Francisco de Paula.....59

Tabela 10: Quantidade diária de resíduo reciclável gerado no Município de São Francisco de Paula.....63

Tabela 11: Composição (%) média dos recicláveis no RSU no Brasil de acordo com diversos autores. 64

Tabela 12: Potencial de arrecadação mensal com a comercialização dos reciclados 65

Tabela 13: Áreas mínimas para os projetos por faixa populacional.....68

Tabela 14: Equipamentos para o Galpão de Triagem e características 70

Tabela 15: Dimensionamento da equipe de trabalho em um galpão de triagem de coleta seletiva.....71

Tabela 16: Tipos de materiais triados 72

Tabela 17: Resumo das estruturas de apoio 78

Tabela 18: Investimentos na implantação do galpão de triagem 82

Tabela 19: Expectativa de geração de Resíduos Orgânicos 85

Tabela 20: Expectativa de geração de Rejeitos.....95

Tabela 21: Síntese dos resultados encontrados.....102

Tabela 22 : Sugestão de preços compra reccláveis CTS Papeis 123

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Urbana e de Resíduos Especiais
CLP	Central Lógica de Processamento
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COREDE	Conselhos Regionais de Desenvolvimento do Rio Grande do Sul
EDR	Eficiencia de Destruição de Resíduos
FMMA	Fundo Naconal do Meio Ambiente
FSA	Fundo Socioambiental
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NaOH	Hidróxido de Sódio
NR	Norma Regulamentadora
ONU	Organização das Nações Unidas
PERS	Plano Estadual de Residuos Sólidos
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PPP	Parceria Público Privada
PVC	Policloreto de Vinila
RCC	Resíduo da Construção Civil
Rsan	Resíduos Sólidos de Serviços de Saneamento
RSI	Resíduos Sólidos Industriais
RSM	Resíduos Solidos de Mineração
RSS	Resíduo de Serviço de Saúde
RST	Resíduos Sólidos de Transportes
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SINIR	Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
SINISA	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
SUASA	Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária
UT	Unidade de Triagem
UTC	Unidade de Triagem e Compostagem

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 14

2. OBJETIVOS 17

2.1. OBJETIVO GERAL 17

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 17

3. REFERENCIAL TEÓRICO 18

3.1. DEFINÇÃO DE RESÍDUO SÓLIDO 18

3.2. POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PNRS) 18

3.3. PANORAMA GLOBAL, NACIONAL E REGIONAL 25

3.3.1. RSU no mundo 25

3.3.2. Realidade brasileira na gestão dos RSU 30

3.3.3. Realidade do Rio Grande do Sul na gestão dos RSU 34

3.4. TIPOS DE RESÍDUOS E MÉTODOS DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DOS RSU 35

3.4.1. Resíduo orgânico 35

3.4.2. Resíduo Reciclável 39

3.4.3. Rejeito 41

4. METODOLOGIA DE PESQUISA 47

5. RESULTADOS 48

5.1. PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO (PMSB) DE SÃO FRANCISCO DE PAULA 48

5.2. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM SÃO FRANCISCO DE PAULA 51

5.3. ALCANCE DO PROJETO 53

5.4. PROPOSTAS PARA A PROBLEMÁTICA RSU 55

5.4.1. Coleta 56

5.4.2. Composição do resíduo municipal 57

5.5. TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DOS RSU 59

5.5.1. Estação de transbordo – triagem de resíduos 60
5.5.2. Resíduo reciclável 61
5.5.3. Resíduo orgânico ou úmido 84
5.5.4. Rejeito 94
6. CONCLUSÃO 103
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 106
ANEXOS 116
ANEXO A – Minuta Contrato Prefeitura Municipal São Francisco de Paula e Empresa Sollaris Limpeza urbana EIRELE ME 117
ANEXO B – ORÇAMENTO COMPRA RECICLÁVEIS 122

1. INTRODUÇÃO

Sete bilhões de seres humanos produzem anualmente 1,3 bilhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) — uma média de 1,2 kg por dia per capita. Quase a metade desse total é gerada por menos de 30 países, os mais desenvolvidos do mundo. Se o número parece assustador, um cenário ainda mais sombrio é traçado por estudos da Organização das Nações Unidas (ONU) e do Banco Mundial em que se estima que daqui a dez anos, serão 2,2 bilhões de toneladas anuais. Na metade deste século, se o ritmo atual for mantido, teremos nove bilhões de habitantes e quatro bilhões de toneladas de lixo urbano por ano. (HOORNWEG; BHADA-TATA, 2012; página 1).

O Brasil é um país de dimensões continentais, de modo que o gerenciamento do Resíduo Sólido Urbano (RSU) não é uniforme em toda sua extensão. A Região Sul é a mais avançada em relação à disposição adequada dos RSU, ao passo que a Região Norte é a menos avançada (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Urbana e de Resíduos Especiais - ABRELPE, 2015).

De acordo com dados de 2008 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE), divulgados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA):

> [...] 99,96% dos municípios brasileiros têm serviços de manejo de Resíduos Sólidos, mas 50,75% deles dispõem seus resíduos em vazadouros; 22,54% em aterros controlados; 27,68% em aterros sanitários. Esses mesmos dados apontam que 3,79% dos municípios tem unidade de compostagem de resíduos orgânicos; 11,56% tem unidade de triagem de resíduos recicláveis; e 0,61% têm unidade de tratamento por incineração. A prática desse descarte inadequado provoca sérias e danosas consequências à saúde pública e ao meio ambiente e se associa ao triste quadro socioeconômico de um grande número de famílias que, excluídas socialmente, sobrevivem dos ‘lixões’ de onde retiram os materiais recicláveis que comercializam. (MMA, 2017).

Na região Sul, 9,99% do RSU gerado é disposto sem qualquer tipo de tratamento, seguido pela região Sudeste 12,11%; e Centro-Oeste 32,97%. A região Nordeste apresenta 46,48% do RSU disposto de maneira totalmente inadequada

enquanto que na região Norte, mais da metade (54%) do RSU gerado apresenta destinação totalmente inadequada ABLERLPE (2015).

Quando se fala de poluição e degradação ambiental causados pelo mau gerenciamento dos resíduos sólidos, o problema não está relacionado apenas aos impactos ao meio terrestre, mas também se refere ao meio aquático. Segundo ARAÚJO; COSTA (2003), o lixo acumulado em mares e oceanos vai além do aspecto estético estando associado às questões ambientais e de saúde pública. Em termos de saúde pública, esse acúmulo de resíduos contribui para a proliferação de vírus, bactérias e fungos, responsáveis pela propagação de doenças de veiculação hídrica. Em termos de fauna marítima, podem provocar desde o aprisionamento de animais até a ingestão desses resíduos, em ambos os casos, podem levar a morte de animais.

Com vista a minimizar os impactos ocasionados pelo mau gerenciamento dos RSU em 2010 o Congresso Nacional sancionou a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), que traz uma série de medidas para o correto gerenciamento do mesmo. Apresenta uma hierarquia que deve ser seguida por todos os geradores de resíduos, de forma que o descarte final deve ser apenas do rejeito, ou seja, resíduo sem nenhum valor comercial, resultante das atividades, seja de consumo ou de produção. A PNRS entrou em vigor no ano de 2010 e todos os municípios tinham um prazo de quatro anos para se adequarem à nova lei.

De acordo com o último panorama lançado pela ABRELPE, com dados referentes ao ano de 2016, foram coletados 71,3 milhões de toneladas de RSU, atingindo uma cobertura de coleta de 91% para o país, mostrando um crescimento em relação a 2015. No entanto, esses “9% não coletados” resultam em sete milhões de toneladas de resíduos que não foram objeto de coleta. Em relação à disposição final dos RSU coletados, houve uma piora em relação ao ano anterior (2015), de 58,7%, para 58,4% ou 41,7 milhões de toneladas enviadas para aterros sanitários. Aproximadamente 3.331 municípios brasileiros, dispuseram aproximadamente 41,6% do coletado (29,7 milhões de toneladas de resíduos) em lixões ou aterros controlados, que não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessárias para proteção do meio ambiente contra danos e degradações. Já em relação aos recursos aplicados

pelos municípios em 2016 para a execução de todos os serviços de limpeza urbana aplicados no Brasil, em média, cerca de R$9,92 mensais por habitante, uma queda de 0,7% em relação a 2015. Outro fator importante levantado foi em relação à geração de empregos diretos no setor de limpeza pública, o qual apresentou queda de 5,7% em relação ao ano anterior, com a perda de 17.700 postos formais de trabalho no setor (ABRELPE, 2016).

São Francisco de Paula, Município da Serra Gaúcha, possui uma área de 3.264,49 km² e uma população estimada em 21.679 habitantes (para o ano de 2017), dividida entre a zona urbana e a zona rural (IBGE). Em relação à Gestão de Resíduos Sólidos, possui uma empresa contratada responsável pela coleta seletiva e não seletiva, além da destinação final dos resíduos, tanto da área urbana quanto rural. Essa coleta é direcionada, de acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), ao Aterro Sanitário de Minas do Leão, que dista aproximadamente 216 km do município. O custo médio, por habitante, dispendido pelo município, de acordo com o contrato firmado entre a Prefeitura Municipal e a empresa responsável, é de aproximadamente R$ 7,73/habitante/mês, valor esse inferior à média nacional.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Propor alternativas para a problemática dos Resíduos Sólidos Urbanos em São Francisco de Paula, visando a economia de recursos naturais e financeiros e avaliar a possibilidade de geração de renda para população em situação de vulnerabilidade econômica.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos foram: 1) Avaliar o Plano Municipal de Saneamento Básico da cidade de São Francisco de Paula; 2) Apresentar diagnóstico da situação atual do município em relação ao gerenciamento de resíduos sólidos; 3) Propor sistemas de reciclagem e compostagem adequados à realidade local; e 4) Realizar um estudo comparativo entre a implantação de sistemas de compostagem e reciclagem versus a disposição em aterro sanitário (custos de deslocamento e disposição).

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. DEFINÇÃO DE RESÍDUO SÓLIDO

Para efeitos da PNRS, resíduos sólidos são definidos como:

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

Já a ABNT NBR 10.004/2004, por sua vez, define resíduos sólidos como:

> [...] resíduos nos estados sólidos e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e varrição. Ficam incluídos nesta definição 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 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.".

Podem ser classificados, de acordo com o artigo 13 da PNRS, quanto à origem e periculosidade. Quanto à origem, basicamente tem-se os de origem domiciliar e de limpeza urbana que, caracterizam os RSU; resíduos industriais, resíduos hospitalares, resíduos dos serviços públicos de saneamento básico, resíduos da construção civil, resíduos agropastoris, resíduos de serviços de transporte e de mineração. Já quanto à periculosidade, podem ser classificados como resíduos perigosos e resíduos não perigosos.

3.2. POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PNRS)

A Lei nº 12.305/10 (BRASIL, 2010) que institui a PNRS é bastante atual e contém instrumentos importantes para permitir o avanço necessário ao País no

enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos.

O Artigo 1° institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), apresentando os princípios, objetivos e instrumentos, diretrizes da gestão integrada e o gerenciamento dos resíduos sólidos. Incluem neste rol os resíduos: perigosos, as responsabilidades dos geradores e poder público e os instrumentos econômicos. Esta lei se aplica a toda à sociedade, ou seja, pessoa física e jurídica, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Ficam excluídos desta lei os assuntos pertinentes ao tratamento e destinação final dos rejeitos radioativos, uma vez que possuem legislação específica. A PNRS, em seu Artigo 3° apresenta algumas definições importantes, entre elas:

- Destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sistema nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA), entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;
- Disposição final ambientalmente adequada: distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;
- Coleta seletiva: coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição;
- Reciclagem: processo de transformação dos resíduos sólidos que envolvem a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os

padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber do SNVS e do Suasa;

- Geradores de resíduos sólidos: pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, que geram resíduos sólidos por meio de suas atividades, nelas incluído o consumo;
- Gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta lei;
- Gestão integrada de resíduos sólidos: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social sob a premissa do desenvolvimento sustentável;
- Reutilização: processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber do SNVS e do Suasa;
- Serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades previstas no art. 7º da Lei nº 11.445, de 2007.

De acordo com o artigo 6° os princípios da PNRS são:

> I – a prevenção e a precaução;
>
> II – o poluidor-pagador e o protetor-recebedor;
>
> III – a visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública;
>
> IV – o desenvolvimento sustentável;

V – a ecoeficiência, mediante a compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade e sustentação estimada do planeta;

VI – a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade;

VII – a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

VIII – o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania;

IX – o respeito às diversidades locais e regionais;

X – o direito da sociedade à informação e ao controle social;

XI – a razoabilidade e a proporcionalidade.

Já o artigo 7° apresenta os objetivos da PNRS, sendo eles:

I– proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;

II – não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;

III – estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;

IV – adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;

V – redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos;

VI – incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados;

VII – gestão integrada de resíduos sólidos;

VIII – articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos;

> IX – capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos;
>
> X – regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos e limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira, observada a Lei nº 11.445, de 2007;
>
> XI – prioridade, nas aquisições e contratações governamentais, para: a) produtos reciclados e recicláveis; b) bens, serviços e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis;
>
> XII – integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
>
> XIII – estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto;
>
> XIV – incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético;
>
> XV – estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável.

Entre os instrumentos da PNRS, conforme mensurado no artigo 8°, podemos destacar: a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis; o monitoramento e a fiscalização ambiental, sanitária e agropecuária; a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos; a educação ambiental; os incentivos fiscais, financeiros e creditícios; o Fundo Nacional do Meio Ambiente e o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e

Tecnológico; o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) e em Saneamento Básico (SINISA); os acordos setoriais; os termos de compromisso e os termos de ajustamento de conduta; o incentivo à adoção de consórcios ou de outras formas de cooperação entre os entes federados, com vistas à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos.

O artigo 9° apresenta a ordem de prioridade na gestão dos resíduos sólidos, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1: Hierarquia na gestão dos RSU.

Fonte: Machado (2013)

De acordo com o § 1º do artigo 9°, poderão ser utilizadas tecnologias que visem à recuperação de energia dos resíduos, devendo, para tanto, ser comprovada a viabilidade técnica e ambiental e a obrigatoriedade de um plano de monitoramento dos gases aprovado pelo órgão ambiental. Segundo o artigo 10°, cabe ao Distrito Federal e aos municípios a gestão integrada dos resíduos sólidos gerados nos respectivos territórios, estando sujeitos ao controle e fiscalização dos órgãos federais e estaduais do Sisnama, do SNVS e do Suasa, bem como da responsabilidade do gerador pelo gerenciamento de resíduos, consoante o estabelecido nesta lei.

A gestão integrada dos resíduos sólidos envolve todos os setores da sociedade, desde o poder público, com a função de promover coleta e destino adequado, quanto à população. Desta forma, de acordo com o Art. 35, cabem aos consumidores: I – acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados; II – disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis para coleta ou devolução. A critério do poder público municipal podem ser instituídos incentivos econômicos aos consumidores que participam do sistema de coleta seletiva referido, a partir de uma lei municipal.

Em relação à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, cabe ao titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, observando, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, de acordo com o Art. 36: adotar procedimentos para reaproveitar os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis oriundos dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos; estabelecer sistema de coleta seletiva; articular com os agentes econômicos e sociais medidas para viabilizar o retorno ao ciclo produtivo dos resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis oriundos dos serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos; realizar as atividades definidas por acordo setorial ou termo de compromisso na forma do § 7º do art. 33, mediante a devida remuneração pelo setor empresarial; implantar sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido; dar disposição final ambientalmente adequada aos resíduos e rejeitos oriundos dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos. O titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos priorizará a organização e o funcionamento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda, bem como sua contratação. Para essa contratação é dispensável licitação, nos termos do inciso XXVII do art. 24 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993.

O poder público poderá instituir medidas indutoras e linhas de financiamento para atender, de acordo com o Art. 42, prioritariamente, as iniciativas de: I – prevenção e redução da geração de resíduos sólidos no processo produtivo; II – desenvolvimento

de produtos com menores impactos à saúde humana e à qualidade ambiental em seu ciclo de vida; III – implantação de infraestrutura física e aquisição de equipamentos para cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda; IV – desenvolvimento de projetos de gestão dos resíduos sólidos de caráter intermunicipal ou, nos termos do inciso I do *caput* do art. 11, regional; V – estruturação de sistemas de coleta seletiva e de logística reversa; VI – descontaminação de áreas contaminadas, incluindo as áreas órfãs; VII – desenvolvimento de pesquisas voltadas para tecnologias limpas aplicáveis aos resíduos sólidos; VIII – desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos.

De acordo com o Art. 54 da PNRS, a mesma deveria entrar em vigor em quatro anos a partir da publicação da referida lei, ou seja, agosto de 2014, no entanto, poucos municípios fizeram a implementação da referida lei.

3.3. PANORAMA GLOBAL, NACIONAL E REGIONAL DOS RSU.

3.3.1. RSU no mundo

O RSU atualmente se constitui como um dos mais importantes subprodutos de um estilo de vida urbano, e vem crescendo mais rápido que a taxa de urbanização. Há dez anos, havia 2,9 bilhões de habitantes urbanos, os quais geravam cerca de 0,64 kg de RSU por habitante por dia (0,68 bilhões toneladas por ano). Estima-se que hoje esse montante aumentou para cerca de três bilhões de habitantes gerando 1,2 kg por pessoa por dia (1,3 bilhão de toneladas por ano). Provavelmente até 2025 aumentará para 4,3 bilhões de residentes urbanos gerando cerca de 1,42 kg/habitante/dia de resíduo sólido municipal (2,2 bilhões de toneladas por ano) (Banco Mundial, 2012).

A Tabela 1 apresenta os principais países em termos de geração de RSU. Neste cenário, em termos absolutos de geração de RSU, o Brasil apresenta a terceira maior geração, perdendo apenas para EUA e para a China, embora apresente uma geração 418% menor que os EUA e 348% menor que a China. Por outro lado, em termos de geração per capita, arquipélagos como Trinidad e Tobago, por exemplo, possuem uma geração per capita 558% superior aos EUA e 1398% superior ao Brasil.

Tabela 1: Principais geradores em quantidade de resíduos versus principais geradores per Capita

GERADORES EM QUANTIDADE				GERADORES PER CAPITA	
Posição	País	Total (ton./dia)	Per capita (kg/dia)	País	Per capita (kg/dia)
1	EUA	624.000	2,58	Trinidad e Tobago	14,40
2	China	520.000	1,02	Kuwait	5,72
3	Brasil	149.000	1,03	Antígua e Barbuda	5,50
4	Japão	144.000	1,71	São Cristóvão e Névis	5,45
5	Alemanha	127.000	2,11	Guiana	5,33
6	Índia	109.000	0,34	Sri Lanka	5,10
7	Rússia	100.000	0,93	Barbados	4,75
8	México	99.000	1,24	Santa Lúcia	4,35
9	Reino Unido	97.000	1,79	Ilhas Salomão	4,30
10	França	90.000	1,92	Nova Zelândia	3,60
Total		3.352.000	1,20		

Fonte: Autor (2018), adaptado de Senado Federal (2014).

Também, de acordo com Banco Mundial (2012), existe uma enorme quantidade de dados atuais sobre a produção e a gestão de resíduos sólidos urbanos. A Tabela 2 apresenta dados atuais da população de diversas regiões do mundo e a geração de RSU bem como uma projeção para o ano de 2025.

Tabela 2: Populações humanas por regiões e projeção de resíduos Urbanos - 2012 e projeção 2025

Region	Dados Atuais (2012)			Projeção para 2025			
	População Urbana Total (milhões)	GeraçãoResíduo Urbano		População projetada		Projeção Resíduo Urbano	
		Percapita (kg/hab/d)	Total (t/d)	População total (milhões)	Populção Urbana (milhões)	Percapita (kg/hab/d)	Total (t/d)
Africa	260	0,65	169.119	1.152	518	0,85	441.840
Leste da Asia e Pacífico	777	0,95	738.958	2.124	1.229	1,5	1.865.379
Asia Oriental e central	227	1,1	254.389	339	239	1,5	354.810
América Latina e Caribe	399	1,1	437.545	681	466	1,6	728.392
Oriente Médio e África do Norte	162	1,1	173.545	379	257	1,43	369.320
Organização para Cooperação Econômica e o desenvolvimento	729	2,2	1.566.286	1.031	842	2,1	1.742.417
Sul da Asia	426	0,45	192.410	1.938	734	0,77	567.545
Total	2.980	1,2	3.532.252	7.644	4.285	1,4	6.069.703

Fonte: Adaptado de Banco Mundial (2012)

Também, de acordo com o relatório do Banco Mundial (2012) as taxas de geração de RSU são influenciadas pelo desenvolvimento da economia, pelo grau de industrialização, pelos hábitos da população e clima local. A quantidade de resíduo gerado é diretamente proporcional à taxa de urbanização, bem como o nível de renda e urbanização também estão diretamente relacionados com o padrão de vida e aumento

de bens de consumo e serviços. Residentes de zonas urbanas produzem cerca de duas vezes mais resíduos que habitantes de zonas rurais.

A Alemanha, considerada líder mundial em tecnologias e políticas de resíduos sólidos, possui os índices de reaproveitamento mais elevados do mundo. Atualmente destina menos de 1% para aterros sanitários, e desde 2005 proibiu o envio de RSU sem tratamento e resíduos da indústria aos aterros. Entre 2002 e 2010 reduziu a produção de RSU em 6,81%. De acordo com o Eurostat, em 2011, 63% de todos os resíduos urbanos foram reciclados na Alemanha (46% por reciclagem e 17% por compostagem), ao passo que no continente europeu a média foi de 25%. Na Alemanha, oito em cada dez quilos do rejeito do RSU não reaproveitado são incinerados, gerando energia (SENADO FEDERAL, 2014). De acordo com EIGENHEER (2009), a cobrança de taxas de remoção de RSU é cobrada na Alemanha desde antes de 1851.

A publicação do Senado apresenta o Japão como outro excelente exemplo na gestão dos RSU. Como possuem uma área territorial pequena, comparada à população — 127 milhões em 372 mil km² (337 hab./km²), essencial a redução do volume de resíduos sólidos levados aos aterros. Em 1970, entrou em vigor a Lei de Gestão de Resíduos, envolvendo toda a cadeia da produção e destinação do resíduo, com a aplicação dos Três ‘Rs’: reduzir, reciclar e reaproveitar. O país possui mais de 1,2 mil plantas de incineração de RSU em atividade e, desde 1997, as emissões de dioxinas e outros poluidores de usinas de incineração foram reduzidas em 98%. Uma dessas usinas está no distrito de Shibuya, em Tóquio, e processa 200 toneladas diárias de resíduos, gerando energia que é utilizada na própria cidade. Desde 1995 possui legislação que incentiva a coleta seletiva e a reciclagem, gerando investimento em alta tecnologia também para o reaproveitamento de materiais. Garrafas pet que são produzidas no Japão são compostas 100% de resina reciclada, o que reduz em 90% o uso de novos plásticos e em 60% as emissões de dióxido de carbono. A resina também é utilizada em material de construção, assim como em móveis, equipamentos e outros utensílios. O Japão investiu em fábricas para reciclagem de eletrodomésticos, assim, cada peça é desmontada e suas partes são separadas manualmente, entre plástico, metal e outros componentes.

Outro exemplo apresentado pela publicação do Senado Federal (2014) é a Suécia. Nesse país se investe em coleta seletiva desde 1961. Em Estocolmo, 100 % dos domicílios contam com a coleta seletiva através de um sistema à vácuo de coleta. Após a chegada do resíduo à central, os materiais são separados e compactados em contêineres, de onde seguirão para reaproveitamento, compostagem, incineração e outros processos. Atualmente, existem mais de 700 sistemas instalados em diversos países, atendendo locais como hospitais, aeroportos, cozinhas industriais e fábricas. As vantagens que esse sistema apresenta são evidentes: os diferentes tipos de resíduos não se misturam durante a coleta; o número de caminhões de coleta de lixo em circulação é menor; a poluição sonora e atmosférica é reduzida; e, por fim, gera uma economia de 30% a 40% dos gastos municipais com o serviço de coleta.

De acordo com reportagem no site ecycle, devido ao eficiente modelo de reciclagem e aproveitamento de RSU adotado no na Suécia, as usinas geradoras de energia elétrica e térmica a partir da incineração de lixo ficaram sem matéria-prima. A solução foi comprar o lixo de países vizinhos - cerca de 800 mil toneladas por ano. As usinas de incineração suecas suprem aproximadamente 1/5 das necessidades do sistema de aquecimento de prédios de habitação e edifícios comerciais do país, e, além disso, fornece eletricidade a 250 mil lares. Espera-se que países como a Itália e a Romênia, que não têm reciclagem muito desenvolvida, enviem seu lixo para as usinas suecas (ECYCLE). .

Outro exemplo a ser seguido é da cidade de São Francisco, nos EUA, que traçou uma meta de zerar a remessa de RSU aos aterros sanitários até o ano de 2020. Para tanto, a partir de 1989 começou a colocar em prática essa meta. A prefeitura investiu na educação ambiental e na pesquisa por novas tecnologias que permitam o reaproveitamento dos materiais descartados pela população. Também implantou programas para reciclagem e compostagem de quase todo o resíduo produzido, introduzindo incentivos econômicos (quem faz mais compostagem paga menor taxa de lixo). Proibiu a utilização de sacolas plásticas. Investiu em parceria pública privada (PPP) para assegurar coleta seletiva e programas de compostagem e reciclagem a 350 mil domicílios e 65 mil estabelecimentos comerciais. Em 2011, os 850 mil habitantes da cidade produziam pouco mais de dois milhões de toneladas de lixo por ano. Desses,

1,6 milhões (80%) foram transferidos para a reutilização, reciclagem (incluindo materiais de construção e demolição) e compostagem de resíduos alimentares, papéis sujos de alimentos e resíduos de jardinagem. Além disso, San Francisco reduziu em 12% as emissões de gases de efeito estufa, retornando aos níveis de 1990. A administração local já recicla 85% dos seus resíduos (SENADO FEDERAL, 2014).

No entanto, ainda existe uma grande diferença entre os países-membros da União Européia: enquanto Alemanha, Áustria, Holanda e Bélgica, por exemplo, estão muito avançados, outros países, em geral do Leste Europeu e até a Itália não possuem um sistema de gerenciamento dos seus resíduos tão eficientes quanto aos países mencionados.

3.3.2. Realidade brasileira na gestão dos RSU

Para traçar o perfil brasileiro acerca da gestão do RSU, foram utilizados os dados publicados pela ABRELPE - na publicação “Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil”, entre os anos de 2005 a 2016. O Panorama referente ao ano de 2006 não está mais disponível para download. Os demais Panoramas podem ser acessados diretamente pelo sitio eletrônico da ABRELPE.

Esses panoramas apresentam dados relativos ao setor, sendo os principis dados para fins de classificação e entendimento da evolução do gerenciamento dos RSU. Os dados são referentes à: quantidade de RSU gerado e coletado, índices de coleta seletiva e disposição final. Esses dados são apresentados na Tabela 3, com a evolução desde o ano de 2005 até o ano de 2016.

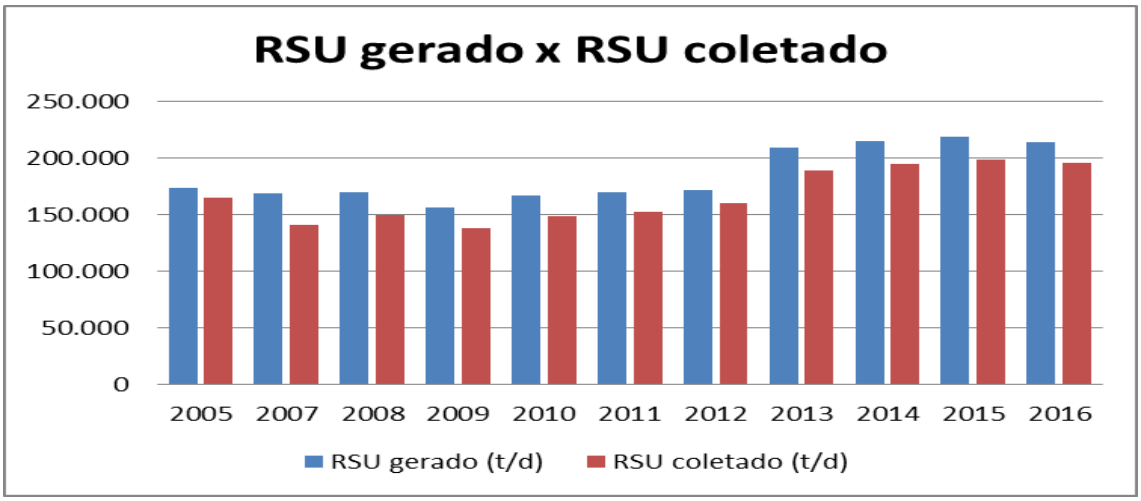
Tabela 3: Evolução da quantidade de RSU gerado e coletado, % de coleta seletiva e % de destinação final adequada, no Brasil entre os anos de 2005 a 2016.

Ano	RSU gerado (t/d)	RSU coletado (t/d)	% coleta seletiva	% destinação final adequada
2005	173.524	164.774	8	47
2007	168.653	140.821	65	39
2008	169.659	149.199	55	54,9
2009	156.194	137.693	56,6	57
2010	166.763	148.377	57,6	57,6
2011	169.762	152.149	58,6	58,06
2012	171.863	160.443	59,8	57,98
2013	209.280	189.219	62,1	58,26
2014	215.297	195.233	64,8	58,3
2015	218.874	198.750	69,3	58,7
2016	214.405	195.452	69,9	58,42

Fonte: Compilação do autor (2018) (ABRELPE – 2005 a 2016)

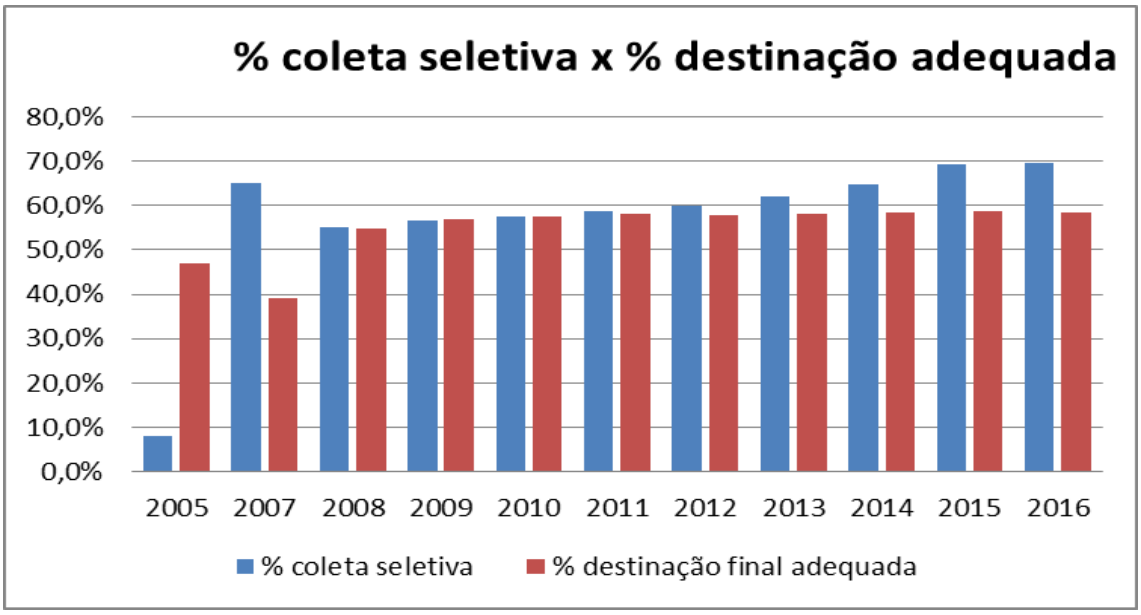
As Figura 2 e Figura 3 mostram a representação gráfica dos dados apresentados na Tabela 3.

Figura 2: Evolução na Geração e coleta de RSU, no Brasil entre os anos de 2005 a 2016.



Fonte: Compilação do autor (2018) (ABRELPE – 2005 a 2016)

Figura 3: Evolução no % de coleta seletiva e destinação adequada dos RSU, no Brasil entre os anos de 2005 a 2016.



Fonte: Compilação do autor (2018) (ABRELPE– 2005 a 2016)

A cada ano, o Panorama dos Resíduos Sólidos da ABRELPE, permite constatar uma evolução das práticas em termos percentuais, no entanto isso não se reflete em termos absolutos, uma vez que as quantidades de resíduos sem coleta, sem destinação adequada e sem posterior aproveitamento são cada vez maiores (Brasil, 2014).

Dos planos de resíduos sólidos da União, Estados e Municípios apresentados até agosto de 2012, conforme previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos, poucos foram colocados em prática. Os planos devem prever ações de coleta, transporte, transbordo tratamento, destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e correto descarte final dos rejeitos.

Em 2013, apenas 33,5% dos municípios brasileiros possuíam o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (SENADO FEDERAL, 2014). Para o Senador Cícero Lucena (PSDB – PB):

> “Os planos municipais são uma das ferramentas mais relevantes da Política Nacional de Resíduos Sólidos. É condição necessária para o Distrito Federal e os municípios acessarem os recursos financeiros da União destinados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos” (SENADO FEDERAL, 2014).

Também nessa publicação, o técnico do IPEA Albino Rodrigues Alvarez acrescenta que:

> “Devemos sair da posição de achar que, em quatro anos, se poderia resolver o problema da disposição de resíduos sólidos no Brasil. De achar que os municípios detêm a estrutura e os recursos necessários. Isso não é verdade. Metas são importantíssimas, mas essa foi fora das nossas condições. Houve grande dificuldade de elaboração dos planos municipais e até dos planos estaduais. Mesmo o plano nacional: embora elaborado, há muita dificuldade na sua decretação” (SENADO FEDERAL, 2014).
>
> .

Já o diretor-executivo da ABRELPE, Carlos Roberto Vieira da Silva Filho, acredita que o prazo não foi o problema, acrescentando:

> “os lixões já estariam proibidos desde 1981, quando entrou em vigor a Política Nacional de Meio Ambiente. “Além disso, os lixões estão criminalizados dentro do ordenamento nacional desde 1995, com a Lei de Crimes Ambientais, que estipulou as penas para aqueles que poluem e degradam o meio ambiente”. Então, não temos aqui que discutir se são quatro anos, se foi muito ou se foi pouco. Tivemos 33 anos” (SENADO FEDERAL, 2014).

3.3.3. Realidade do Rio Grande do Sul na gestão dos RSU

Os Planos Estaduais de Resíduos Sólidos (PERS) são instrumentos da PNRS - Lei Federal n°. 12.305/2010 que permitem aos Estados o conhecimento do panorama atual e o planejamento de ações visando atender às metas imediatas e de curto, médio e longo prazo para a gestão adequada de resíduos sólidos. Destacando-se as ações necessárias para a efetivação da Educação Ambiental, da coleta seletiva, da inclusão social, do apoio à comercialização de materiais recicláveis, da compostagem e da destinação adequada de rejeitos.

O Rio Grande do Sul apresentou o seu (PERS – RS) foi lançado ainda em 2014, dentro do prazo de quatro anos definidos pela PNRS. Conforme definido pela PNRS, o PERS-RS terá vigência por prazo indeterminado e apontará para um horizonte de atuação de 20 anos, prevendo-se sua revisão a cada quatro anos.

O PERS-RS considera de maneira integrada os 497 municípios do estado do Rio Grande do Sul. As tipologias de resíduos sólidos contempladas pelo PERS-RS:
Resíduos Sólidos Urbanos (RSU); 2. Resíduos Sólidos de Serviços de Saneamento (RSan); 3. Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde (RSS); 4. Resíduos Sólidos da Construção Civil (RCC); 5. Resíduos Sólidos de Mineração (RSM); 6. Resíduos Sólidos de Serviços de Transportes (RST); 7. Resíduos Sólidos Industriais (RSI) e 8. Resíduos Sólidos Agrossilvipastoris (RSA). A Tabela 4 apresenta uma compilação dos dados gerados pela ABRELPE em seus Panoramas dos Resíduos Sólidos.

Tabela 4: Dados de geração, coleta e destinação final adequada no Rio Grande do Sul.

Ano	RSU gerado RS (t/d)	RSU coletado RS (t/d)	Destinação final adequada RS (%)
2009	7.412	6.808	69,5%
2010	7.960	7.302	68,3%
2011	8.036	7.457	70,0%
2012	8.225	7.635	70,0%
2013	8.485	7.953	70,2%
2014	8.643	8.123	70,4%
2015	8.738	8.224	70,6%

Fonte: Compilação do autor (2018) (ABRELPE – 2009 a 2015)

3.4. TIPOS DE RESÍDUOS E MÉTODOS DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DOS RSU

Quando se fala em tratamento e disposição final dos RSU, é necessário que se tenha em mente que foi aplicado, na íntegra o artigo 9° da PNRS e o que será disposto é apenas o rejeito. Sendo assim, o resíduo pode ser dividido em: orgânico, reciclável e rejeito e que, para cada tipo de resíduo, existe um método específico de tratamento e disposição final (BRASIL, 2012).

3.4.1. Resíduo orgânico

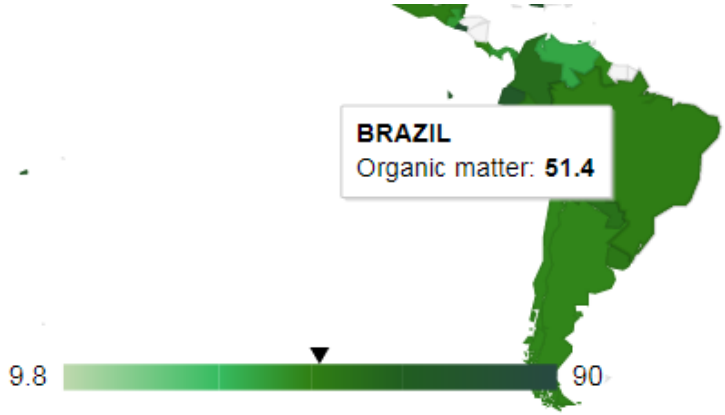
De acordo com a NBR 13591:1996, compostagem pode ser definida como:

> [...] é um processo de decomposição biológica da fração orgânica biodegradável dos resíduos, efetuado por uma população diversificada de organismos, em condições controladas de aerobiose e demais parâmetros, desenvolvido em duas etapas distintas: uma de degradação ativa e outra de maturação.

Também, de acordo com definição do MMA os resíduos orgânicos são, por definição, compostos por restos de animais ou vegetais descartados de atividades humanas, podendo ser de origem doméstica ou urbana (restos de alimentos e podas), agrícola ou industrial (resíduos de agroindústria alimentícia, indústria madeireira, frigoríficos), de saneamento básico (lodos de estações de tratamento de esgotos), entre outras. Uma vez em ambientes naturais equilibrados, ocorre a degradação espontânea, reciclando os nutrientes nos processos da natureza.

A ferramenta digital Atlas D—Waste™ mostra dados em tempo real de diversas informações referentes às questões de RSU no mundo, podendo selecionar qual país e quais informações são desejadas. De acordo com essa ferramenta, como apresentado na Figura 4, o resíduo orgânico representa uma parcela de 51,4% de todo o RSU gerado. De acordo com BARBOSA E IBRAHIN (2014) são compostos por restos de alimentos, folhas, cascas, sementes e outros resíduos orgânicos industrializados.

Figura 4: Parcela de resíduo orgânico no RSU gerado diariamente no Brasil



Fonte: Waste Atlas (2018)

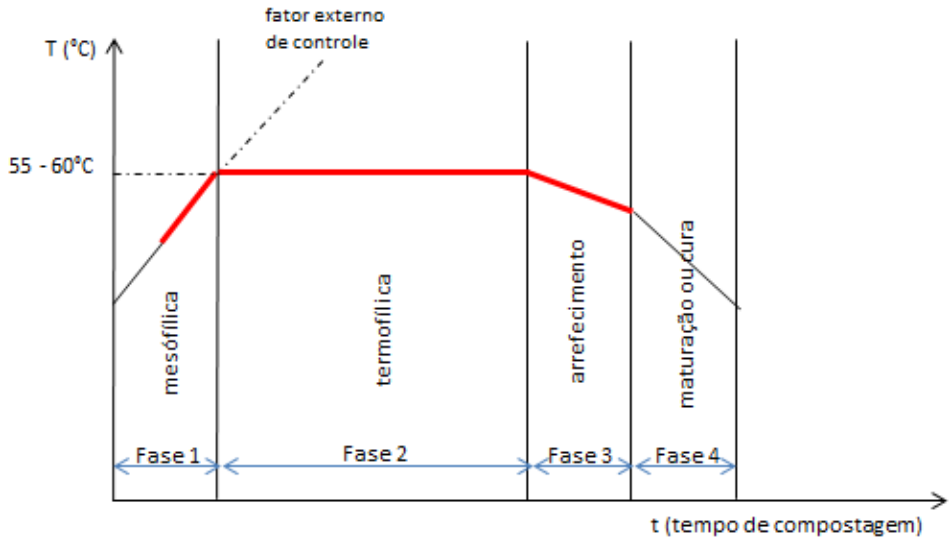
O método de tratamento do resíduo orgânico mais amplamente divulgado é a compostagem que pode ser definida como:

> [...].processo biológico de decomposição e reciclagem de matéria orgânica contida em restos de origem animal ou vegetal, formando um composto. Ela

possibilita um destino útil para os resíduos orgânicos agrícolas, industriais e domésticos, reduzindo seu volume em aterro BARBOSA E IBRAHIN (2014).

Para BIDONE E POVINELLI (1999), alguns componentes da matéria orgânica são consumidos pelos microrganismos para a formação de suas estruturas metabólicas, outros são metabolizados e outros transformado em húmus, o qual apresenta propriedades completamente diferentes das do resíduo que foi originada. Também, segundo os autores, a transformação biológica se dá devido à ação de microrganismos e é influenciada pelos seguintes fatores: bactérias, fungos, actiomicetos, umidade, oxigenação, temperatura, relação carbono nitrogênio, pH e tamanho de partícula. O processo de compostagem ocorre em quatro fases distintas, sendo elas mostradas na Figura 5.

Figura 5: Fases da compostagem



Fonte: Adaptado de BIDONE E POVINELLI (1999) e LIMA (2014)

Para LIMA (2014) o processo de compostagem se dá via decomposição aeróbia, podendo durar de três a quatro meses e é dividido em três fases, sendo que a primeira

seria uma fase mesofílica, onde a temperatura aumenta (25 – 40 °C) na razão da atividade dos microrganismos aeróbios que degradam as matérias orgânicas facilmente mineralizáveis, segundo BIDONE E POVINELLI (1999), essa fase pode levar algumas horas (12 – 24 h) ou alguns dias, dependendo das características ambientais da região. A fase dois é denominada, segundo LIMA (2014) como fase termofílica, na qual as temperaturas se matem entre 55 e 65 °C, neste momento, BIDONE E POVINELLI (1999) sugerem a introdução de um “fator externo de controle”, que seria o revolvimento, com ou sem umidificação, ou a aeração mecânica de forma intermitente. Para esses autores é nesta fase que ocorre a degradação ativa do material, podendo demorar entre 60 e 90 dias *“windrow method”* ou cerca de 30 dias quando são operadas na forma de leiras *estáticas* aeradas. A fase três ou, de acordo com LIMA (2014) é a fase de arrefecimento, correspondente a diminuição da atividade microbiana e, de acordo com BIDONE E POVINELLI (1999) pode levar de três a cinco dias em condições normais. Diferentemente de LIMA (2014), BIDONE E POVINELLI (2009) acrescentam uma 4° fase, que seria a de maturação ou cura do material compostado, onde ocorrerá a formação dos ácidos húmicos e podendo levar de 30 a 60 dias.

No Brasil, atualmente destacam-se três tipos de processos de compostagem (BIDONE E POVINELLI, 1999):

1- Processo Dano: se dá através de um bioestabilizador, com introdução de ar por meio de caixas e válvulas em pontos distribuídos ao longo do equipamento. O processo natural de fermentação provoca um aquecimento da massa devido à presença dos microrganismos e a constante injeção de ar que provoca a digestão acelerada e a decomposição aeróbica da matéria orgânica. Deste processo resulta o composto cru que é então levado ao pátio de maturação primária, onde, num prazo mínimo de 60 dias, em leiras com altura de 1,50 a 1,80 m, ocorrerá a complementação da degradação da matéria orgânica.

2- Processo windrow: as leiras possuem alturas variando de 1,50 a 1,80 m e larguras de 2,50 a 4,50 m, podendo ser piramidal em cunha ou tronco piramidal, em função das condições climáticas locais. O reviramento pode ser manual ou mecânico, onde são repostas a umidade adequada ao desenvolvimento do processo além do

controle de temperatura. O tempo de compostagem nas leiras windrow é de cerca de 60 a 90 dias, além dos 45 a 60 dias para a humificação.

3- Processo das leiras estáticas aeradas: a compostagem é realizada pela a injeção de ar forçado, desta forma, tornam-se necessários equipamentos de controle, dispositivos adequados à difusão do ar na leira além de um soprador, insuflando ar por cerca de 2 minutos a cada 30 minutos. A degradação ocorre em menor tempo, se comparado com o método windrow, a eliminação de patógenos ocorre em cerca de 15 dias, a estabilização ocorre em 30 dias e de 45 – 60 o material está completamente humidificado.

As usinas de reviramento do tipo windrow e lareira estática aerada são as mais adequadas às comunidades de pequeno e médio porte, pois exigem menores valores de investimento para implantação e menores custos operacionais. A destinação final desse resíduo orgânico, na forma de composto orgânico pode ser aplicada para correção das características do solo, jardins, hortas, adubação do solo para produção agrícola, uma vez que tem a característica de aumentar a retenção de água pelo solo e devolver á terra os nutrientes necessário, diminuindo a utilização de herbicidas e pesticidas e, consequentemente, diminuindo os resíduos perigosos gerados durante o processo (BARBOSA E IBRAHIN, 2014) ao passo que evita a contaminação ambiental uma vez que reduz a poluição do ar e da água subterrânea, (WANGEN; FREITAS, 2010). BIDONE e POVINELLI (1999), além do uso agrícola, apresentam estudos na Europa onde o composto é refinado moído e utilizado como alimentação para suínos como fonte de ferro, que auxilia no controle da anemia. Na Alemanha, ó composto é utilizado como meio filtrante de gases, evitando mau cheiro e a poluição atmosférica em indústria que manipulam matéria orgânica. No Brasil, experiências na engorda de suínos e peixes mostraram-se viáveis.

3.4.2. Resíduo Reciclável

Segundo BARBOSA E IBRAHIN (2014), resíduo reciclável, ou resíduo seco são compostos por embalagens plásticas, papéis, vidros, metais diversos e embalagens

longa vida. Segundo a ferramenta Atlas D—Waste™ a taxa de reciclagem brasileira é de cerca de 1%, conforme se pode perceber na Figura 6.

Figura 6: Taxa de reciclagem brasileira

Fonte: Waste Atlas (2018)

De acordo com o artigo 9° da PNRS, as ações referentes ao resíduo reciclável (seco) referem-se, na hierarquia, as etapas de reutilização, que vem a ser a atribuição de uma nova função ao que seria descartado, prolongando a vida útil, através do reaproveitamento, ao passo que a reciclagem significa proceder à transformação físico-química de um material para obtenção de um novo produto ou matéria prima. Assim, para BARBOSA E IBRAHIN (2014), a reciclagem é importante, pois reduz quantidade de resíduos que serão encaminhados, na melhor das hipóteses ao aterro sanitário ou enviados para disposição inapropriada, visto que 42 % do resíduo coletado são dispostos de maneira irregular (ABRELPE, 2017); redução dos impactos ambientais durante a produção de novas matérias primas; redução no consumo de energia elétrica; geração de novos empregos ligados aos materiais recicláveis e a redução do impacto ambiental.

3.4.3. Rejeito

A PNRS, no seu artigo 3° define rejeito como resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada. No Brasil, de acordo com pesquisadores, percentual médio de rejeitos no RSU é aproximadamente 18%.

Os métodos de disposição final adequado, mais amplamente utilizado, é o aterro sanitário que pode ser definido, segundo BARBOSA e IBRAHIN (2014) uma obra de engenharia com o objetivo de acomodar os rejeitos do RSU no menor espaço possível, causando menor dano ou risco possível à saúde pública e ao meio ambiente, sendo coberto diariamente por uma camada de terra ou outro material inerte. Exige cuidados especiais e técnicas específicas a serem seguidas, desde a seleção e o preparo da área até a sua operação e monitoramento.

No projeto do aterro sanitário devem ser propostos todos os elementos de proteção ambiental, tais como: impermeabilização; sistema de recobrimento diário e cobertura final; coleta e drenagem de líquidos percolados; coleta e tratamento dos gases; drenagem superficial; tratamento de líquidos percolado e sistema de monitoramento. A eficiência da operação se dará por meio do controle de aguas superficiais e subterrâneas, monitoramento da qualidade do chorume e do efluente tratado, caracterização dos resíduos da massa aterrada, monitoramento geotécnico do maciço do aterro e o controle da saúde das pessoas envolvidas na operação do aterro.

Os aterros sanitários, por ser a forma de armazenamento dos resíduos no solo, não podem ser considerados a alternativa mais indicada, uma vez que os espaços uteis para essa técnica se tornam cada vez mais escassos. Pensando nessas dificuldades em relação aos aterros sanitários, a PNRS preconiza que poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de

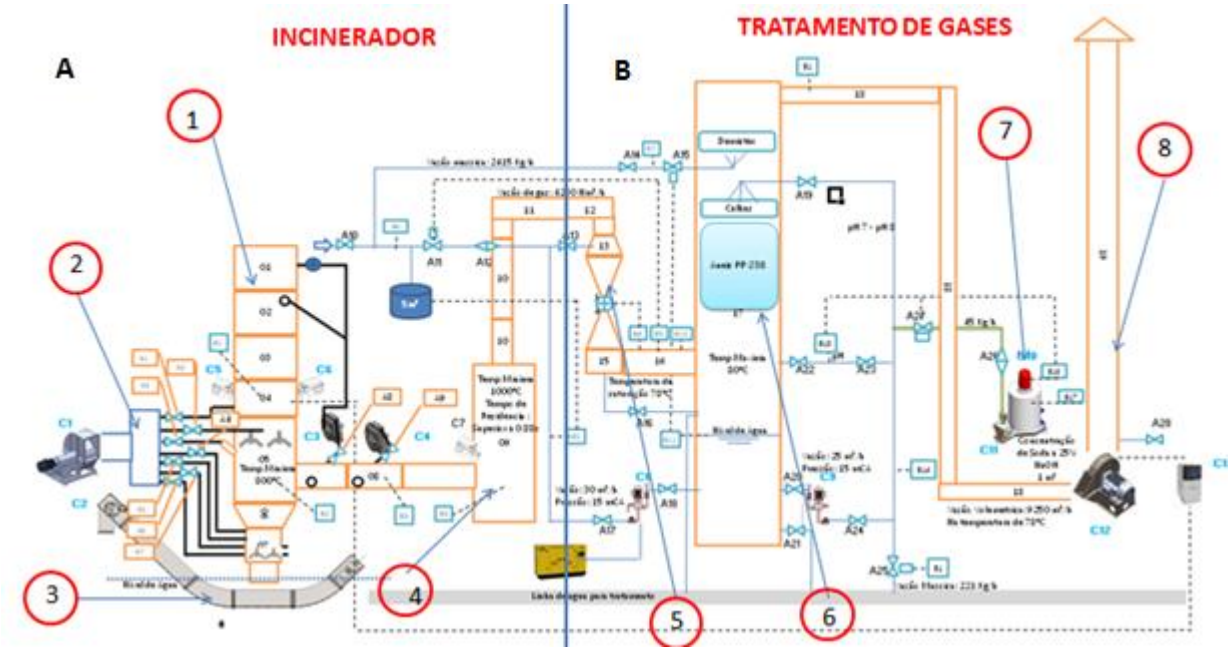
programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental.

Neste aspecto, a incineração entra como alternativa para o gerenciamento dos rejeitos do RSU. Cabe ressaltar que tratamento térmico é todo e qualquer processo cuja operação seja realizada acima da temperatura mínima de oitocentos graus Celsius e que todos os sistemas de tratamento térmico de resíduos deverão atender aos critérios técnicos fixados na Resolução CONAMA 316/2002, complementados, sempre que julgado necessário, pelos órgãos ambientais competentes, de modo a atender às peculiaridades regionais e locais (CONAMA, 2006).

A NBR 11.175/1990 define incineração de resíduos sólidos como um processo de oxidação ocorrendo às altas temperaturas que destrói ou reduz o volume ou recupera materiais ou substâncias, e incinerador seria qualquer dispositivo, aparato, equipamento ou estrutura usada para a oxidação à alta temperatura que destrói ou reduz o volume ou recupera materiais ou substâncias (ABNT NBR 11.175/1990). Já BARBOSA e IBRAHIN (2014) definem incineração como um processo de eliminação de resíduos sólidos urbanos e industriais que consiste na queima controlada dos resíduos em fornos, permitindo a redução do seu volume e a destruição dos microrganismos patogênicos. No processo de queima existe a geração de gases tóxicos, sendo necessária a instalação de filtros e equipamentos especiais, com o intuito de atender a legislação vigente. (CONAMA, 2006).

A Figura 7 apresenta o diagrama de processo de um sistema completo de incineração de resíduos. O sistema é composto pelo incinerador propriamente dito (Figura 7a) e o tratamento de gases (Figura 7 b).

Figura 7: Fluxograma Processo Incineração Luftech. 7 a) Incinerador - 1) Incinerador, propriamente dito; 2) sistema de distribuição de ar; 3) extrator automático de cinzas; 4) câmara de pós-combustão; e 7 b) lavador de gases - 5) Quench- Venturi; 6) Torre Scrubber; 7) Sistema de neutralização dos gases e 8) chaminé com monitoramento contínuo



Fonte: cedido por Luftech Soluções Ambientais EIRELE (2018)

O incinerador é composto pela câmara de alimentação, onde começa o processo de queima. Esta câmara é composta por duas tampas, a tampa interna e a tampa externa, as quais são sincronizadas para que não permaneçam as duas abertas ao mesmo tempo. A tampa interna protege o operador e evita que gases provenientes da queima escapem por ela. Entre uma alimentação e outra ocorre a exaustão dessa câmara. Abaixo da câmara de alimentação fica a câmara de secagem, seguida pela câmara de gaseificação, onde ocorre a gaseificação do resíduo, com oxigênio sub-estequiométrico, fazendo com que todo o resíduo seja transformado num gás rico em CO, o qual é queimado nas câmaras de combustão e pós combustão. Esse gás rico em CO possui um poder calorífico elevado, atuando como combustível para manutenção das temperaturas de processo. O tempo de retenção do sólido no interior do reator é da ordem de 60 minutos ao passo que o tempo de residência dos gases nas câmaras de

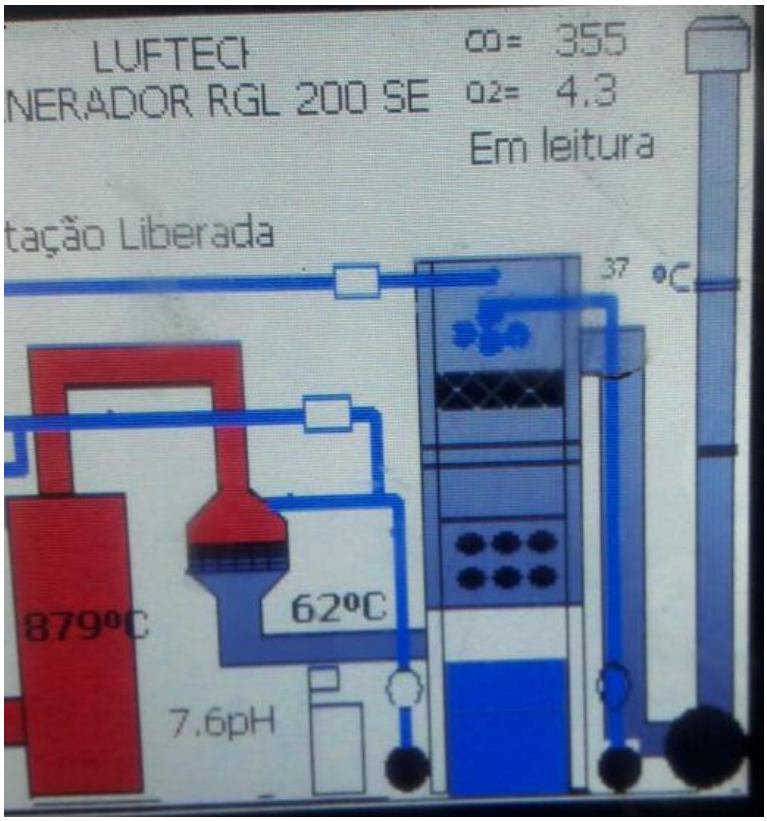
combustão é de 2 s (CONAMA 316/2002). As temperaturas de operação das câmaras de combustão são de no mínimo 800 °C. Caso a temperatura fique inferior, a CLP trava a câmara de alimentação. Sistemas com capacidade superior a 500 kg/h são equipados com extrator automático de cinzas, de modo que o sistema pode operar continuamente, respeitando as manutenções preventivas e periódicas.

Como resultado do processo de queima, são obtidas as cinzas, que são inertes e correspondem de 3 a 5% do total alimentado, e um gás rico em CO_2, particulado e ácido. Caso o resíduo contenha cloro na composição, pode ocorrer a formação dioxinas e furanos, que são compostos tóxicos cancerígenos. Para LUSCOMBE; BRASIL (2004) as condições facilitadoras na formação de dioxinas/furanos em processos térmicos são a presença de organoclorados ou outros compostos contendo cloro; temperaturas no processo entre 200 - 400°C; e equipamento de controle de poluição operando entre 200 - 400 °C. Na incineração do RSU, as fontes de dioxinas e furanos são: PVC, papel alvejado e lixo doméstico danoso.

Desta forma, o sistema precisa contar com um sistema de tratamento de gases, a fim de resfriar e neutralizar os mesmos e evitar a reformação de dioxinas e furanos, além da possibilidade de geração de energia. Figura 7b apresenta o sistema de tratamento de gases proposto pela Luftech. A primeira etapa do processo é o resfriamento dos gases. Como a faixa de reformação das dioxinas e furanos são entre 200 – 400° C o sistema deve ser resfriado, em fração de segundos, abaixo dessa temperatura. Como se pode observar na Figura 8, a temperatura dos gases na saída da câmara de pós-combustão é de 879 °C e, ao passar pelo quench, é resfriada a 62 °C. O quench possui duas funções principais: redução brusca de temperatura, pelo contato com a água de recirculação e abatimento de particulado, através da queda de pressão na garganta do Venturi. Uma vez resfriado o gás, esse é direcionado para a torre scrubber, onde o particulado abatido é removido e o gás neutralizado através de um controle automático de pH. Na chaminé, possui um exaustor com inversor de frequência, que mantém a pressão negativa em todo o sistema e onde também é instalado o sistema de monitoramento contínuo, de CO e O_2, que mostram a eficiência do processo de queima (baixo CO) e se houve diluição, através da concentração de O_2. O monitoramento contínuo também manda informações ao CLP para que haja o

intertravamentos da câmara de alimentação, caso algum dos parâmetros estejam em desacordo com a legislação.

Figura 8: Temperaturas de operação do sistema de incineração Luftech



Fonte: cedido pela Luftech Soluções Ambientais Eireli (2018(

De acordo com a resolução CONAMA 316/2002:

> [...] o equipamento deve ter instalado e em condição de funcionamento um sistema de intertravamento, para interromper automaticamente a alimentação de resíduos, no mínimo, em casos de: a) baixa temperatura de combustão; b) falta de indicação de chama; c) falta de energia elétrica ou queda brusca de tensão; d) queda do teor de oxigênio (O_2), quer na câmara pós-combustão ou na chaminé; e) excesso de monóxido de carbono (CO) na chaminé em relação ao limite de emissão estabelecido; f) mau funcionamento dos monitores e registradores de oxigênio ou de monóxido de carbono; g) interrupção do funcionamento do Equipamento de Controle de Poluição (ECP); e h) queda de suprimento do ar de instrumentação (CONAMA, 2002).

Como relatado por CAMPELLO (2016) um equipamento de incineração de resíduo hospitalar, de mesmo modelo ao apresentado na Figura 7 apresentou

rendimento/eficiência térmica do incinerador (Câmara primária) para o teste de queima de 98,60% e uma eficiência de destruição de resíduos (EDR) de 99,9979% além disso, a emissão de dioxinas na ordem de 0,30 ng/Nm³, ou seja, 60% inferior ao preconizado pela Resolução CONAMA 316/2002.

3.4.3.1. Gerenciamento do RSU

O gerenciamento do Resíduo Sólido Urbano gerado em um Município passa por uma série de processos, entre eles podemos destacar, de acordo com BARBOSA E IBRAHIN (2014):

- Quem fará a coleta: Esse sistema pode ser executado diretamente pela prefeitura, ou por empresa privada contratada para tal fim;
- Definição de coleta seletiva separada da coleta do resíduo orgânico;
- Determinação do tipo de coleta podendo ser manual ou mecanizada;
- Determinação das rotas: a logística é importante, pois determina as rotas diárias a serem seguidas. É importante o acompanhamento desta etapa, com ampla divulgação à população, para que o resíduo fique exposto o mínimo de tempo possível;
- Como o município tem uma área extremamente grande, com porções de população distante da sede do município, fazer uma logística em separado para essas comunidades pode ser uma excelente alternativa para redução de custos com logística;
- Definição de área para implementação de estação de transbordo/segregação/compostagem;
- Estudo de viabilidade para inserção dos materiais reciclados bem como do composto produzido
- E por fim, determinação do método de disposição do rejeito.

4. METODOLOGIA DE PESQUISA

O presente estudo adotou a metodologia baseada no estudo de MÓL (2007). A pesquisa realizada aqui é um estudo empírico descritivo, tratando-se basicamente de um estudo de caso da situação dos RSU do município de São Francisco de Paula – RS.

Inicialmente, realizou-se um estudo crítico do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de São Francisco de Paula, RS e posteriormente foi realizado um diagnóstico da situação atual do município, no tocante ao gerenciamento dos RSU. Esse diagnóstico foi realizado em conjunto com Secretário Municipal de Proteção Ambiental, Alexandre Gilceano Bossle Camelo.

Em seguida, foi realizado um levantamento bibliográfico dos assuntos pertinentes à pesquisa, englobando consulta às leis, artigos de interesse científico, informações em sites de pesquisas que tenham dados sobre a questão dos resíduos sólidos urbanos em diferentes escalas: no mundo, no Brasil e no Rio Grande do Sul.

Além disso, foi feito um levantamento de dados referentes à população, economia e destinação dos RSU do município de São Francisco de Paula, traçando uma expectativa do crescimento populacional e consequente geração de RSU, num alcance de 20 anos. Essas informações foram obtidas na página eletrônica de órgãos institucionais como IBGE e Ministério das Cidades.

Uma vez determinadas as características populacionais e de resíduos, foram feitas propostas como alternativas para o gerenciamento da fração orgânica, reciclável e rejeito, a partir de projetos de engenharia. Por fim, foi elaborado um comparativo entre as alternativas propostas com o gerenciamento atual praticado pelo município.

5. RESULTADOS

5.1. PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO (PMSB) DE SÃO FRANCISCO DE PAULA

Com a publicação da Lei de Saneamento Básico N.º 11.445/2007, (BRASIL, 2007) todas as prefeituras têm obrigação de elaborar seu Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). Sem esse Plano, a partir de 2014, a Prefeitura não pode mais receber recursos federais para projetos de saneamento básico. O PMSB deve contemplar os quatro componentes do saneamento básico, que compreende o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de: abastecimento de água; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, apresentando um diagnóstico da situação atual do Município e as ações que devem ser tomadas, a curto, médio e longo prazos.

Desta forma, o PMSB de São Francisco de Paula foi realizado a partir de um contrato firmado entre o Consórcio Público de Saneamento Básico da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos e a Concremat Engenharia e Tecnologia S/A.

No presente estudo foram abordados apenas questões de manejo de resíduos sólidos, de modo que não foram incluídos outros aspectos elaborados no PMSB. Sendo assim, em relação à Limpeza Urbana e Resíduos Sólidos na situação atual (período referente à elaboração do plano, correspondente à assinatura do contrato (2012) e a entrega do relatório (2014), o PMSB apresenta os seguintes quesitos em resumo:

- Planejamento e gestão: Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei n° 12305/2010) e a Lei de Saneamento Básico (Lei n° 11445/2007) são as normativas que norteiam a gestão e gerenciamento dos resíduos;
- Fiscalização e controle: As normativas legais que norteiam, de forma direta e indireta, os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos

sólidos são, entre outras: Lei Municipal 2392/06; Lei Municipal 2394/06; Plano Municipal 2008; Lei Municipal 2689/2010 – Como essas legislações foram criadas antes da publicação da Política nacional de Resíduos Sólidos e a lei de Saneamento básico, essas precisam se adequar as especificidades das mesmas;

- Prestação dos Serviços: Os recursos para tratamento e disposição dos Resíduos Sólidos são arrecadados juntamente com a cobrança de IPTU, no entanto, além do valor cobrado/ arrecadado com o IPTU ser inferior ao valor necessário para os serviços relacionados aos resíduos sólidos, o mesmo não contempla os serviços de coleta, transporte e destinação final dos resíduos de saúde.
- Geração, acondicionamento e caracterização dos resíduos sólidos urbanos: as principais prerrogativas das leis de resíduos sólidos e saneamento básico são a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e destinação adequada dos rejeitos. O PMSB propõe algumas ações que o município deve atender para sanar a problemática, como por exemplo, a intensificação de campanhas de educação ambiental, investimento e ampliação de parcerias junto a cooperativas e atendimento à logística reversa e responsabilidades compartilhadas, entre outras ações.
- Coleta diferenciada e não diferenciada: o município exerce a coleta seletiva;
- PEVS e ecopontos: A cidade trabalha na implementação do sistema de logística reversa e responsabilidade compartilhada, no entanto, a prefeitura ainda é a encarregada pela logística reversa de algumas tipologias de resíduos, embora o plano não especifique quais;
- Triagem de recicláveis secos: não há galpões de triagem instalados em São Francisco de Paula, nem cooperativas ou associações de catadores, embora possua catadores informais;

- Tratamento de orgânicos: O município não possui instalado em seu território Usina de Compostagem;
- Transbordo e transporte de rejeitos: Não possui transbordo. Os “rejeitos” provenientes da coleta regular e coleta diferenciada percorrem 216 km até sua disposição final;
- Destinação final dos rejeitos: resíduos não beneficiados e rejeitos são destinados para o Aterro Sanitário da SIL Soluções Ambientais – Unidade de Minas do Leão;
- Serviço de limpeza pública: Poucas são as informações diagnosticadas a respeito das operações e dos serviços de limpeza pública;
- Resíduos de serviço de saúde: São gerenciados dentro dos preceitos da lei;
- Resíduos de construção e demolição: o Município não possui Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil;
- Passivos Ambientais: São Francisco de Paula possui em seu território uma área com passivo desativado, para o qual foi celebrado um TAC entre a FEPAM e o município para a recuperação de uma área degradada que fica localizada no Parque Municipal Natural da Ronda.

O PMSB apontou um déficit nas questões relacionadas à triagem de recicláveis secos, tratamento de orgânicos, transbordo e transporte de rejeitos, no entanto não apontou nenhum tipo de solução para essas questões importantes. Desta forma, o presente estudo poderá oferecer ao gestor municipal subsídios para que possa corrigir essas falhas e, com isso, adequar-se ao atendimento à Política Nacional dos Resíduos Sólidos.

O PMSB apontou que a destinação do RSU, visto que não existe tratamento de orgânico nem de triagem de secos recicláveis, ocorre junto ao aterro sanitário SIL Soluções Ambientais, no município de Minas do Leão.

5.2. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM SÃO FRANCISCO DE PAULA

A segunda etapa desse projeto foi realizar um levantamento de dados sobre a situação atual do município referente ao ano de 2016. Esse diagnóstico se deu a partir de reuniões com o Prefeito Marcos Aguzzoli e Secretário Municipal de Proteção Ambiental, Alexandre Gilceano Bossle Camelo.

Existia no ano de 2016 um contrato firmado entre a prefeitura e a empresa Reciclagem Serrana Eireli ME. Este contrato firmado apresentava os direitos e deveres, de ambas as partes, cujo objetivo principal era a coleta e destinação dos resíduos sólidos gerados, tanto na zona urbana quanto na zona rural. A empresa deveria anotar, diariamente, as quantidades de resíduos coletados e encaminhar, mensalmente, para a prefeitura, respeitando um roteiro semanal. O pagamento era realizado mensalmente, com um valor fixo R$ 158.715,05 (R$1.904.580,60 anuais), para a coleta e destinação de aproximadamente 300 toneladas mensais. O contrato não especificava qual seria o valor correspondente à coleta e qual o correspondente à disposição final. O contrato previa que a empresa deveria fornecer, mensalmente, planilha com as quantidades de resíduos coletados, no entanto, segundo informações do secretário Municipal, a prefeitura não possui tais planilhas. No entanto, de acordo com relatos de moradores do município, a coleta não era realizada de forma adequada e a coleta seletiva não acontecia conforme o cronograma disponibilizado pela empresa.

No ano de 2017, a empresa SOLLARIS LIMPEZA URBANA – EIRELI ME assumiu a coleta e destinação do RSU gerado no município, mediante termo Aditivo de Retificação e Complementação do Contrato de Prestação de Serviço N° 059/2017 (ver contrato Anexo A). Esse contrato prevê a coleta e destinação final dos resíduos sólidos. A empresa tema a obrigação de pesar mensalmente o resíduo, uma vez que o pagamento seria de acordo com o peso. O contrato prevê coleta e disposição aproximada de 300 toneladas por mês, com custo de R$ 207,00 reais por tonelada de resíduo coletado e outros R$ 165,00 por transporte e destinação final do mesmo.

Com a expectativa de 300 toneladas mensais, o custo aproximado para o gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de São Francisco de Paula será de, aproximadamente, R$ 111.600,00 por mês, apresentando uma economia em relação ao contrato anterior. Fica claro que existe uma separação entre os custos de coleta e destinação final dos RSU. Esta separação é importante para uma análise mais detalhada de cada um desses processos.

A prefeitura publicou em sua página oficial no Facebook o roteiro da coleta seletiva e do orgânico, urbano e rural. Embora exista um cronograma, nota-se bastante descontentamento, por parte da população, quanto à execução dos serviços de coleta dos resíduos, sobretudo através de manifestações em mídias sociais. Essa informação é importante, principalmente para a gestão, pois acaba sendo uma opinião da população em relação ao serviço prestado, cabendo ao órgão municipal responsável fazer as fiscalizações necessárias para o cumprimento do contrato.

Durante a realização do presente estudo ainda não existiam dados referente às quantidades dos resíduos coletados e dispostos, tampouco existia o comprovante da destinação final. Desta forma, como não foi possível fazer uma estimativa sobre a geração e coleta de RSU na cidade de São Francisco de Paula, foram utilizados dados de bibliografia para estimar a geração de RSU para proposição das alternativas para o correto destino dos resíduos.

Com base em Panoramas lançados, desde 2003 até 2015 pela ABRELPE foi feito um levantamento específico da evolução da geração de RSU, na região Sul do Brasil. A Tabela 5 apresenta uma compilação dos dados apresentados. Podemos ver claramente que houve um aumento crescente na geração de RSU entre os anos de 2007 e 2012 e depois a geração começou a diminuir. Acredita-se que essa diminuição seja reflexa das inúmeras campanhas de consciência ecológica que estão sendo veiculadas ultimamente, além da inclusão de educação ambiental em diversos níveis de educação, sobretudo, na educação básica.

Tabela 5: Geração percapita de RSU na Região Sul do Brasil

Ano	geração (kg/hab/d)
2003	-
2004	0,527
2005	-
2006	-
2007	0,749
2008	0,766
2009	0,859
2010	0,874
2011	0,887
2012	0,905
2013	0,761
2014	0,771
2015	0,77

Fonte: Compilação do autor (2018) (ABRELPE – 2003 a 2015)

5.3. ALCANCE DO PROJETO

Como subsídios para que a Prefeitura Municipal possa fazer um planejamento em longo prazo das questões relacionadas à gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos, foi feita uma extrapolação de dados até o ano de 2037, num horizonte de 20 anos de alcance do projeto, conforme Art. 15 da PNRS, embora este artigo refira-se ao Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Essa extrapolação é importante para mostrar como a população tende a evoluir e como isso afetará as estruturas para gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos da cidade.

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) disponibiliza, em meio virtual uma planilha de cálculo para a estimativa do crescimento populacional, conforme a Tabela 6.

Para a elaboração desta projeção devem-se fornecer dados da População Total e dados da População Urbana. Esses dados são reais, uma vez que o IBGE faz esse levantamento populacional, em todos os municípios brasileiros. A Tabela 6 apresenta dados já publicados pelo IBGE que foram utilizados aqui para as projeções futuras.

Tabela 6: Estimativa de crescimento populacional

Ano	População Total (hab)	Taxa de Cresc. da Pop. Total (% a.a)	População Urbana (hab)	População Urbana (%)	Taxa de Cresc. da Pop. Urbana (% a.a)
1960	33.250	-	6.650	20,00%	-
1970	31.805	-0,44%	7.073	22,24%	0,62%
1980	23.137	-3,13%	9.898	42,78%	3,42%
1991	19.251	-1,66%	11.190	58,13%	1,12%
2000	19.725	0,27%	12.268	62,20%	1,03%
2010	20.537	0,40%	13.004	63,32%	0,58%

Fonte: Autor (2018) adaptado de MMA (2017)

Os dados das células em amarelo são referentes ao Município de São Francisco de Paula e foram retirados de planilhas do IBGE (2017) (Séries Históricas e Estatísticas) De acordo com esses dados, ocorreu uma inversão entre os anos de 1970 a 2010 em termos de população Urbana e Rural, devido ao grande êxodo rural ocorrido, principalmente, entre os anos de 1970 e 1980.

A planilha proposta pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) apresenta várias metodologias de cálculo para a projeção de população, entre elas podemos destacar o m Método aritmético, o método geométrico e o método dos mínimos quadrados. O método adotado para a estimativa de crescimento populacional no presente estudo foi Método Geométrico, pois ele pode ser mais realista em caso de um crescimento maior do que o esperado. Assim, os resultados foram utilizados para dimensionamento das alternativas para implementação da gestão dos Resíduos Sólidos urbanos do Município de São Francisco de Paula.

Utilizando a ferramenta de cálculo para a projeção populacional foi feita a estimativa populacional do Município de São Francisco de Paula que servirá para nortear os dimensionamentos das unidades propostas, conforme mostrado na Tabela 7.

Tabela 7: Estimativa populacional do município de São Francisco de Paula pelo método geométrico

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)	População Rural (hab)
2011	20.620	13.080	7.540
2015	20.955	13.388	7.567
2020	21.382	13.784	7.598
2025	21.818	14.192	7.626
2030	22.263	14.611	7.652
2035	22.716	15.043	7.673
2037	22.900	15.219	7.681

Fonte: Autor (2018) adaptado de MMA (2017)

Ao fazer a projeção para o crescimento populacional do município, percebe-se que não há uma variação significativa ao longo dos próximos 20 anos, conforme Tabela 7. Dessa maneira, serão considerados, para fins de dimensionamento de unidades de tratamento, os índices populacionais estimados para os próximos 20 anos.

5.4. PROPOSTAS PARA A PROBLEMÁTICA RSU

Para atender à PNRS são apresentadas aqui propostas para o tratamento e disposição do resíduo orgânico, reciclável e o rejeito. Desta forma, em função dos dados levantados na seção 5.3, o resíduo foi dividido em três categorias: Orgânico, onde será apresentada uma proposta de geração de composto orgânico (adubo) através do processo de compostagem; Reciclável, onde se propõe a apresentar a estruturação necessária para o processo de segregação e, consequentemente, agregar valor ao resíduo para que possa ser vendido, gerando receita aos envolvidos e; Rejeito

onde se pretende apresentar um comparativo entre as formas possíveis de destinação: aterro e incineração, apontando as vantagens e desvantagens de cada método, bem como os custos envolvidos.

A etapa de coleta, parte importante do processo de gerenciamento de RSU será comum a todos os tipos de resíduos, uma vez que será dividida entre coleta de resíduo orgânico e reciclável. O rejeito será determinado no processo de segregação desses resíduos.

5.4.1. Coleta

A coleta é a principal etapa do processo de gerenciamento de resíduo, uma vez que é a partir dela que o RSU chegará à usina de tratamento e disposição final. Quanto melhor for o sistema de coleta, melhor será a segregação entre orgânico, reciclável e rejeito. A etapa de coleta não envolve apenas o fato de passar o caminhão em frente às residências e fazer o recolhimento, vai muito, além disso, passa pela programação da coleta, rota, horários, tipos de caminhões.

Portanto, o primeiro ponto a ser definido é a efetividade da coleta seletiva, ou seja, coleta do resíduo orgânico e do reciclável separadamente. Embora haja especificado no contrato da empresa prestadora do serviço, ela não é devidamente realizada. Essa definição é crucial, pois dela dependerá o êxito dos processos posteriores. Uma vez definida os dois tipos de coleta, deve-se fazer uma campanha de conscientização populacional, mostrando a importância da segregação do resíduo e, principalmente, apresentando as rotas com dias e horários definidos para cada coleta e qual destino e tratamento cada resíduo receberá. É muito importante, nessa etapa, que haja um acompanhamento da coleta. O processo como um todo é complexo, pois envolve todas as camadas da população. Como dificilmente se tem uma separação 100% dos resíduos, será considerado que todos os resíduos que cheguem à Usina passarão pela esteira de triagem e, nesta, será realizada a separação total do resíduo, onde cada tipo de resíduo segue para sua destinação final.

De acordo com BARBOSA e IBRAHIN (2014) os resíduos domiciliares são aqueles gerados em atividades domésticas, podendo ser divididos em secos e úmidos (orgânicos). Dentro dessa classificação, o autor engloba nos resíduos secos as embalagens plásticas, papéis, metais vidros, embalagem longa vida, pode-se acrescentar, ainda, as embalagens de papelão, isopor além de todos os derivados destes. Já os úmidos (orgânicos), seriam os restos de alimentos, folhas, cascas, sementes e outros resíduos orgânicos industrializados.

Cabe ressaltar que os resíduos industriais não são de responsabilidade da prefeitura, sendo que cada empresa deve apresentar seu plano de gerenciamento de resíduo, de acordo com o que gerado no seu processo produtivo. Os passiveis de reciclagem podem ser encaminhados junto com a coleta seletiva, no entanto, os resíduos dos processos bem como suas embalagens devem seguir as orientações da logística reversa. Em linhas gerais, embalagens de agrotóxicos, óleos e combustíveis, pilhas, baterias, remédios entre outros possuem destinação específica, não podendo ser, em hipótese alguma, misturados ao resíduo domiciliar. Cabe também, à prefeitura, fazer essa fiscalização.

5.4.2. Composição do resíduo municipal

Como o objetivo do trabalho não é a determinação específica da composição gravimétrica do resíduo gerado em São Francisco de Paula serão utilizados dados de literatura para a determinação da fração de orgânicos, recicláveis e rejeitos, etc. No entanto, uma vez implantado as proposições apresentadas, poderão ser realizados estudos para a determinação gravimétrica do RSU gerado em São Francisco de Paula.

A Tabela 8: apresenta uma compilação da composição dos resíduos sólidos urbanos. Foram agrupados os resíduos em três categorias: orgânico, rejeito e reciclável.

Tabela 8: Composição gravimétrica média

Fonte	Município	Matéria orgânica	Rejeito/ outros	Reciclável
NOVO HAMBURGO (2016)	Novo Hamburgo	40%	23%	37%
IPEA (2012)		51%	17%	32%
SOUSA		63%	14%	21%
ALCANTARA (2010)	Cáceres/ MT	60%	11%	28%
(GUADAGNIN et al., 2014)	Sul Catarinense	36%	20%	43%
CARVALHO et al (2013)	Barreiras/ Ba	64%	10%	26%
SIQUEIRA et al (2015)	Nova Ponte - MG	40%	38%	21%
PERS RS (2015)	RS	65%	15%	20%
PREFEITURA MUNICIPAL DE PELOTAS (2015)	Pelotas/ RS	54%	25%	23%
BARRETO et al (2015)	SC	49%	9%	42%
COSTA et al (2012)	Salinas/ MG	53%	16%	31%
MÉDIA		52%	18%	30%

Fonte: Compilação do autor (2017)

A ferramenta fornecida pelo IBGE (2017) para cálculo de estimativa populacional também apresenta a expectativa de geração de resíduos sólidos, em toneladas por dia e toneladas por ano. Para o devido cálculo, a ferramenta do IBGE considera 365 dias ao ano. Sendo assim, a Tabela 9 apresenta uma estimativa de geração diária de resíduos sólidos - urbano e rural - para a cidade de São Francisco de Paula.

Tabela 9: Estimativa anual de geração de resíduos para o município de São Francisco de Paula

Ano	População Total (hab)	Geração per capita de resíduos sólidos (kg/hab/dia)	Geração diária de resíduos sólidos (ton/dia)	Geração anual de resíduos sólidos (ton/ano)
2011	20.618	0,89	18,3	6.675
2015	20.943	0,77	16,1	5.886
2020	21.349	0,77	16,3	5.961
2025	21.755	0,76	16,5	6.035
2030	22.161	0,76	16,7	6.107
2034	22.486	0,75	16,9	6.164

Fonte: Autor (2018) adaptado IBGE (2017)

Desta forma, as Tabela 8 e Tabela 9 foram utilizadas, conjuntamente, para o dimensionamento das unidades triagem/reciclagem/compostagem e destinação final.

5.5. TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DOS RSU

Neste capítulo serão abordados os métodos de disposição final, de acordo com cada tipo de resíduo.

5.5.1. Estação de transbordo – triagem de resíduos

Segundo BARBOSA E IBRAHIN (2014), transbordo trata-se de uma instalação intermediária entre o serviço de coleta e o ponto de destinação final, podendo ser classificado de acordo com o meio de transporte adotado, o tipo de armazenagem, tratamento prévio do resíduo e quanto ao sistema de redução de volume adotado.

Todo o resíduo coletado no município deve ser direcionado para a UTC a ser criada, em local estratégico no Município. Uma vez consolidada a coleta seletiva, apenas os resíduos recicláveis serão encaminhados a essa unidade. Na mesma deve existir uma esteira de catação, onde os resíduos serão separados por categoria e direcionados para cada etapa: o reciclável para venda, o orgânico para compostagem e o rejeito para destinação final (incineração ou aterro sanitário). A administração do local ficará a cargo da empresa prestadora dos serviços.

No galpão de triagem ficarão armazenados apenas os resíduos recicláveis, o rejeito e orgânico serão direcionados para unidades específicas. Sendo assim, seu dimensionamento levará em conta apenas a geração de resíduos recicláveis. A Figura 9 apresenta o esquema da unidade de triagem e compostagem de resíduos sólidos domiciliares do Município de Porto Alegre.

Figura 9: Esquema de unidade de triagem e compostagem de resíduos sólidos domiciliares

Fonte: Site da Prefeitura Municipal de Porto Alegre

5.5.2. Resíduo reciclável

Na hierarquia de gerenciamento de RSU, apresentada pela PNRS, as primeiras etapas são: a não geração resíduo, seguida pela redução do resíduo gerado (caso não seja possível “não geração”) seguidas pela reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final, conforme apresentado anteriormente na Figura 1..

Uma vez que as duas primeiras medidas foram aplicadas, ainda resta uma determinada geração de resíduo. A PNRS elenca medidas de reutilização e reciclagem. Reutilizar significa, em linhas gerais, dar outro destino a um material, por exemplo: a utilização de um pneu para fazer uma floreira. Já a reciclagem, consiste em fazer com que o resíduo volte a sua composição original, por exemplo, latinhas de alumínio passam por um processo e voltam à matéria prima, ou seja, volta a ser a matéria prima alumínio. Os processos de reciclagem, além de recuperar a matéria prima, economizam água e energia no processo de beneficiamento. Sendo assim, em termos de gerenciamento, a reciclagem é mais efetiva, visto que a matéria prima pode ser utilizada

para fazer outros objetos, para outros usos, ao passo que a reutilização apenas impede que, naquele momento, o resíduo seja descartado e dado o destino correto.

5.5.2.1. Expectativa de geração de resíduo

A Tabela 10 que mostra a quantidade de resíduo gerado pelas populações urbana e rural por dia, ao longo do período considerado para o projeto. Como o município possui uma área rural extensa, com diversos “distritos”, o presente estudo apresenta uma solução para a área urbana, e que pode ser replicada nos demais distritos, otimizando-se, a logística da coleta dos resíduos.

Para fins de dimensionamento, foram considerados os resultados médios de população, geração anual de resíduo percapita e geração diária de resíduo na zona urbana. Para a zona rural, precisaria considerar distrito por distrito, sendo necessária a adequação desse estudo para projetos posteriores. Dessa forma, os parâmetros utilizados para dimensionamento do sistema foram:

- População média de 13.998 habitantes zona urbana
- Geração percapita de resíduo sólido (kg/hab/d) – 0,7723
- Geração percapita de resíduo sólido reciclável (kg/hab/d) – 0,23169
- Produção diária de resíduo reciclável (kg/d) – 3.239 kg/d

Tabela 10: Quantidade diária de resíduo reciclável gerado no Município de São Francisco de Paula

Ano	População Urbana (hab)	População Rural (hab)	Geração per capita de resíduos sólidos (kg/hab/dia)	Reciclável (kg/d)	
				Urbano	Rural
2011	13.080	7.538	0,887	3.481	2.006
2015	13.388	7.555	0,77	3.093	1.745
2020	13.784	7.565	0,765	3.163	1.736
2025	14.192	7.563	0,76	3.236	1.724
2030	14.611	7.550	0,755	3.309	1.710
2034	14.956	7.530	0,751	3.370	1.697
Média	**13.998**	**7.554**	**0,7723**	**3.239**	**1.750**

Fonte: Autor (2018)

A Tabela 11 apresenta uma compilação de dados de literatura para a composição média dos resíduos recicláveis.

Tabela 11: Composição (%) média dos recicláveis no RSU no Brasil de acordo com diversos autores.

Fonte	Metais (ferrosos e não ferrosos)	papel/papelão/tetrapack	Plástico	Vidro	Texteis	eletrônico	
NOVO HAMBURGO (2016)	3%	46%	38%	14%	0%	0%	100%
IPEA (2012)	9%	41%	42%	8%	0%	0%	100%
SOUSA	5%	43%	29%	5%	19%	0%	100%
ALCANTARA (2010)	9%	33%	47%	12%	0%	0%	100%
(GUADAGNIN et al., 2014)	10%	26%	40%	9%	10%	4%	100%
CARVALHO et al (2013)	8%	34%	43%	15%	0%	0%	100%
SIQUEIRA et al (2015)	4%	42%	51%	5%	0%	0%	100%
PREFEITURA MUNICIPAL DE PELOTAS (2015)	12%	44%	36%	6%	0%	0%	100%
BARRETO et al (2015)	2%	50%	36%	12%	0%	0%	100%
COSTA et al (2012)	5%	79%	7%	9%	0%	0%	100%
Média	**6,6%**	**43,84%**	**36,98%**	**9,41%**	**2,95%**	**0,22%**	**100%**

Fonte: Compilação autor (2018)

Pode-se estimar a quantidade diária de cada material que pode ser recuperado e enviado para reciclagem, além de se ter uma estimativa diária da geração de recursos da venda dos recicláveis. Existe um mercado para a compra de sucata (recicláveis) e os valores variam entre as regiões e de acordo com a quantidade ofertada e o grau de separação, entre outros cuidados que ajudam a valorizar o produto final. Foi realizado

um orçamento com uma empresa localizada no município de São Leopoldo, CTS Papéis (orçamento ANEXO B – ORÇAMENTO COMPRA RECICLÁVEIS).

Desta forma, a Tabela 12 apresenta o potencial de arrecadação com a venda de recicláveis. Para fins de demonstração, considerou-se conforme ANEXO B valores para papel misto (papel, papelão, tetrapack), ferrosos misto (ferrosos, não ferrosos, alumínio, etc.), plástico misto (todos os tipos de PET e demais plásticos).

Tabela 12: Potencial de arrecadação mensal com a comercialização dos reciclados

Material	% resíduo	Quantidade gerada diária	Valor de venda (R$/kg) *	R$/d arrecadado	R$/mensal
Metais (ferrosos e não ferrosos)	6,60%	214	0,57	121,98	2439,60
papel/papelão/tetrapack	43,84%	1420	0,30	426,00	8520,00
Plástico	36,98%	1198	0,05	59,90	1198,00
Vidro	9,41%	305	0,03	9,15	183,00
Texteis	2,95%	96	sem valor comercial	-	0
Eletrônico	0,22%	11	sem valor comercial	-	0
Total	100%	3244		R$ 617,03	R$ 12340,60

Fonte: autor (2018)

*Os valores apresentados aqui são referenciais, podendo variar de acordo com as características do resíduo triado.

É importante, durante o processo de segregação, identificar os resíduos de maior potencial de venda, como latas de alumínio, lacres, tampas de garrafas PET, papel, papelão, separando por tipo. Pela tabela de preços apresentada no Anexo B, nota-se

que existe uma diferença significativa em termos de valores praticados. Resíduos têxteis serão classificados como rejeito, visto que não possuem valor comercial.

Em relação ao resíduo eletrônico, esse tem destinação específica, não sendo destinado para coleta seletiva ou de orgânicos, sendo que existe um ponto de descarte junto à prefeitura.

5.5.2.2. Estrutura necessária

Seguindo instruções do Caderno de Especificações Técnicas e desenho técnico, da Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná (2013) é necessário observar o zoneamento vigente no Plano Diretor Municipal a fim de escolher o terreno onde será implantado a Central de Triagem e Compostagem. Em caso de ausência desse e inexistência de indicações na Lei Orgânica do Município, recomenda-se observar os seguintes critérios: o local deve ser longe de nascentes, cursos d'água, fundos de vale, mananciais e vegetação nativa; dar preferência a regiões industriais; evitar bairros residenciais – principalmente de grande densidade demográfica e o lote deve ser afastado do centro urbano, mas com infraestrutura viária para fácil acesso ao local.

Sendo assim, devido às indicações e características supracitadas, o Distrito Industrial seria o local mais viável para a instalação da Central de Triagem e Compostagem do Município de São Francisco de Paula.

Dimensionamento do Galpão de Triagem

De acordo com SILVA (2013), no termo de referência, ás áreas das unidades de triagem é escalonadas em quatro portes, com áreas específicas destinadas à operação dos resíduos recicláveis, de acordo com os seguintes critérios:

UT (1) - Para processar até 0,25 ton/dia – área operacional do galpão de 55 a 75 m^2;
UT (2) - Para processar de 0,25 a 0,6 ton/dia – área operacional do galpão de 100 a 120 m^2;
UT (3) - Para processar de 0,6 a 1 ton/dia – área operacional do galpão de 200 a 220 m^2;
UT (4) - Para processar de 1 a 2 ton/dia – área operacional do galpão de 450 a 500 m^2.

Este Termo de Referência também apresenta um dimensionamento por unidade a partir da faixa populacional, como mostra a Tabela 13.

Será utilizado este método para dimensionamento da área do galpão, visto que o método por capacidade de resíduo processado não abrange a capacidade gerada pelo município.

Tabela 13: Áreas mínimas para os projetos por faixa populacional

Faixa de população (habitantes)	Área mínima por gleba (considerando a reserva legal)						
	Aterro Sanitário (pequeno, médio e grande porte) (ha)	Aterro de RCD (ha)	Unidade de Compostagem (m^2)	Estação de Transbordo (m^2)	Central de resíduos (há)	Unidade de Triagem (m^2)	Ponto de Entrega Voluntária Central (m^2)
até 2.000	04	0,5	500	1.100	5	500	1.500
2.001 a 5.000	06	0,5	500	1.100	7	500	1.500
5.001 a 10.000	08	1,0	750	1.500	9	500	1.500
10.001 a 20.000	12	2,0	1.500	1.500	13	700	1.500
20.001 a 30.000	20	3,0	3.000	1.500	21	700	1.500
30.001 a 50.000	25	5,0	4.000	2.000	26	700	1.500
50.001 a 100.000	30	6,0	7.000	2.000	31	750	1.750
100.001 a 150.000	35	8,0	11.000	2.000	40	900	1.750
150.001 a 200.000	40	10,0	15.000	2.000	45	900	1.750
200.001 a 250.000	45	15,0	25.000	2.000	50	1.000	1.750

Fonte: SILVA (2013)

Portanto, de acordo com a Tabela 13, para fins de dimensionamento do galpão operacional, o mesmo deve ser instalado em uma área de 700 m². O Ministério das Cidades (PINTO e GONZALEZ, 2008), editou uma cartilha com orientações para projetos dos galpões de triagem. Segundo essa e em função da área do galpão

estimada seguindo instruções do Termo de referência proposto por SILVA (2013), é possível determinar as seguintes características do galpão de triagem a ser instalada no Município de São Francisco de Paula, RS:

Quanto a área e equipamentos previstos

Pela área dimensionada, 700 m², pode ser considerada uma estrutura de porte médio: até 700 m², e deve conter, no mínimo: 1 prensa, 1 balança, 1 carrinho e 1 empilhadeira. À medida que a unidade começa a operar, pode se rever essas quantidades e, caso necessário, ir acoplando outros elementos.

Para funcionamento adequado do barracão de reciclagem devem ser utilizados equipamentos que facilitem o trabalho e manuseio dos resíduos, como os apresentados, conforme a Tabela 14, a qual apresenta os equipamentos, as características básicas e os custos para aquisição.

Tabela 14: Equipamentos para o Galpão de Triagem e características

Equipamento	Caractarística	Ilustração
Prensa enfardadeira	Vertical, capacidade 20 t	
Balança	Mecânica, capacidade 1000 kg	
Carrinho plataforma	2 eixos, capacidade 300 kg	
Carrinho manual para transporte de bags	Manual, capacidade 150 kg	
empilhadeira	Capacidade 1000 kg deslocamento manual energia de elevação elétrica	

Fonte: adaptado de Elementos para organização da coleta seletiva e projetos dos galpões de triagem -2008 do Ministério das Cidades

Quanto às equipes de trabalho

A cartilha do Ministério das Cidades (PINTO E GONZALEZ, 2008) também sugere uma indicação para o número de pessoas envolvidas no processo, ressaltando que o volume total de materiais a serem processados, depende de fatores como o número de pessoas envolvidas, o dimensionamento das equipes, além das características físicas das instalações.

Desta forma, como a expectativa de geração de resíduos da coleta seletiva é da ordem de 3.000 kg por dia, de acordo com a orientação do Ministério das Cidades o número total de pessoas envolvidas pode girar em torno de 29 pessoas, divididas em diferentes funções desde triadores a administradores, conforme apresentado na Tabela 15. Para uma melhor organização e divisão do trabalho, sugere-se a formação de

turnos, de forma a aproveitar ao máximo as instalações além de aumentar as pessoas envolvidas no processo.

Tabela 15: Dimensionamento da equipe de trabalho em um galpão de triagem de coleta seletiva

Função	Dimensionamento segundo PINTO E GONZÁLEZ (2008)	Dimensionamento da equipe segundo capacidade de produção diária
Triador interno	200 kg por dia	15
Deslocadores de tambores	1 a cada 5 triadores	3
Retriadores de plásticos	1 a cada 5 triadores	3
Retriadores de metal	1 a cada 15 triadores	1
Enfardadores	Conseguem enfardar 600 kg/d	5
administradores	1 a cada 20 pessoas na produção	2
Total de pessoas envolvidas na operação		29

Fonte: adaptado de Elementos para organização da coleta seletiva e projetos dos galpões de triagem -2008 do Ministério das Cidades (PINTO E GONZÁLEZ, 2008).

Organização da área de triagem

Da mesma forma, a cartilha do Ministério das Cidades propõe algumas alternativas quanto à organização da área de triagem, com vistas a aumentar a eficiência das mesmas. A quantidade de tipos de materiais resultantes da separação deve ser definida de acordo com as características do mercado em cada localidade, conforme apresentado no orçamento do ANEXO B e mostrado na Tabela 16. Desta forma, o planejamento dos materiais a serem segregados e os a serem vendidos como misto é de fundamental importância. Algumas premissas podem ser importantes: (1) Colocação dos materiais mais constantes em tambores; (2) Colocação dos materiais menos constantes em sacos pendurados nos tambores ou nas mesas e (3) Realizar a

retriagem dos metais e dos plásticos no momento de deslocamento dos mesmos para as baias.

Tabela 16: Tipos de materiais triados

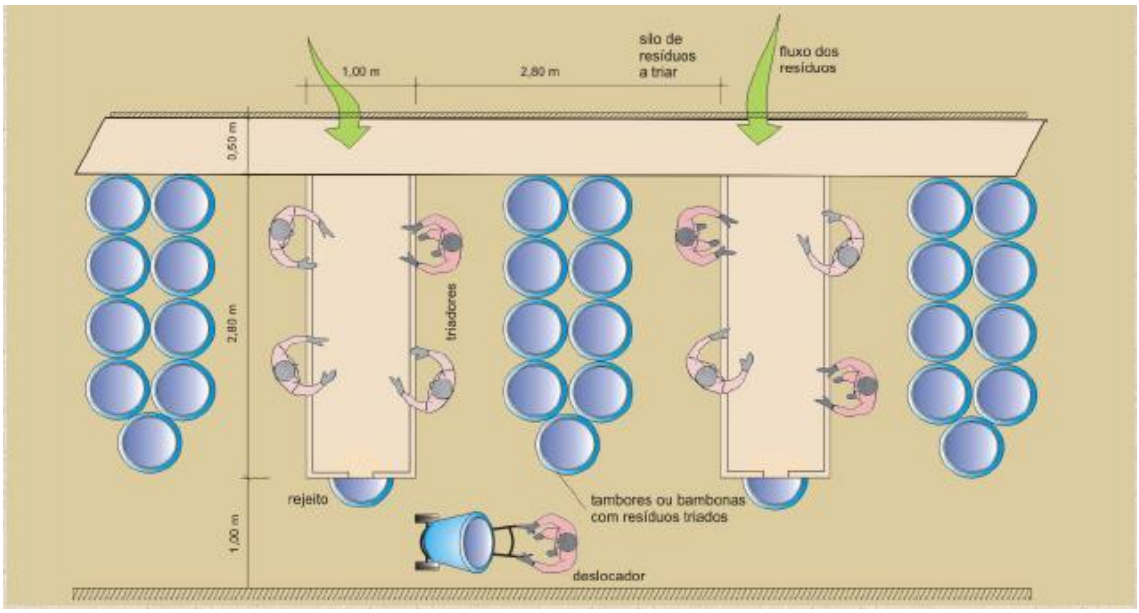
Papel	Plástico	Metal	Vidro	Outros
Branco	PET	Alumínio latas	Vasilhames	Tetrapack
Misti	Plástico duro	Alumínio perfis	Cacos	Chapas raio X
Revistas	Plástico filme	Cobre	Planos	isopor
Jornais	PVC	Ferrosos latas		
Acartonado		Ferrosos chapas		
Papelão				

Fonte: adaptado de MMC (2008)Elementos para organização da coleta seletiva e projetos dos galpões de triagem -2008 do Ministério das Cidades

A melhor forma de acomodar as mesas de triagem é em função da quantidade de recicladores que estarão trabalhando em um mesmo momento. Em função disso, a conformação em mesas transversais à esteira propicia um maior número de recicladores por unidade de área.

A Figura 10, proposta pelo Ministério das Cidades, além de mostrar a distribuição em mesas transversais, apresenta indicativos de distâncias mínimas que devem ser respeitadas para a melhor otimização do trabalho. Essas características, juntamente com outras informações de Layout serão utilizadas para o dimensionamento do galpão.

Figura 10: distribuição de mesas transversais



Fonte: Elementos para organização da coleta seletiva e projetos dos galpões de triagem -2008 do Ministério das Cidades

De acordo com a Figura 10, as bombonas servem para classificar os resíduos. Dependendo de qual for o grau de separação tantas bombonas serão necessárias. Nesse exemplo possuem 16 compartimentos para 16 tipos de resíduos diferentes.

Dimensionamento do galpão em função das etapas de trabalho

O trabalho na usina segue uma ordem pré-determinada. O material chega da coleta e é depositado no silo de armazenamento (1), este silo deve ter a capacidade para absorver a quantidade de resíduo para dois dias de trabalho. Considerando a densidade do material em média de 45 kg/m³ e uma média de 3.000 kg de material para triagem por dia e considerando dois dias de armazenamento, o volume total a ser armazenado no silo será de (6.000kg/45kg/m³) 133 m³.

Do silo, o material é alimentado às mesas de triagem (2), onde ocorre a primeira separação, de modo que cada resíduo é depositado em um recipiente específico. Uma vez que os containers para depósito dos resíduos vão sendo cheios, estes são encaminhados para as baias (3) de armazenamento temporário onde os resíduos de

maior potencial de mercado, passam por uma segunda separação. Após esse processo, o resíduo, já devidamente triado, vai para a prensa (4) onde ocorre o enfardamento, fase essa também de suma importância, pois reduz o volume do resíduo, resultando numa economia de espaço para armazenamento e de transporte para venda. A última etapa é o armazenamento (5) onde o resíduo já compactado é armazenado para o posterior transporte para venda. A

Figura 11, de proposição do Ministério das Cidades, apresenta o fluxo dos processos no interior do galpão de triagem.

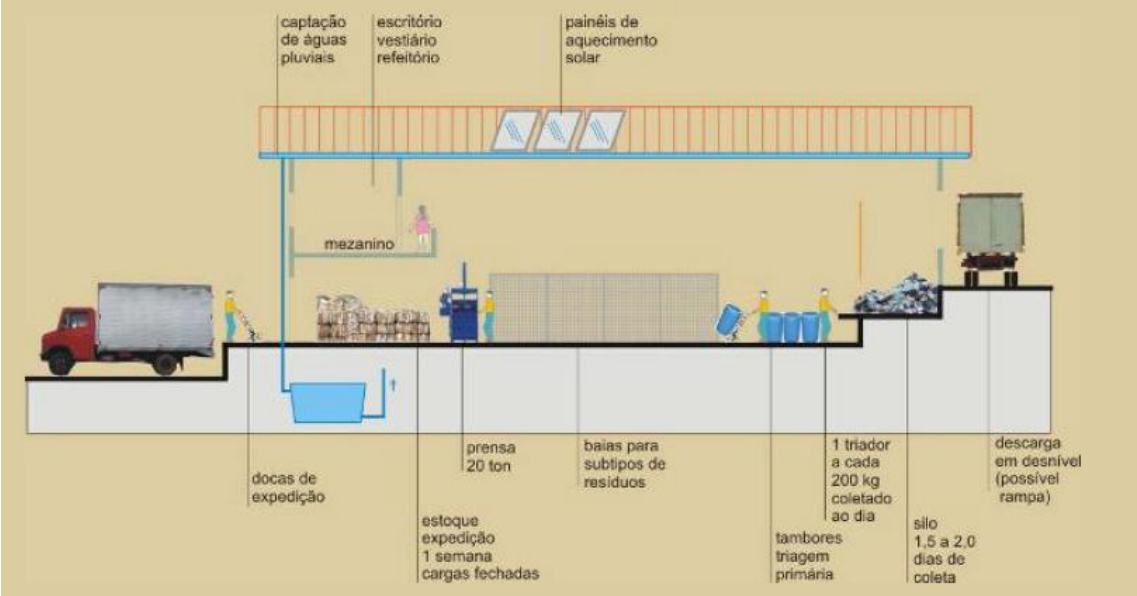
Figura 11: Fluxo de processos no galpão de triagem

Fonte: Elementos para organização da coleta seletiva e projetos dos galpões de triagem -2008 do Ministério das Cidades

A mesma cartilha também sugere a organização do galpão de acordo com a topografia. A Figura 12 apresenta uma distribuição com diferentes níveis, de modo a facilitar a operação e não haver necessidades de equipamentos auxiliares para o içamento (ponte rolante) das cargas para o fluxo do processo. Nesta figura pode-se notar a utilização do galpão. Neste exemplo, o escritório, refeitório e vestiário foram

executados em um mezanino, de forma que estas estruturas não consumam área "*in-planta*", o que resultaria em um terreno de maiores proporções. Este tipo de aproveitamento otimiza a área construída. Além das estruturas citadas, é importante uma sala para realização de treinamentos e uma área para descanso e primeiros socorros. A área para treinamento pode ser utilizada com proposito de qualificar, "*in-loco"*, os triadores, além de utilizar para campanhas de educação ambiental junto à sociedade em geral.

Figura 12: Construção do pavilhão em diferentes níveis



Fonte: Elementos para organização da coleta seletiva e projetos dos galpões de triagem -2008 do Ministério das Cidades

Projeto construtivo do galpão de triagem

Para determinação das dimensões do galpão, é necessário considerar, além da área de silo, triagem, baias de armazenamento e triagem secundária, área de prensagem e estocagem, as áreas de vestiário, refeitório, administração, sala de treinamento, enfermaria e área de lazer e descanso.

Instalações de apoio

Como já afirmado, as instalações de apoio podem ser localizadas em pavimento superior (mezanino) ou eventualmente, numa edificação anexa ao Galpão, deixando-se o piso deste o mais livre possível para a realização das tarefas específicas de triagem e processamento dos materiais.

Escritório

Local onde serão armazenados os registros de materiais triados e vendidos, informações de funcionários, contas de luz e telefone, ou seja, local onde será realizada a administração do negócio. Em função disso, e pelo fato de haver apenas um administrador por turno, não necessita ser uma instalação muito grande, de modo que a cartilha do Ministério das Cidades sugere algo em torno de 10 m². Será necessária instalação de uma mesa com cadeira para computador, talvez uma pequena área para reuniões e instalação de armários. A geometria da sala será em função da própria geometria do galpão.

Sanitário

De acordo com a NR 24/1978, as instalações sanitárias devem ser separadas por sexo, desta forma, serão instalados dois vestiários exatamente iguais. Em relação à área destinada aos sanitários, é considerada satisfatória uma metragem de 1 m² para cada sanitário, por 20 operários em atividade. A quantidade de funcionários, por turno será de aproximadamente 15, conforme a Tabela 15. Dessa forma, 1 vaso sanitário seria suficiente por vestiário.

Em relação aos chuveiros, a NR 24 exige que seja instalado um chuveiro para cada 10 trabalhadores. Da mesma forma, serão em média 15 operários por turno, entre homens e mulheres, de modo que será instalado um chuveiro em cada vestiário. Já os

lavatórios poderão ser formados por calhas revestidas com materiais impermeáveis, possuindo torneiras de metal, tipo comum, espaçadas de 0,60 metros, devendo haver disposição de uma torneira para cada grupo de 20 trabalhadores. Os aspectos construtivos deverão respeitar às características de piso, parede, revestimento e cobertura de acordo com a NR 24.

Vestiário

A área do vestiário será dimensionada em função do número de trabalhadores, devendo respeitar a área de 1,50 m² por trabalhador. Deverá manter um iluminamento mínimo de 100 lux, devendo ser instaladas lâmpadas de 100 W/ 8m² de área com pé direito de 3,0 m, ou outro tipo de luminária que produza o mesmo efeito.

Deverão ser instalados armários de compartimentos duplos com as seguintes dimensões mínimas de 1,20 m de altura por 0,30 m de largura e 0,40 m de profundidade, com separação ou prateleira, de modo que um compartimento com altura de 0,80 m se destine a abrigar as roupas de uso comum enquanto o outro compartimento com altura de 0,40 m a guardar roupas de trabalho.

Também deverão ser construídos dois vestiários, um masculino e outro feminino, para comportar 8 funcionários (visto que serão dois turnos, com área mínima de 12 m² cada um. Os armários poderão ser compartilhados, de modo que os pertences sejam recolhidos no final do expediente para que os funcionários do outro turno possam utilizá-los.

Refeitório

Deve ser prevista instalação de pia, bebedouro, micro-ondas e/ou fogão, para que os funcionários possam aquecer seus alimentos e realizar as refeições.

A NR 24 sugere o mínimo de 1 m² por trabalhador, de modo que o refeitório terá uma área de 15 m². Deve-se rever a instalação de mesas e cadeiras móveis de modo que este espaço possa ser utilizado como sala de treinamento/ reuniões.

A Tabela 17 apresenta o dimensionamento mínimo das estruturas de apoio, em função do número de trabalhadores, conforme dimensionado na Tabela 15.

Tabela 17: Resumo das estruturas de apoio

Instalação	Quantidade	Referência	Unidades a ser instaladas
Vaso sanitário	1 um para cada 20 usuários	Box mínimo 1 m²	2 (1 masc e 1 fem)
Lavatório	1 um para cada 20 usuários	Largura mínima 0,60 m	2 (1 masc e 1 fem)
Chuveiro	1 um para cada 20 usuários		2 (1 masc e 1 fem)
Vestiário	Armários individuais	1,50 m² por usuário	12 m² cada vestiário
Armário	Compartimento duplo	H=1,20 m; l=0,30m; p= 0,40m	8 por vestiário
Refeitório	Em função do número de usuários	1,5 m² por usuário	

Fonte: Autor (2018)

No projeto de instalação do galpão de triagem deverão ser considerados os seguintes aspectos:

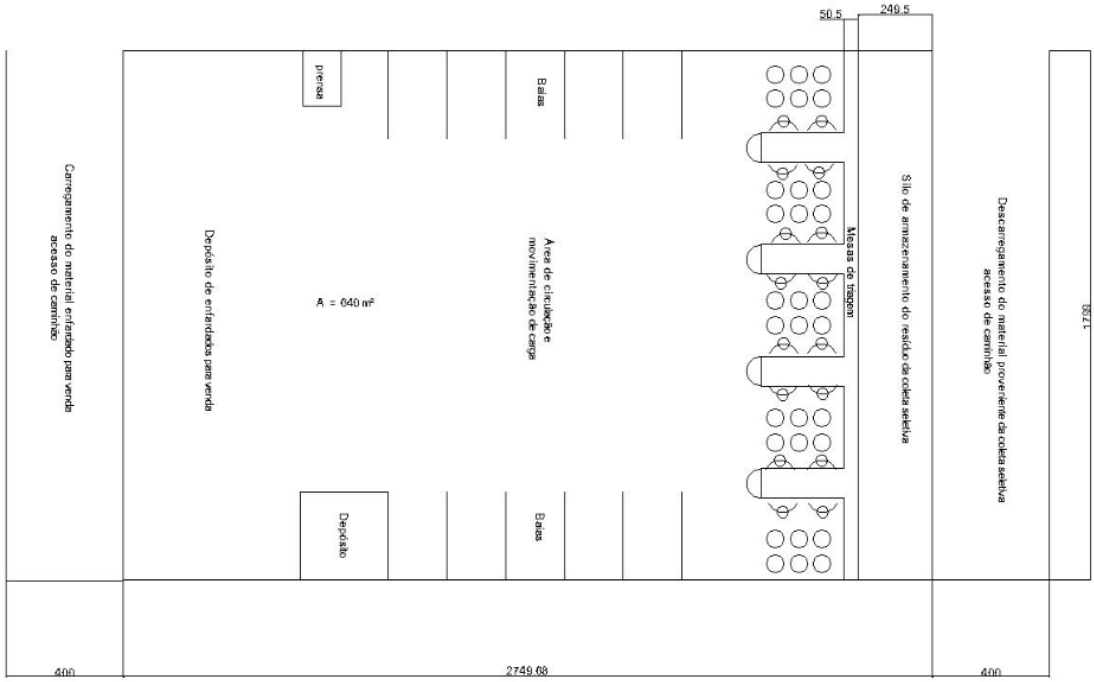
Distribuição de energia: deverá ser previsto a posição das prensas, tomadas de apoio e iluminação.

Distribuição de água: prever os pontos de utilização de água ao longo do galpão e solução para lavagem de pisos, mesas de triagem e silo.

Outras instalações: Prever distribuição de telefonia e dados, proteção contra descargas elétricas e proteção contra incêndio.

Desta forma, considerando todos os expostos no capítulo 5.5.2.2, as dimensões básicas do Galpão deverão estar de acordo com as dimensões apresentadas na Figura 13. As medidas encontram-se em centímetros.

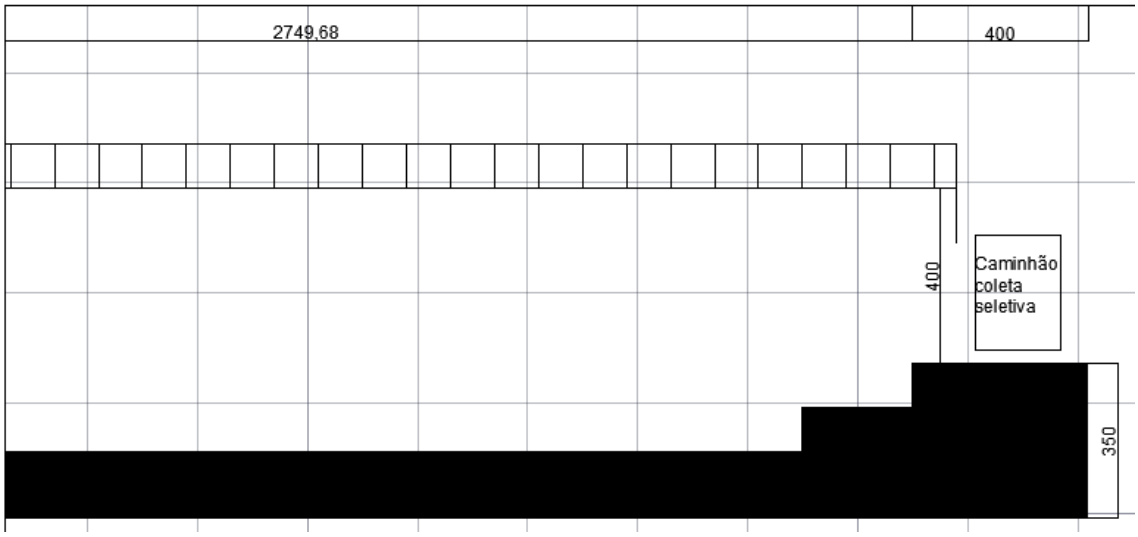
Figura 13: Layout do projeto do galpão, vista superior



Fonte: Autor (2018)

A Figura 14 mostra a vista lateral do galpão de triagem. Nota-se que o mesmo deve respeitar um desnível, a fim de os processos de descarregamento ocorra de norma natural, sem necessidade de elevações. As medidas encontram-se em centímetros.

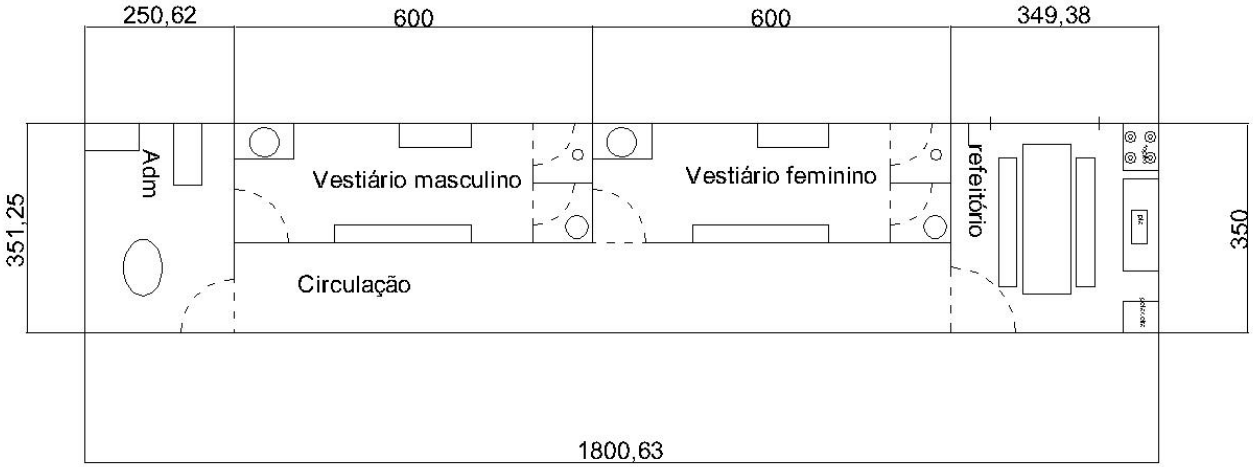
Figura 14: Layout do projeto do galpão, vista lateral.



Fonte: Autor (2018)

A Figura 15 apresenta a planta baixa da área de apoio, que deverá ser executada em um mezanino sobre área de armazenamento dos fardos. As medidas encontram-se em centímetros.

Figura 15: Planta baixa da área de apoio



Fonte: Autor (2018)

5.5.2.3. Investimentos

Ficando a cargo da prefeitura a execução do projeto, os investimentos relativos a aquisição da área podem ser desconsiderados, visto que o município possui área abundante, inclusive no distrito industrial, para a construção do pavilhão. Desta forma, será desconsiderado o custo de aquisição da área.

A cartilha proposta pelo ministério das cidades apresenta uma série de investimentos que podem ser considerados na elaboração do projeto de galpão de triagem e reciclagem, em função dessa indicação, e conhecendo o custo de fabricação do pavilhão, foram estimados os demais investimentos. De acordo com o Sinduscon RS, o valor do m² de pavilhão industrial, com referência ao mês 10/2017 é de R$ 748,64. Dessa forma, o custo para construção do pavilhão seria de aproximadamente R$ 480.000,00. Uma vez conhecido o custo do pavilhão, que representa mais de 44% do custo total do empreendimento, a Tabela 18 apresenta uma estimativa para os demais custos envolvidos na implantação de um galpão de triagem e reciclagem.

Tabela 18: Investimentos na implantação do galpão de triagem

ITENS DE CUSTO	PORTE MÉDIO	R$ custo	
Locação	0,35%	R$	3.788,90
Limpeza do terreno	1,97%	R$	21.326,12
Cercamento	4,24%	R$	45.899,86
Portão	0,92%	R$	9.959,40
Guarita	1,06%	R$	11.474,97
Edifício de apoio	20,01%	R$	216.617,05
Galpão de triagem (estrutura, piso, alvenarias)	44,34%	R$	480.000,00
Distribuição de energia e telefonia	0,67%	R$	7.253,04
Distribuição de água	0,50%	R$	5.412,72
Esgoto sanitário	0,72%	R$	7.794,32
Drenagem de águas pluviais	1,31%	R$	14.181,33
Proteção e descargas atmosféricas	0,60%	R$	6.495,26
Prevenção e combate a incêndio	1,76%	R$	19.052,77
Instalações de uso de água de chuva	8,86%	R$	95.913,40
Instalações de aquecimento solar	7,80%	R$	84.438,43
Tratamento paisagístico	3,82%	R$	41.353,18
Totem	0,35%	R$	3.788,90
Outros	0,72%	R$	7.794,32
Total	100,00%	R$	1.082.543,98

Fonte: adaptado de Elementos para organização da coleta seletiva e projetos dos galpões de triagem -2008 do Ministério das Cidades

5.5.2.4. Benefícios da correta destinação de RSU

Existem vários benefícios sociais, ambientais e econômicos quando ocorre uma destinação correta dos RSU. Em termos sociais, ocorre a geração de empregos diretos e indiretos, promovendo a inclusão das camadas mais vulneráveis da sociedade além do incentivo às atividades envolvidas com a reciclagem. Além disso, pode ocorrer a implantação de micro-empresas recicladores, com aumento da mão de obra economicamente ativa e o aumento do desenvolvimento de uma consciência ambiental na população. Em termos ambientais, uma vez que esses resíduos triados são vendidos para posterior reciclagem, podemos citar, conforme (AMARAL et al, 2011) a economia de energia, preservação de recursos naturais e a diminuição da quantidade de resíduo a ser aterrado. Também a diminuição dos impactos causados pelos veículos que transportam resíduos para disposição em aterro. No caso de São Francisco de

Paula, o trajeto entre o Município e o ponto de descarte, Minas do Leão é de, aproximadamente, 216 km, onde podem ocorrer acidentes e derramamentos de combustíveis, causando impactos e poluição ao longo de todo o trajeto.

De acordo com BENJAMIN (1993) a reciclagem de alumínio representa uma economia de 90 – 97% de energia, 95% de água, 97% da poluição atmosférica. Já o aço, a economia de energia chega entre 47 – 74%, 85% de uso de água, 97% da poluição hídrica e 40% referentes a descartes de mineração. Na recuperação do papel, a redução de energia chega de 23 – 74%, 74% de uso de água, 35% da poluição atmosférica, e 58% de rejeitos de mineração. Já a reciclagem de vidro, a redução de energia fica entre 4 –32%, 20% do uso de água, 80% de redução de poluição hídrica e 50% de redução de rejeitos de mineração.

5.5.2.5. Orçamento e viabilidade para implantação do projeto

A gestão dos RSU deve ser um planejamento de longo prazo, pois os custos de implantação são altos. Para solucionar futuros questionamentos sobre quem deveria arcar com o investimento inicial, sugere-se que no início da implantação desse projeto os investimentos sejam suportados pela prefeitura, a fim de manter o local como propriedade do município. Uma vez que a prefeitura possua essas instalações, quando realizar as licitações para a coleta e tratamento e disposição do resíduo, poderá demandar a efetiva coleta seletiva e operação da unidade de triagem por uma empresa privada.

Um pré-requisito fundamental deve ser a manutenção dos funcionários envolvidos no processo, garantindo que os empregos fiquem no município. Com isso, pode-se reduzir o custo atual cerca de R$ 165,00/tonelada. Em contrapartida, a empresa contratada pode utilizar a venda do material triado para custear parte dos valores operacionais. Como apresentado na Tabela 18, o custo para implementação do sistema é da ordem de 1 milhão de reais.

Em contrapartida, de acordo com o contrato que a prefeitura possui com uma empresa que presta este serviço, o custo de transporte e disposição do resíduo até o aterro sanitário em Minas do Leão é de R$ 165,00 por tonelada transportada e disposta, sendo assim:

Custo mensal de transporte e destinação de resíduos passíveis de reciclagem: R$165,00/ton x 3ton/d x 24 d/m = R$ 11.880,00 mensais, o equivalente a R$ 142.560,00 por ano. Neste cenário, a partir de 7,6 anos, tratando-se apenas da parcela referente ao resíduo reciclável, o município passaria a economizar na disposição ambientalmente adequada.

Além dos valores economizados com a não destinação dos RSU ao aterro sanitário, ainda pode-se contabilizar o valor arrecadado com a venda do material reciclado. De acordo com o apresentado na Tabela 12, o potencial mínimo de arrecadação mensal, mínimo, com a comercialização dos materiais separado na triagem é da ordem de R$12.300,00. Cabe ao administrador do local, conhecendo a realidade do resíduo coletado, definir qual o grau de segregação, ou seja, segregar plástico do papelão, por exemplo, ou segregar em categorias, tais: papel branco, papel pardo, jornal, revista, papelão e etc.

5.5.3. Resíduo orgânico ou úmido

Quando separados na fonte, ou seja, onde existe uma política de coleta seletiva e orgânica, pode ocorrer a reciclagem dos resíduos orgânicos, com sua transformação em adubo ou fertilizante orgânico. Essa transformação pode ser feita em várias escalas e modelos tecnológicos. Pequenas quantidades de resíduos orgânicos podem ser tratadas de forma doméstica. Esse modelo pode ser aplicado à zona rural da cidade, de modo que cada propriedade possa ter a sua produção de composto orgânico, onde o mesmo podendo ser utilizado na própria propriedade ou comunitário, enquanto grandes quantidades podem ser tratadas em plantas industriais. Os processos mais comuns de reciclagem de resíduos orgânicos são a compostagem (degradação dos resíduos com

presença de oxigênio) e a biodigestão (degradação dos resíduos com ausência de oxigênio) (MMA 2017).

5.5.3.1. Expectativa de geração

A Tabela 19, mostra a expectativa de crescimento populacional e, consequentemente, a evolução da geração de resíduo orgânico, tanto urbano quanto rural. Devido ao fato de a zona rural ser muito extensa e ficar a uma distância considerável da sede do município, serão propostas alternativas separadas para zona urbana e para zona rural, podendo, caso seja viável economicamente, ser replicada nessas áreas.

Tabela 19: Expectativa de geração de Resíduos Orgânicos

Ano	População Urbana (hab)	População Rural (hab)	Geração per capita de resíduos sólidos (kg/hab/dia)	Orgânico (kg/d)	
				Urbano	Rural
2011	13.080	7.538	0,887	6.033	3.477
2015	13.388	7.555	0,77	5.361	3.025
2020	13.784	7.565	0,765	5.483	3.009
2025	14.192	7.563	0,76	5.609	2.989
2030	14.611	7.550	0,755	5.736	2.964
2034	14.956	7.530	0,751	5.840	2.941
Média	**13.998**	**7.554**	**0,7723**	**5.615**	**3.033**

Fonte: Autor (2017) adaptado IBGE

Para fins de dimensionamento, foram considerados os resultados médios de população, geração anual de resíduo percapita e geração diária de resíduo na zona urbana.

Para a zona rural, podem ser aplicadas técnicas de compostagem individual ou comunitária. No entanto, para essa determinação, é necessário um estudo dos distritos, abrangendo a população, geração de resíduo para poder determinar o melhor tipo de processo.

Dessa forma, os parâmetros utilizados para dimensionamento do sistema foram:

- População média de 13.998 habitantes zona urbana
- Geração percapita de resíduo sólido (kg/hab/d) – 0,7723
- Geração percapita de resíduo sólido orgânico (kg/hab/d) – 0,401596
- Produção diária de resíduo orgânico (kg/d) – 5.615 kg/d
- Geração mensal de resíduo orgânico (kg/mês) – 168.450 kg/mês

De acordo com CHAGAS da SILVA; SANTOS (2010) a densidade da fração da matéria orgânica, no momento da coleta é de 1.213 kg/m³. Conhecendo a densidade do material e a quantidade de resíduo gerado diariamente, podemos determinar o volume de resíduo gerado.

Sendo assim:

$$V_{resíduoorgânico} = \frac{m_{resíduoorgânico}}{\rho}$$

Onde:

$V_{resíduo\ orgânico}$ é o volume que este resíduo irá ocupar, calculado em m³;

$M_{resíduo\ orgânico}$ é a massa da parcela de resíduo orgânico coletado diariamente, em kg e;

ρ é a densidade do resíduo, neste caso, segundo Silva e Santos, 1.213 kg/m³

$$V_{resíduoorgânico} = \frac{168.450\,kg/mês}{1.213\,kg/m^3} = 138{,}87\,m^3/mês = 4{,}62\,m^3/d$$

Dessa forma, serão gerados 4,62 m³ da fração orgânica de resíduo por dia. Essa informação é de extrema importância para o cálculo da quantidade de leiras que serão necessárias para o processo de compostagem.

5.5.3.2. Método de gerenciamento – tratamento e disposição final

O método de tratamento da parcela orgânica do RSU gerado no município de São Francisco de Paula proposto será a compostagem. O processo de compostagem será termofílica em leiras estáticas com aeração passiva.

Dimensionamento de uma unidade de compostagem

De acordo com o Manual de Orientação, Compostagem Doméstica, Comunitária e Institucional de Resíduos Orgânicos, proposto pelo MMA (2017) a largura da leira não deve ultrapassar 2 metros, para permitir a entrada de ar no interior da mesma. O comprimento será de acordo com o planejamento e dinâmica do pátio de compostagem e de áreas disponíveis, geralmente variando entre 1 e 20 metros. Com um formato preferencialmente retangular, as leiras são pilhas regulares da mistura de material seco (rico em carbono) e material orgânico (rico em nitrogênio).

Segundo OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ (2008), a altura das leiras deverão ser de 1,5 a 1,8 m. Não devem ser inferiores a 1,5 m, pois seria difícil manter a temperatura do resíduo, uma vez que não apresentaria volume suficiente, em contrapartida, alturas superiores a 1,8 metros não devem ser adotadas, pois pode provocar a compactação, devido ao excesso de peso, o que comprometeria a aeração.

Em função da quantidade mensal de resíduo, será determinado o volume de leira necessário para o processo, em função disso, e das dimensões das leiras, será determinada a quantidade de leiras necessária para o processo.

Volume da leira de compostagem (V)

O volume é determinado dividindo-se a massa total de resíduo gerado em 1 mês pela massa específica do resíduo. Conforme calculado anteriormente, o volume de resíduo é de 139 m³/mês.

Dimensões das leiras

Considerando uma altura máxima de 1,8 m, a área “in planta” que as leiras deverão ocupar é de:

$$A_{leiras} = \frac{V}{h}$$

Onde:

A_{leiras} é a área necessária para a construção da leira (m²)

V é o volume mensal de resíduo orgânico passível de compostagem (m³) e;

H é a altura da leira.

$$A_{leiras} = \frac{139\,m^3}{1{,}8\,m} = 77{,}22\,m^2$$

Dessa forma, serão necessários aproximadamente 77 m² para a implementação das leiras de compostagem. Para facilitar o processo de compostagem, o revolvimento das leiras e a própria operação do sistema, serão consideradas várias leiras, ao invés de apenas uma. Em função da orientação do MMA , a geometria da leira será: largura: 2 m; comprimento: 10 m, totalizando uma área de 20 m² por leira. Desta forma, teremos:

Área de 1 leira: 20 m²

Quantidade de leiras: 4 leiras, o que totalizará 80 m² de área para implantação (um pouco superior aos 77 m² calculados).

Desta forma, teremos 4 leiras com 2 metros de largura, por 10 metros de comprimento por 1,8 metros de altura.

Cálculo da área do pátio de compostagem

Para a determinação da área do pátio para compostagem, é necessário levar em conta alguns aspectos, tais como: a área da leira, propriamente dita, a área de folga para reviramento da leira; e o tempo de maturação do resíduo, visto que o processo leva, em média, 120 dias para acontecer, ou seja, o ciclo de operação é de quatro meses. Desta forma, o pátio terá que ter área suficiente para acomodar o resíduo por quatro meses a fim de completar o ciclo.

Área da base da leira (Ab): é a área propriamente dita que a leira ocupa.

(Ab) = 10 m x 2 m = 20 m²

Área de folga para reviramento (Af): será considerada a mesma área da leira

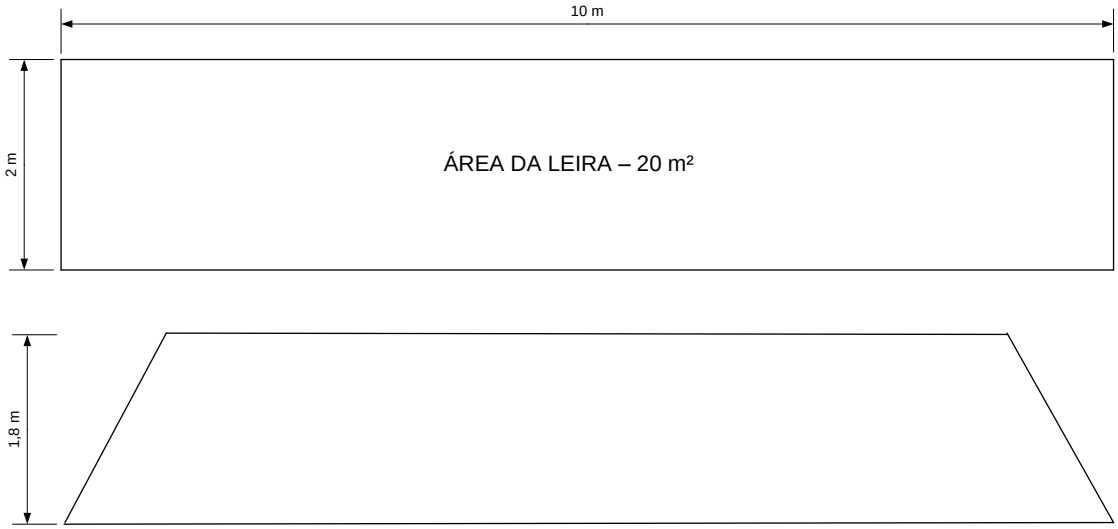
Af = 10m x 2m = 20 m²

Assim, a área ocupada por leira será de 40 m². Como para tratar a quantidade mensal de resíduo gerado são necessárias 4 leiras, teremos então, uma área de 160 m².

A fim de exemplificar, consideraremos o início do processo em janeiro de 2018. Dessa forma, à medida que os resíduos chegarem à unidade de compostagem, as leiras serão montadas, de forma que ao final do primeiro mês teremos quatro leiras formadas. No segundo mês, outras leiras começam a serem montadas, visto que as primeiras estão no processo de geração de composto, assim sucessivamente até o final do quarto mês, onde teremos um total de 16 leiras. À medida que o processo vai acontecendo, vai gerando a produção do composto. Ao final do quarto mês, o composto que começou a ser produzido no primeiro mês já está pronto e novas leiras são formadas no lugar destas.

Sendo assim, o pátio deverá ter, no mínimo, a área para produção de 16 leiras que serão intercaladas para produção do composto. Desta forma, a área mínima do pátio de compostagem será de 40 m² por leira vezes 16 leiras, totalizando uma área de 640 m². Na hora da montagem das leiras, no pátio de compostagem, deve-se seguir o modelo apresentado. A Figura 16 mostra as dimensões das leiras que devem ser executadas.

Figura 16: Dimensões de uma leira de compostagem



Fonte: Autor (2018)

Rendimento da Compostagem

O rendimento da compostagem é de 1/3 a 1/2 do volume inicial, dependendo do material de origem e da umidade. Sendo assim, uma vez que não se conhece o resíduo, será considerado que o rendimento inicial será de 1/3 do volume (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008). Desta forma, podemos estimar a quantidade de composto gerado por mês na central de compostagem.

Como calculado anteriormente, o volume mensal de resíduo orgânico gerado é da ordem de 140 m³/mês. Considerando um rendimento de 1/3, em relação ao volume

inicial, teremos aproximadamente 45 m³ de composto mensal. De acordo com BARBOSA E GONÇALVES (2013) a densidade média do composto produzido em diferentes processos foi de 850 kg/m³. Sendo assim, serão geradas 38,2 toneladas de composto orgânico por mês. Seguindo orientações NEVES (2007), utilizam-se doses entre 10 a 50 ton/ha (20 a 100 m^3/ha.). Dependendo do tempo de cultivo orgânico e das exigências das culturas. Desta forma, o composto gerado poderá atender uma área entre 0,5 e 3 ha.

5.5.3.3. Estrutura necessária

De acordo com o Manual Orientativo para Compostagem, do Ministério de Meio Ambiente, um pátio de compostagem requer espaço útil para atender a todos os seus requisitos, entre eles: uma área para as leiras; áreas para armazenagem dos materiais ricos em carbono; área para lavação e armazenagem das bombonas; e, ainda, uma área para o período de maturação do composto.

A área deve ser impermeabilizada e possuir um sistema de drenagem do lixiviado, para posterior tratamento ou até mesmo utilização para manter a unidade das leiras. Este mesmo manual orientativo relata que experiências brasileiras com compostagem termofílica em leiras estáticas indicam que, para compostar um volume total de 100 toneladas por mês, é necessária uma área mínima de 1.500m², incluindo uma área de coleta do líquido e barreiras arborizadas nas extremidades.

Sendo assim, para a expectativa de geração seria necessária uma área de 2520 m². Outro ponto importante no caso de São Francisco de Paula, em função do alto índice de umidade e pluviosidade, é que se construa uma área coberta para a maturação das leiras. A Figura 17 apresenta um exemplo de uma planta de compostagem alemã que possui leiras a céu aberto e leiras cobertas, provavelmente em fase de maturação, o galpão coberto ajuda a proteger contra as intempéries.

Figura 17: Pátio de compostagem em larga escala na Alemanha.

Fonte: MMA (2017)

5.5.3.4. Investimentos envolvidos

Para a implementação de uma usina de compostagem, além da área para instalação, são necessários computar os custos de preparação do terreno, construção do galpão para a fase de maturação do composto e maquinário. A movimentação das leiras pode ser realizada de forma manual ou mecanizada. Caso seja realizada de forma mecanizada, é necessário ter um trator e/ou retroescavadeira para o serviço.

Considerando que todo o sistema de gerenciamento de RSU estará concentrado em um único ponto, ou seja, unidades de triagem e separação, compostagem e destinação final, as estruturas podem ser aproveitadas. Deve-se então, acrescentar outro pavilhão apenas com cobertura para o armazenamento do composto para fase final de maturação.

Será considerado um galpão para comportar quatro leiras, com uma área de 80 m² (20 m² por leira). De acordo com o Sinduscon RS, o valor do m² de pavilhão industrial, com referência ao mês 10/2017 é de R$ 748,64. Dessa forma, o custo para construção do pavilhão seria de aproximadamente R$ 60.000,00.

Em uma pesquisa na internet (mercado livre), o valor de uma retroescavadeira, usada, varia entre R$21.000,00 e R$145.000,00, dependendo do ano, modelo e etc.

Entre a construção do pavilhão, aquisição de uma retroescavadeira e demais materiais necessários para a implementação, podemos estimar um custo da ordem de R$200.000,00. Em contrapartida, uma vez que todo o resíduo orgânico coletado será encaminhado á central de compostagem, não haverá custos com transporte e destinação final em aterro sanitário, como o que acontece atualmente.

O valor pago pela prefeitura Municipal de São Francisco de Paula, para transporte e disposição dos RSU no aterro da SIL em Minas do Leão é de é de R$ 165,00 por tonelada transportada e disposta, sendo assim:

- Geração mensal de resíduo orgânico (kg/mês) – 168.450 kg/mês

O que gerará uma economia de R$ 27.720,00 mensais, de forma que a partir do décimo mês a estrutura já terá sido paga, ou seja, o retorno do investimento será de aproximadamente um ano.

5.5.3.5. Benefícios

O tratamento da parcela orgânica do RSU via compostagem, trás uma série de benefícios, como a utilização do composto gerado em paisagismo e floricultura; reflorestamento de áreas degradas; matéria-prima para a fabricação de fertilizantes organo-minerais; recuperação de áreas sujeitas à erosão e de solos esgotados; proteção de taludes e encostas; material de cobertura em áreas de mineração e aterros sanitários, etc.

Afora esses aspectos, que trata da reciclagem da matéria orgânica, pode-se citar outros benefícios ao meio ambiente, como a não utilização de combustíveis fósseis para transporte até aterro além da própria utilização de aterro sanitário.

5.5.4. Rejeito

Rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada;

São duas as possibilidades de disposição adequada para o rejeito do RSU, disposição em aterro sanitário, o qual trata de uma obra de engenharia com todos os cuidados necessários à preservação ambiental. No entanto, nesse processo de disposição, os resíduos levam o tempo natural para se decompor (por exemplo, plástico 100 anos).

Outra possibilidade de disposição adequada é a incineração, a qual pode ser definida como um processo de combustão controlada onde há a decomposição térmica dos resíduos. Neste processo, ocorre a destruição de 90 – 95% do resíduo, restando apenas às cinzas, que são materiais inertes ao processo. O controle da incineração é bastante rigoroso para garantir que não haja contaminação atmosférica.

Hoje o método de disposição empregado pelo município é a disposição em aterro sanitário, de modo que este trabalho apresentará a incineração como método de disposição dos rejeitos.

5.5.4.1. Expectativa de geração

A Tabela 20 mostra a expectativa de crescimento populacional e, consequentemente, a evolução da geração de rejeito, tanto urbano quanto rural. Devido ao fato de a zona rural ser muito extensa e ficar a uma distância considerável da sede do município, serão propostas alternativas separadas para zona urbana e para zona rural, podendo, caso seja viável economicamente, ser replicada nessas áreas.

Tabela 20: Expectativa de geração de Rejeitos

Ano	População Urbana (hab)	População Rural (hab)	Geração per capita de resíduos sólidos (kg/hab/dia)	Rejeito (kg/d)	
				Urbano	Rural
2011	13.080	7.538	0,887	2.088	1.204
2015	13.388	7.555	0,77	1.856	1.047
2020	13.784	7.565	0,765	1.898	1.042
2025	14.192	7.563	0,76	1.941	1.035
2030	14.611	7.550	0,755	1.986	1.026
2034	14.956	7.530	0,751	2.022	1.018
Média	**13.998**	**7.554**	**0,7723**	**1.944**	**1.050**

Fonte: Autor (2018)

Para fins de dimensionamento, foram considerados os resultados médios de população, geração anual de resíduo percapita e geração diária de resíduo na zona urbana.

Dessa forma, os parâmetros utilizados para dimensionamento do sistema serão:

- População média de 13.998 habitantes zona urbana
- Geração percapita de resíduo sólido (kg/hab/d) – 0,7723
- Geração percapita de rejeito (kg/hab/d) – 0,139
- Produção diária de rejeito (kg/d) – 1.944 kg/d

5.5.4.2. Dimensionamento do sistema de Incineração

Os sistemas de incineração são compostos de três partes distintas:

Incinerador propriamente dito, onde ocorre a destruição do resíduo. A combustão ocorre a altas temperaturas a fim de garantir que todos os poluentes persistentes sejam destruídos, bem como ocorra a destruição de dioxinas e furanos, possíveis de serem formadas uma vez que o resíduo possui cloro na sua composição. Como produto da combustão, tem uma fração de inertes (cinzas) que corresponde de 3 a 5% do resíduo alimentado e outra fração gasosa, composta basicamente por CO_2, Vapor de água, particulado e gases ácidos de enxofre, cloro, etc., dependendo da composição elementar do resíduo.

A segunda etapa do processo consiste no tratamento dos gases, de modo que o gás efluente na chaminé esteja em condições adequadas. O tratamento de gases envolve uma etapa de resfriamento, remoção de particulado, neutralização e exaustão.

A terceira etapa refere-se ao monitoramento contínuo dos gases da chaminé. Nesta etapa, são monitorados dois parâmetros de fundamental importância: Concentração de Monóxido de carbono, que mostra a extensão das reações de combustão, visto que na combustão completa, temos a formação de CO_2 e água. O monóxido de carbono (CO) é formado quando a reação não é completa, desta forma, quanto maior for à concentração de CO, menos eficiente é o processo. Outro parâmetro importante é a concentração de Oxigênio (O_2), visto que ele pode mostrar se há ou não diluição dos gases, por exemplo, no caso de injetar um excesso de ar após a combustão, aumenta a vazão dos gases, fazendo com que as concentrações dos poluentes pareçam menores. De acordo com a Resolução CONAMA 316/2002, a concentração dos poluentes na chaminé deve ser medida a 7% de Oxigênio. Uma vez que a concentração seja maior que 7%, devem-se corrigir as concentrações ao percentual de oxigênio medido.

Para o correto dimensionamento do sistema de incineração, é necessário conhecer: a quantidade de resíduo a ser incinerado; a composição elementar e o poder

calorífico do mesmo. A quantidade de resíduo é, em média, 1944 kg/dia de rejeito conforme mostra a Tabela 20. Considerando 200 kg/h operando 10 horas por dia. Outra informação importante é a composição elementar do resíduo, pois a partir dela pode-se determinar o poder calorífico do resíduo e estimar os poluentes e as concentrações esperadas. Segundo Rossi (2014) o Poder Calorífico Inferior (PCI) do RSU é da ordem de 2700 kcal/kg.

5.5.4.3. Estrutura necessária

Existem várias empresas no Brasil que trabalham com a fabricação de sistemas de incineração. No Rio Grande do Sul, na cidade de Alvorada, situa-se a empresa de maior renome no que diz respeito à incineração de resíduos de serviço de saúde. A empresa trabalha com equipamentos com capacidade entre 50 kg/h e 1000 kg/h, dependendo do poder calorífico do resíduo.

De acordo com as informações obtidas, para atender a demanda de resíduo gerado no Município seria necessário um equipamento com capacidade de 200 kg/h trabalhando em um regime de 10 horas diárias. Caso haja um incremento na quantidade de resíduo gerado, pode-se estender o horário de operação, respeitando-se as manutenções do equipamento. Em termos de geração de energia, o sistema pode fornecer energia na forma de ar quente, que pode ser utilizado para manter aquecido o local de trabalho ou através do fornecimento de água quente, também possível de alimentar o prédio do sistema. A geração de energia elétrica não é economicamente viável para essa capacidade.

Para a implantação do sistema de incineração são necessárias as seguintes estruturas: pavilhão para instalação do sistema; rede de combustível auxiliar (óleo diesel ou GLP para início do processo); água para o processo de tratamento de efluentes; reagentes para neutralização (NaOH) dos gases.

O equipamento ocupa uma área de aproximadamente de 10 x 15 m, já contando a área de circulação e manutenção. A Figura 18 mostra o sistema de incineração instalado no estado de São Paulo.

Figura 18: Incinerador Luftech

Fonte: site Luftech (acessado em 03/12/2017)

5.5.4.4. Investimento inicial

Para a instalação de um sistema de incineração, têm-se alguns custos envolvidos, entre eles pode-se citar o investimento de aquisição do equipamento; o investimento para a fabricação do pavilhão além dos custos de operação que englobam os insumos necessários (água, energia, peças de reposição) e custos com pessoal.

Custo de aquisição: de acordo com informações da empresa, para um equipamento de 200 kg/h é da ordem de R$1.200.000,00. O pavilhão para instalação do equipamento deve ter, aproximadamente, 200 m² (contando área de instalação e armazenamento de resíduos). De acordo com o Sinduscon RS, o valor do m² de

pavilhão industrial, com referência ao mês 10/2017 é de R$ 748,64. Dessa forma, o custo para construção do pavilhão será de aproximadamente R$ 150.000,00.

Também de acordo com informações da empresa, o custo operacional é da ordem de R$0,45 por kg de resíduo (considerando insumos e mão de obra), o que totalizaria um custo mensal de R$18.000,00. Cabe ressaltar que este equipamento é capaz de incinerar outros tipos de resíduos, como resíduo de serviço de saúde, resíduos industriais, etc., de forma que poderia dar um incremento na receita bruta atendendo outros geradores de resíduos, como hospitalares e resíduos que possuem logística reversa, tais como embalagens de agrotóxicos, embalagens de óleo combustível, resíduos de postos de combustíveis etc.

Resumidamente, para implantação de um sistema de incineração para tratamento do rejeito proveniente da coleta de RSU do Município, seria:

- Custo de implantação: Equipamento + pavilhão: R$ 1.350.000,00
- Custo mensal operação: R$ 18.000,00

Uma vez implantado o tratamento final do rejeito pelo processo de incineração, seriam deixados de transportar e dispor, em aterro sanitário, cerca de 40 toneladas mensais de rejeito. Atualmente, essa disposição custa à prefeitura aproximadamente, R$ 6.600,00.

5.5.4.5. Orçamento e viabilidade de implantação

Se considerar isoladamente a questão da disposição do rejeito coletado no Município, o custo fica inviável, visto que somente o custo de operação do sistema (aproximadamente R$18.000,00) é bastante superior ao custo praticado hoje com a disposição do resíduo (rejeito) em aterro sanitário, que é da ordem de R$6.600,00 mensais.

No entanto, algumas medidas podem ser tomadas para que o investimento seja mais atrativo. De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil no ano de

2015 (ABRELPE), a geração percapita de resíduo do serviço de saúde é de 1,27 kg/hab./ano. Isso representa, para a cidade de São Francisco de Paula, uma geração de aproximadamente 27.400 kg de resíduo de serviço de saúde por ano ou, 2280 kg/mês.

Hoje, no Rio Grande do Sul, os métodos de disposição de RSS aplicados são a Incineração e a Autoclave. O custo dessa destinação é de aproximadamente R$2,50 por kg de resíduo (segundo fornecedor de serviço de incineração localizado em Caxias do Sul). Uma vez que a unidade a ser instalada também pode fazer o tratamento deste tipo de resíduo, trazendo esse gerenciamento para o município, poderia gerar uma receita adicional de R$5.700,00, sem comprometer a capacidade do sistema.

Outra possibilidade seria a implantação de um consórcio dos municípios para gerenciamento dos resíduos do serviço de saúde. Se considerarmos apenas os municípios, que integram o COREDE Região das Hortênsias (Cambará do Sul, Canela, Gramado, Jaquirana, Nova Petrópolis, Picada Café e São Francisco de Paula) a população total em 2016 (FEE 2017) é de 140.085 habitantes, com potencial de geração de aproximadamente 178.000 kg de RSS por ano, ou aproximadamente 15.000 kg de RSS por mês. Esse resíduo daria um incremento de 500 kg/d de resíduo a ser incinerado, o que não impactaria significativamente no desempenho do incinerador.

Um possível consórcio para o gerenciamento do resíduo poderia representar um incremento de aproximadamente R$ 37.000,00 mensais. Considerando esse incremento de receita e o custo de disposição do rejeito que, atualmente está na ordem de R$ 6.600,00, o “pay-back” do investimento seria de menos de cinco anos, o que tornaria o investimento mais atrativo.

No entanto, a análise não deve ser apenas pelo viés econômico, devendo-se pensar também nas questões ambientais e nas questões sociais. As questões que envolvem aterro são bastante complicadas, embora as estruturas sejam seguras para a destinação dos resíduos, não se tem uma destruição imediata do resíduo, levando centenas e até milhares de anos para se decompor, afora essas questões, também deve-se levar em conta os danos causados ao meio ambiente pela queima de combustíveis fósseis para o transporte desses resíduos, visto que a realidade brasileira

ainda é de equipamentos de transporte movidos à combustíveis fósseis que além de não ser uma fonte renovável, causam diversos problemas de poluição atmosférica.

Cabe ressaltar que, embora haja certa ressalva em termos de incineração de RSU, pois muitas pessoas acreditam que o fato de incinerar os resíduos tirará o “emprego” dos catadores e famílias envolvidas com a coleta seletiva. Essa preocupação é um mito, visto que, conforme apresentado neste trabalho, trata-se apenas de uma pequena parcela do rejeito, ou seja, parcela de resíduo que não tem mais nenhuma possibilidade de reciclagem ou reutilização e resíduo do serviço de saúde que, por suas características patogênicas, não se prestam a reutilização/reciclagem. Com essa medida, evita-se que esse rejeito acabe em lixões, como por exemplo, o que possui no Parque da Ronda, em São Francisco de Paula, levando muitas pessoas a viver em condições sub-humanas.

De acordo com publicação do Senado Federal, existem atualmente, a níveis mundiais, cerca de 1,5 mil usinas térmicas, que queimam o RSU para gerar energia ou calor em 35 países. O Japão, o bloco europeu, a China e os Estados Unidos lideram o ranking. As usinas reduzem a cerca de 10% o volume do RSU que entra, transformado em cinzas que podem ser aproveitadas como base de asfalto ou na construção civil. Neste, produzem energia elétrica, vapor, água gelada e combustível. A tecnologia de queima ideal, que reduz a um mínimo os impactos ambientais, é cara e o custo do megawatt-hora produzido é bem superior a outras fontes convencionais. Já a compostagem tem sido incentivada principalmente na Europa Ocidental (SENADO FEDERAL, 2017).

5.6. SINTESE DOS RESULTADOS

O projeto apresentou soluções de engenharia para o pleno atendimento à PNRS. Desta forma a

Tabela **21** apresenta a síntese dos resultados encontrados para cada uma das alternativas propostas. Caso o projeto seja implantado em uma única etapa, o retorno do investimento total será de aproximadamente R$ 2.632.543,00. Se confrontarmos com o custo anual praticado pela prefeitura, de aproximadamente R$ 554.400,00 o

retorno do investimento se dará em 4,74 anos, tempo este muito baixo se comparado com o alcance do projeto que é de 20 anos.

Tabela 21: Síntese dos resultados encontrados

RECICLÁVEL	ORGÂNICO	REJEITO
• Construção Usina Triagem • Processamento 3.400 kg/d • Possibilidade de geração de cerca de 29 empregos • Custo implantação R$1.082.543,00 • Economia com transporte e destinação - R$ 142.560,00 anuais • Payback cerca de 8 anos • Geração renda venda composto	• Tratamento via compostagem • 5.618 kg/d resíduo orgânico por dia • 38,7 T/mês de composto • Composto utilizado em praças do municípios • Custo de implantação ~R$200.000,00 • Economia com transporte e destinação em aterro – R$27.720,00 • Payback – inferior 1 ano	• Disposição em aterro adequada e mais vantajoso economicamente • Incineração é alternativa • 2000 kg/d • Incinerador com capacidade de 200 kg/h • Custo de implantação R$1.350.000,00 • Custo de operação R$18.000,00 • Redução de custo com transporte e destinação – R$6.600,00 • Possibilidade de tratar RSS da região • Aumento da receita em R$ 37.000,00 mensais • Payback 4,5 anos

Fonte: Autor (2018)

6. CONCLUSÃO

O Município de São Francisco de Paula não está respeitando o que preconiza a PNRS, ou seja, o correto gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos. Possui um contrato com uma empresa terceirizada que faz a coleta e a destinação final, de todo o resíduo coletado, em aterro sanitário, situado a cerca de 300 km do município. Para esse serviço o município paga mensalmente aproximadamente R$ 111.600,00 (R$ 1.399.200,00 anuais) para a coleta e destinação de aproximadamente 300 toneladas mês de resíduo, resultando em um gasto médio de R$ 5,32/habitante/mês, valor este que é aproximadamente 80% inferior a media nacional. Desta forma, seria importante que o município revisse a cobrança referente à taxa de lixo, normalmente veiculada ao IPTU, corrigindo essa discrepância para prestar um serviço de maior qualidade aos munícipes, além de melhorar a qualidade ambiental e a saúde pública garantindo o atendimento à PNRS e, com isso, se credenciando ao recebimento de verbas federais para o setor.

Para o correto gerenciamento do resíduo reciclável, propôs-se como alternativa a construção de uma central de triagem com capacidade de processamento de 3.400 kg/d gerando, para correta operação do sistema, aproximadamente 29 empregos (funcionários, cooperativa de catadores, etc.). O custo para a implantação deste sistema será de aproximadamente R$1.082.543,00 e geraria uma economia com a destinação dos resíduos de aproximadamente R$ 142.560,00 anuais. Além disso, deve-se computar a possibilidade de ganhos com a venda dos materiais recicláveis, que poderá ser utilizado para pagamento dos funcionários envolvidos no processo. Essa venda geraria, na pior das hipóteses, onde a segregação do material não for a mais rentável, um valor mensal aproximado de R$ 13.200,00.

Em se tratando de resíduo orgânico, a maneira adequada de tratamento se dará via compostagem e posterior produção de um composto orgânico que poderá ser aplicado, por exemplo, nas praças do município. A geração de resíduo orgânico no município é de 5.618 kg/d. O custo total para implantação desta alternativa é de

aproximadamente R$ 200.000,00 e a economia com a destinação dos resíduos orgânicos é da ordem de R$ 27.720,00 mensais de forma que o pay-back seria de menos de um ano.

Em se tratando do rejeito, a alternativa apresentada foi a de incineração. A capacidade de geração de rejeito é de cerca de 1950 kg/d. Devido à complexidade dos incineradores, os custos de instalação são bastante elevados, além dos custos operacionais (insumos, manutenções e mão de obra). Para atender a demanda do município, seria necessário um equipamento com capacidade de 200 kg/h, onde o custo de instalação (equipamento + pavilhão) é de aproximadamente R$1.350.000,00 além de um custo operacional de R$18.000,00 mensais. A instalação deste equipamento geraria uma redução de custo de destinação de aproximadamente R$ 6.600,00 mensais, o que não pagaria nem o custo operacional. No entanto, o sistema de incineração é capaz de tratar, além do rejeito, Resíduos do Serviço de Saúde (RSS), de modo que uma alternativa para a viabilidade do sistema poderia ser a de um consórcio de municípios integrantes do COREDE das Hortênsias, ao qual pertence o município de São Francisco de Paula, para o tratamento dos seus RSS nesta unidade. Isto poderia gerar uma receita adicional de R$ 37.000,00, o que traria um retorno no investimento de aproximadamente 4,5 anos.

No entanto é importante ressaltar que a destinação do rejeito em aterro sanitário, como o que ocorre hoje, é uma destinação adequada, podendo esta ser mantida. No entanto, é crucial que o município comece a pensar, urgentemente, na implementação de processos de triagem/reciclagem e compostagem. Caso opte-se por começar com esses dois tipos de tratamentos e disposição final os custos totais seriam de R$1.282.543,28 reais o que geraria uma economia com destinação destes resíduos de R$ 475.200,00 anuais, de forma que o retorno do investimento seria de menos de três anos.

O Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA) e o Fundo Socioambiental (FSA) da Caixa lançaram edital (setembro 2017) de apoio a projetos de compostagem em municípios ou consórcios públicos intermunicipais que atuem na gestão de resíduos sólidos. No total, serão R$ 10 milhões para projetos no valor mínimo R$ 500 mil e

máximo de até R$ 1 milhão. De forma que se o município possuir os projetos, pode se credenciar a esses editais para subsidiar a implantação desses sistemas.

Como recomendação, sugere-se que a prefeitura se responsabilize pela implantação destes sistemas, podendo, criar uma estrutura municipal, como o caso do DMLU em Porto Alegre ou terceirizar a operação. Sendo dona das estruturas poderá exigir nas licitações para prestação dos serviços que seja executado o correto gerenciamento, podendo, inclusive, exigir a contratação de funcionários locais para a operação dos sistemas.

Desta forma, além do atendimento aos objetivos específicos do trabalho podemos concluir que também atingiu os objetivos do programa do Mestrado em Ambiente e Sustentabilidade, visto que as proposições compreendem soluções de caráter social, propondo inclusão da população no processo como um todo, mais especificamente no tocante à geração de empregos; as questões ambientais estão explicitadas nas propostas para gestão do RSU, visando o reuso/reciclagem, tanto de resíduo seco quanto úmido, diminuindo impactos diretos com transporte/descarte e, no âmbito econômico, propostas viáveis de implantação, com retorno financeiro em curto/médio prazo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, Arlene Janissara de Oliveira. **Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos e caracterização química do solo da área de disposição final do município de Cáceres-MT.** 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade do Estado do Mato Grosso, Cáceres, 2010.

AMARAL, D., L., G., ITOKAZU, G. K, CAMPOS, M. C., SOUZA FILHO, W. S. COLETA DE LIXO RECICLÁVEL NO CAMPUS DA UNICAMP – CAMPNAS. Revista Ciência do Ambiente On-Line. Julho 2011, Volume 7, Número 2.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; **Compostagem**, NBR–13591:996, Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; **Classificação de Resíduos Sólidos**, NBR–10004, Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PUBLICA E RESIDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2003**. São Paulo, 2003. 64p. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2003.pdf> . Acesso em: 15 jan 2017.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PUBLICA E RESIDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2005**. São Paulo, 2005. 157p. Disponível em: < http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2005.pdf > . Acesso em: 15 jan 2017.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PUBLICA E RESIDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2007**. São

Paulo, 2007. 183p. Disponível em: < http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2007.pdf > . Acesso em: 15 jan 2017.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PUBLICA E RESIDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2008**. São Paulo, 2008. 196p. Disponível em: < http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2008.pdf > . Acesso em: 15 jan 2017.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PUBLICA E RESIDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2009**. São Paulo, 2009. 210p. Disponível em: < http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2009.pdf > . Acesso em: 15 jan 2017.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PUBLICA E RESIDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2010**. São Paulo, 2010. 202p. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2010.pdf > . Acesso em: 15 jan. 2017.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PUBLICA E RESIDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2011**. São Paulo, 2011. 1862p. Disponível em: < http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2011.pdf > . Acesso em: 15 jan. 2017.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PUBLICA E RESIDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2012**. São Paulo, 2012. 116p. Disponível em: < http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2012.pdf > . Acesso em: 15 jan. 2017.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PUBLICA E RESIDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2013**. São

Paulo, 2013. 114p. Disponível em: < http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2013.pdf > . Acesso em: 15 jan. 2017.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PUBLICA E RESIDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2014**. São Paulo, 2014. 120p. Disponível em: < http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf > . Acesso em: 15 jan. 2017.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PUBLICA E RESIDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2015**. São Paulo, 2015. 92p. Disponível em: < http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf > . Acesso em: 15 jan. 2017.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PUBLICA E RESIDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2016**. São Paulo, 2016. 4p. Disponível em: < http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf > . Acesso em: 15 jan. 2017.

ARAÚJO, M. C. B.; COSTA, M. F. Lixo no ambiente marinho. **Ciência Hoje**, [s. l.], v. 32, n. 191, p. 64–67, 2003. Disponível em: <http://www.globalgarbage.org/lixo_no_ambiente_marinho.pdf%5Cnhttp://artigocientifico.tebas.kinghost.net/uploads/artc_1151246820_25.pdf>

BANCO MUNDIAL. **Urban development series:** knowledge papers. 2012. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17388>. Acesso em: 12 dez. 2016.

BENJAMIN, A.H.V., Dano ambiental: prevenção, reparação e repressão. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1993, p. 147-151.

BARBOSA, R. P & IBRAHIN, F., I, D – Resíduos Sólidos: impactos, manejo e gestão ambiental. 1° ed. – São Paulo: Érica, 2014.

BARBOSA, B. P; GONÇALVES, S. L. S **Desenvolvimento metodológico para compostagem de lixo orgânico doméstico.** In: XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, (2013). SC

BARRETO, E. V.;MELO, E. S. R. L.; PAIVA, G. F. A. V. **Análise da Composição de Resíduos Sólidos Urbanos como Instrumento de Gestão em Política de Saneamento.** In.: VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2015, Porto Alegre,

BIDONE, F. R A.; POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos: EESC/IUSP, 1999.

BRASIL. Lei 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Acessado em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm em 06/01/2016

BRASIL, Lei 12305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Acessada em http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636 em 06/01/2016.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **A Problemática "Resíduos Sólidos".** 2017. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos/contextos-e-principais-aspectos> Acesso em: 10/11/2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos: manual de orientação** . Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo, Serviço Social do Comércio. -- Brasília, DF: MMA, 2017.

CAMPELLO, R. P. **Análise da emissão de poluentes atmosféricos, via teste de queima, para incineração de resíduos de saúde, com vistas a liberação da licença de operação**. In: 7°FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 2016 Porto Alegre

CARVALHO, J. L. V.; JESUS, S. C.; PORTELLA, R. B.. **Compoisção Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Domiciliates e Comerciais do Centro da Cidade de Barrerias - Bahia**. Revista Pesquisa Urbana, [s. l.], v. 13, n. 3, p. 1–23, 2013.

CHAGAS DA SILVA, M.; SANTOS, G. O. **Densidade Aparente De Resíduos Sólidos Recém Coletados.** V Connepi, [s. l.], n. 1, p. 5, 2010. Disponível em: <http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/167/157 %5Cnpapers3://publication/uuid/48AF6545-7908-49DA-A141-D6C65D571BA5>

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. 2002. Resolução n° 316/2002.

COSTA, L. E. B,; COSTA, S. K.; REGO, N. A. C.; SILVA JUNIOR, M. F. **Gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos domiciliares e perfil socioeconômico no munícipio de Salinas, MG**. Revista Íbero-Americana de Ciências Ambientais, [s. l.], n. 79, p. 73–90, 2012.

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA - PMPA. Disponível em:< < http://www2.portoalegre.rs.gov.br/dmlu/default.php?p_secao=114> acessada em 09/10/2016

ECYCLE. **Suécia decide importar lixo para suprir demanda energética de usinas de incineração**. Disponível em < https://www.ecycle.com.br/component/content/article/38-no-mundo/1137-suecia-decide-importar-lixo-para-suprir-demanda-energetica.html>. Acesso em 12/12/2017.

EIGENHEER, E. M. **A História do Lixo: a limpeza urbana através dos tempos**. [s. l.], p. 144, 2009. Disponível em: <http://www.lixoeeducacao.uerj.br/imagens/pdf/ahistoriadolixo.pdf>

FACEBOOK. Prefeitura Municipal de São Francisco de Paula. Disponível em: <https://www.facebook.com/prefeiturasaofranciscodepaula/photos/a.1635410103432015.1073741829.1632316900408002/1753118698327821/?type=3&theater>) acessado em 03/01/2017

GUADAGNIN, M. R.;OENING, A. S.; LIMA, B. B.; DAL PONT, C. B.; VALVASSORI, M. Z. **Estudo de Composião Gravimétrica dos resíduos Sólidos Urbanos em município do Sul Catrinense.** In: IX Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, 2014, Porto Alegre.

Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Município de Novo Hamburgo/ RS - Brasil. In: 10° SImpósio Internacional de Qualidade Ambiental, Porto Alegre, 2016.

HOORNWEG, D.; BHADA-TATA, P.. **What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management.** Urban Development Series; knowledge papers no.15, World Bank, [s. l.], p. 116, 2012. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17388%0Ahttp://hdl.handle.net/10986/17388>

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos**. Disponível em: <

http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009_relatorio_residuos_solidos_urbanos.pdf>. Acesso em 18/09/2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo Demográfico 1950/2010. Disponível em: <http://ava.mma.gov.br/pluginfile.php/109834/course/summary/Planilha%20de%20Cálculo%20para%20Estimativa%20Populacional.xls> acesso em: 10/01/2017

LIMA, GFCA. **O gerenciamento de resíduos sólidos urbanos em Rio Pomba–MG na visão de atores sociais que participaram do processo.** [s. l.], 2014. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/4421/5/Tese - Geraldo Francisco Corrêa Alves de Lima - 2014.pdf>

LUFTECH SOLUÇÕES AMBIENTAIS EIRELE. www.luftech.com.br

LUSCOMBE, D.; BRASIL, G. Dioxinas e Furanos. **Greenpeace.Org.Br**, [s. l.], p. 1–2, 2004. Disponível em: <http://www.greenpeace.org.br/toxicos/pdf/dioxina.doc>. Acesso em 10/12/2017

MACHADO, Gleyson B. **Plano nacional de resíduos Sólidos**. 2013. disponível em: <http://www.portalresiduossolidos.com/plano-nacional-de-residuos-solidos/>. Acesso em:15/08/2016

MERCADO LIVRE. **Orçamento retroescavadeira**. Disponível em: <(https://veiculos.mercadolivre.com.br/venda-retroescavadeira-rio-grande-do-sul. Acesso em 02/12/2017.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. Norma regulamentadora – **NR 24 - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho**. Disponível em < http://www.trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR24.pdf. Acresso em 15/11/2017

MÓL, Márcio José Ladeira. **Situação dos Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Teixeiras – MG Situação dos Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Teixeiras – MG**. [s.l: s.n.].

NEVES, I. P. **Dossiê Técnico - Compostagem**. Rede Tecnológica da Bahia - RETEC/IEL-BA. 2007.

OLIVEIRA, Emídio; SARTORI, Raul; GARCEZ, Tiago. Compostagem. **Trabalho de Disciplina**, [s. l.], p. 19, 2008. [

PINTO, T.P.; GONZALES, J. L. R. **Elementos para a Organização da Coleta Seletiva e Projeto dos Galpões de Triagem** Ministério das Cidades e Ministério do Meio Ambiente, 2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PELOTAS. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS)**. 2014.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO FRANCISCO DE PAULA. **Plano Municipal de Saneamento Básico**, Rev. 0, 2014. Consórcio Pró-Sinos. Congremat engenharia.

RIO GRANDE DO SUL. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos no Rio Grande do Sul.**, 2015. Disponível em: <http://www.pers.rs.gov.br/noticias/arq/ENGB-SEMA-PERS-RS-40-Final-rev01.pdf> Acesso em: 18/05/2017

RIO GRANDE DO SUL, Fundação de Economia e Estatística – FEE/RS. **Dados estatísticos Corede Hortênsias**. Disponível em: < https://www.fee.rs.gov.br/perfil-socioeconomico/coredes/detalhe/?corede=Hort%EAnsias> acesso em 03/12/2017

SENADO FEDERAL. **Em Discussão**, Revista do Senado Federal. ano 5, número 22, 2014. Brasilia, DF. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/emdiscussao/edicoes/residuos-solidos/@@images/arquivo_pdf/>. Acesso em 12/12/2017

SILVA, T. W. V. **Termo de Referência: Elaboração dos projetos de engenharia e estudos ambientais de obras de infra-estrutura para o gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos, na forma de consórcios públicos, na bacia hidrográfica do rio São Francisco. Ministério da Integração Nacional. CODEVASF. 2013.**

SIQUEIRA, H. E.; SOUZA, A. D.; BARRETO, A. C.; ABDALA, V. L. . **Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos na cidade de Nova Ponte MG**. **Revista DAE**, [s. l.], v. 64, n. 202, p. 39–52, 2016. Disponível em: <http://doi.editoracubo.com.br/10.4322/dae.2015.010>

SOUSA, R. F,. **Experiências em campo com gravimetria de resíduos sólidos domésticos com base no ipvs (índice paulista de vulnerabilidade social)**. Disponível em <http://www.abes-sp.org.br/arquivos/apresentacao_gavimetria.pdf >. Acessdo em 12/09/2017.

WANGEN, D.; FREITAS, I. **Compostagem Doméstica : alternativa de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos**. **Revista Brasileira de Agroecologia**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 81–88, 2010.

WASTE ATLAS. **Waste Atlas 2013 Report**. Disponível em: <http://www.atlas.d-waste.com/> Acesso em: 12/12/2017

ANEXOS

ANEXO A – Minuta Contrato Prefeitura Municipal São Francisco de Paula e Empresa Sollaris Limpeza urbana EIRELE ME

MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DE PAULA
Estado do Rio Grande do Sul

TERMO ADITIVO DE RETIFICAÇÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO CONTRATO DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇO Nº 059/2017

Consolidação do contrato de prestação de serviços com dispensa de licitação, processo nº 031/2017 amparado no art. 24 inciso II, da Lei Federal nº 8.666/93.

As partes qualificadas no contrato n° 059/2017, o **Município de São Francisco de Paula**, inscrito no CNPJ sob nº 88.756.879/0001-47, com sede na Av. Júlio de Castilhos, nº 444, Centro, na cidade de São Francisco de Paula/RS, neste ato representado pelo Prefeito Municipal, Marcos André Aguzzolli, brasileiro, casado, CPF sob nº 447.592.310-72, aqui denominado **CONTRATANTE**, e, de outro lado, **SOLLARIS LIMPEZA URBANA – EIRELI ME,** pessoa jurídica de direito privado, CNPJ 25.141.742/0001-68, localizada na Rua Doutor Galdino Nunes Vieira, n.º 390, bairro Jardim Sabara, Porto Alegre/RS, neste ato representada pelo seu Presidente, Anderson Oliveira da Silva, brasileiro, casado, CPF nº 818.646.710-68, RG 6075363306, residente e domiciliado na rua Doutor Galdino Nunes Vieira, n.º390, casa 20, bairro Jardim Itu, Sabará, Porto Alegre/RS, ora denominada CONTRATADA, resolvem consolidar o referido contrato com retificação e complementação, conforme segue:

CLÁUSULA I – DO OBJETO E DA FISCALIZAÇÃO

1.1. O objeto do presente contrato consiste na prestação dos SERVIÇOS DE RECOLHIMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E RURAIS – RSU - gerados no Município de São Francisco de Paula, compreendendo:

Item a) Coleta dos Resíduos sólidos urbanos e rurais;

Item b) Transportes e destinação final dos resíduos;

§1°- O montante dos resíduos sólidos a serem recolhidos fica estimado em 300 toneladas/mês;

§2º- Cada carga de resíduos sólidos recolhidos deverá ser pesada na balança instalada na empresa Rauber Madeiras LTDA, situada na RS 020, distrito industrial;

§3º- É de responsabilidade da contratada, o pagamento do custo das pesagens;

§4º- Ao final de cada mês, para efeito de pagamento do montante de resíduos recolhidos e dos resíduos destinados ao aterro final, a contratada deverá juntar os comprovantes das pesagens diárias referentes a cada veículo utilizado na coleta, bem como juntar os comprovantes das pesagens referentes aos rejeitos destinados ao aterro final; e será pago o total referente às toneladas efetivamente coletadas e referente às toneladas efetivamente entregues no destino final.

1.2. Para a fiscalização de todos os serviços objeto do presente contrato, são designados os seguintes fiscais:

a) Evaldo Lopes dos Reis – Gestor do contrato;
b) Antônio Carlos Machado de Matos – Fiscal Administrativo
c) Airton Sparemberger Nunes – Fiscal Técnico

CLÁUSULA II – DA EXECUÇÃO

2.1. O objeto do presente contrato deverá ser cumprido de segunda à sábado no horário compreendido entre as 07:00 horas da manhã e 22:00 horas, na zona urbana.

2.2. Na zona rural, o recolhimento deverá ser efetuado uma vez por semana.

2.3. O contratado deverá utilizar 3 (três) veículos no recolhimento dos resíduos sólidos, com compactadores.

2.4. A contratada deverá manter equipe de funcionários compatível com os serviços a serem executados, devidamente capacitados para a tarefa e com os instrumentos de proteção.

2.5. Ocorrendo circunstancias imprevistas durante a execução dos serviços que obriguem a contratada a admitir pessoas físicas ou contratar pessoas jurídicas ou equipamentos para prestar os serviços inatendidos, todo e qualquer encargo e responsabilidade decorrente de ajustes será exclusiva da contratada, assegurado ao contratante o direito de fiscalizar a prestação desses serviços.

CLÁUSULA III- DO PREÇO

3.1. O CONTRATANTE pagará à CONTRATADA o valor mensal calculado sobre o peso dos resíduos coletados à razão de R$ 207,00 (duzentos e sete reais) à tonelada de resíduos e R$ 165,00 (cento e sessenta e cinco reais) o valor da tonelada transportada de rejeitos até a destinação final, referente aos serviços descritos nos itens 1.1 "a" e "b".

3.2. No preço ajustado estão incluídos todos e quaisquer encargos trabalhistas e previdenciários, assumindo a CONTRATADA a mais ampla responsabilidade no que concerne à mão de obra, inclusive Seguro de Acidente de Trabalho.

3.3. A inadimplência da contratada com relação aos encargos sociais, trabalhistas, fiscais e comerciais ou indenizações, não transfere ao contratante a responsabilidade por seu pagamento, nem poderá onerar o objeto contratado, de acordo com o art. 71, parágrafo 1º, da Lei Federal nº 8.666/93.

CLÁUSULA IV – DA FORMA DE PAGAMENTO

4.1. O pagamento será efetuado mensalmente, mediante depósito na conta corrente da contratada, nº _____, do Banco ... , agência ... até o décimo dia do mês subsequente ao da prestação dos serviços, condicionado à apresentação da respectiva planilha de medição, da nota fiscal de prestação de serviço , comprovantes das pesagens diárias e mais:
a) Guia do GFIP (guia de recolhimento do FGTS e informações à Previdência Social);
b) cópia das CTPS (Carteiras de Trabalho e Previdência Social) dos respectivos empregados com os contratos de trabalho devidamente anotados, exames médicos admissionais e demissionais, se for o caso;
c) o comprovante de fornecimento de EPIs aos trabalhadores;
d) relação dos empregados com as respectivas funções, juntamente com os respectivos pisos salariais de cada categoria, bem como declaração mensal do FGTS;
e) cópia do registro de ocorrências relatadas pelo fiscal do contrato, em conformidade com o Decreto Municipal nº 1547 de 29 de junho de 2017, que regulamenta a gestão e a fiscalização das contratações da administração, bem como declaração do fiscal de que todas as normas regulamentadoras de saúde e segurança do trabalho ditadas pelo Ministério do Trabalho e Emprego foram atendidas;
4.2. A Administração efetuará, por ocasião do pagamento mensal, a retenção previdenciária, no percentual de 11% (onze por cento), nos termos do art. 31, da Lei nº 8.212/91, e mais os percentuais adicionais, quando for o caso, excetuadas as empresas enquadradas no art. 274-C da IN MPS 03/2005.

CLÁUSULA V – DO VIGÊNCIA E DO REAJUSTE

5.1. Este contrato vigorará pelo período de 180 (cento e oitenta) dias a contar desta data ou até a celebração do contrato decorrente da licitação já instaurada para a coleta de resíduos sólidos.
5.2. Se decorrerem mais de 12 (doze) meses de vigência deste contrato, será facultado às partes promover reajuste do valor global, com base no índice do IGPM- FGV, do período.

CLÁUSULA VI – DO REEQUILIBRIO FINANCEIRO

Ocorrendo desequilíbrio financeiro incidente nos itens que compõem a prestação dos serviços contratados, será facultado o reequilíbrio mediante comprovação, pela contratada.

CLÁUSULA VII- DA DOTAÇÃO ORÇAMENTÁRIA

As despesas resultantes do presente contrato correrão por conta da seguinte dotação orçamentária vigente e, em caso de renovação, a rubrica equivalente deverá ser prevista nos respectivos orçamentos : SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS - Rubrica – 64 – 3390.39.00.00.

CLÁUSULA VIII– DAS OBRIGAÇÕES E DOS DIREITOS

8.1. **<u>São obrigações da CONTRATADA:</u>**

a) Observar os direitos de todos os trabalhadores/empregados utilizados na prestação dos serviços, os quais deverão estar segurados contra riscos de acidentes de trabalho, cuidando das prescrições das Leis Trabalhistas e Previdenciárias, as Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho, demais regulamentos e portarias, ficando a Contratada como única e exclusiva responsável por todas as infrações em que incorrer;
b) Manter durante toda a execução deste contrato, em compatibilidade com as obrigações ora assumidas, todas as condições da habilitação e qualificação apresentadas;
c) Apresentar mensalmente CND do FGTS e INSS;
d) Responder e se responsabilizar por quaisquer danos pessoais ou materiais causados durante a execução dos serviços, a terceiros ou ao patrimônio público;
e) Arcar com os custos necessários para a prestação de serviço, tais como salários materiais, encargos sociais e trabalhistas, impostos, taxas, veículos, equipamentos, máquinas, instalações, combustíveis, licenciamentos;
f) Efetuar o recolhimento dos resíduos sólidos urbanos gerados no Município, nos locais, dias e horários constantes neste contrato, na proposta e no plano de trabalho, transbordo, triagem, transporte e destinação final para aterro sanitário, devidamente licenciado para receber os rejeitos.
g) Informar ao fiscal do contrato os casos de depósito irregular de resíduos e/ou falta de recipiente adequado, e, especialmente, se em desconformidade com os padrões de ergonomia identificados;
h) Manter preposto no Município, o qual deverá responder pela Contratada e ser o elo entre o Contratante e a Contratada;
i) Permitir livre acesso às suas instalações, aos seus veículos e aos seus empregados para o fiscal do contrato e para o Técnico em Segurança do Trabalho, representantes do Contratante;
j) Não transferir a terceiros, no todo ou em parte, as obrigações decorrentes do contrato, sem prévia anuência do Contratante;
k) Manter a fiscalização do Município atualizada quanto à frota utilizada na execução dos serviços, informando placas, prefixos e setores de cada veículo;

l) Atender todas as solicitações da fiscalização do contratante, com o fornecimento de informações e dados sobre os serviços, indicadores de acidentes de trabalho ou outros referentes à gestão de saúde e segurança do trabalho, dentro dos prazos estipulados;
m) Sanar imediatamente quaisquer irregularidades ou defeitos verificados pela fiscalização do Município;
n) Executar o serviço de forma silenciosa e ordeira, sem algazarra ou gritos por parte dos seus empregados;
o) Exigir e manter, por parte de seus empregados, o trato urbano para com a população em geral;
p) Retirar da via pública, no prazo máximo de 02 horas, qualquer veículo que por falha mecânica esteja impossibilitado de transitar, comunicando o fato ao fiscal do contrato;
q) Manter os veículos e equipamentos em serviço em boas condições de limpeza;
r) Transitar com os veículos coletores, quando em serviço, de forma a causar o mínimo impedimento ao trânsito dos demais veículos, buscando sempre a facilitação da ultrapassagem;
s) Promover treinamento periódico aos seus motoristas em prática de direção defensiva e transporte de cargas perigosas, ministrado por profissional habilitado, com emissão de certificado;
t) Fornecer telefone celular ao preposto, sendo que este equipamento deverá permanecer ligado enquanto houver serviços em execução;
u) Promover, às suas expensas, a mais ampla divulgação dos horários, frequências e locais em que os serviços contratuais serão executados, com a aprovação formal do contratante, através de comunicação impressa explicativa, distribuída a cada residência ou estabelecimento indicando a forma de acondicionamento e quais os materiais possíveis de coleta;
v) Atender todas as demais condições do Plano de Trabalho e exigências do Edital e seus anexos, que eventualmente não estejam especificadas nesta cláusula;
x) Emitir ART quando necessário;
y) Submeter os veículos utilizados na prestação de serviços à vistoria da Secretaria Municipal de Obras, a cada 6 meses bem como, contratar seguro contra terceiros dos caminhões utilizados.
z) Anotar em planilhas, diariamente, os volumes recolhidos de resíduos, em m³, entregando-as ao fiscal do contrato ao final de cada mês;

8.2. São direitos da CONTRATADA:

a) Receber os valores relativos aos serviços prestados em conformidade com o ora contratado.

8.3. <u>São obrigações do CONTRATANTE:</u>

a) Efetuar os pagamentos pelos serviços adequadamente prestados e comprovados a cada mês;
b) Receber e verificar eventuais reclamações dos munícipes e providenciar nas medidas corretivas;
c) Não realizar alterações unilaterais do objeto;
d) Notificar, formal e tempestivamente, a CONTRATADA sobre as irregularidades observadas no cumprimento deste contrato.

8.4. São direitos do CONTRATANTE:

a) Fiscalizar, através da Secretaria Municipal de Obras e Viação a execução dos serviços contratados;
b) Conferir os documentos de pesagens dos resíduos e os documentos a serem entregues pela contratada.
c) Verificar e exigir o cumprimento de todas as normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego;
d) Fiscalizar e exigir o correto pagamento dos salários e encargos dos empregados da Contratada;
e) Fiscalizar e exigir a adequada apresentação dos veículos (pintura, limpeza, sinalização, etc.) utilizados na execução do objeto ora contratado;
f) Examinar as Carteiras Profissionais dos empregados colocados a seu serviço, para comprovar o registro de função profissional;
g) Exigir a anotação em planilhas e a entrega destas planilhas, conforme previsto nas obrigações da contratada;
h) Encampar os veículos e demais equipamentos e toda a logística em caso de descontinuidade da prestação dos serviços ora contratados.

CLÁUSULA IX - DAS SANÇÕES APLICAVÉIS

9.1. O não cumprimento das obrigações constantes no projeto básico e nos planos de trabalho anexos ao presente contrato, sujeitará a contratada às seguintes penalidades, após prévia notificação e instauração de processo administrativo:

a) Por deixar de coletar o lixo corretamente acondicionado e disposto para recolhimento, comprovadamente colocado antes da passagem do veículo coletor. Multa de 0,005 vezes o preço mensal do contrato, por economia não coletada;
b) Por não executar corretamente o roteiro contratado e constante do Plano de Trabalho ou, ainda o local, designado pelo fiscal do Município dentro do setor de coleta: Multa de 0,005 vezes o preço mensal do contrato, por roteiro não executado corretamente,;
c) Por iniciar os serviços fora dos horários determinados: Multa de 0,005 vezes o preço mensal do contrato, para cada roteiro não executado/iniciado na forma e horários previstos;
d) Por terminar os serviços além dos horários previstos no Projeto Básico, no Plano de Trabalho e neste contrato: Multa de 0,005 vezes o preço mensal do contrato, por hora de atraso, por roteiro;
e) Por utilizar equipamentos de coleta em desacordo com o Plano de Trabalho: Multa de 0,01 vezes o preço mensal do contrato, por equipamento, por dia de utilização;

f) Por transitar com os veículos coletores em velocidade incompatível com a boa execução do serviço ou não manter o veículo parado enquanto os empregados estiverem efetuando a coleta e a depositando no caminhão: Multa de 0,01 vezes o preço mensal do contrato, por ocorrência;
g) Por deixar suja a via pública por derramamento de detritos dos resíduos coletados: Multa de 0,005 vezes o valor mensal do contrato, por ocorrência;
h) Por não atender as orientações do fiscal do contratante: Multa de 0,005 vezes o preço mensal do contrato, por ocorrência;
i) Por descarregar resíduos em qualquer local diferente daqueles autorizados e que não tenham a LO apresentada na documentação habilitatória: Multa de 0,5 vezes o preço mensal do contrato, por ocorrência;
j) Por transitar com veículos coletores fora dos seus respectivos roteiros com funcionários coletores de lixo, sendo transportados nos estribos dos equipamentos: Multa de 0,005 vezes o preço mensal do contrato, para veículos por ocorrência;
k) Por não dispor de toda equipe prevista no plano de trabalho e no contrato: Multa de 0,005 vezes o preço mensal do contrato, por ocorrência, por turno e por dia;
l) Por não dispor de preposto enquanto houver a prestação de serviços em execução: Multa de 0,005 vezes o preço mensal do contrato, por ocorrência, por turno e por dia;
m) Por não dispor do número mínimo de equipamentos propostos no plano de trabalho e neste contrato: Multa de 0,01 vezes o preço mensal do contrato, por equipamento, por dia;
n) Por não dotar os equipamentos coletores de resíduos de todos os acessórios e letreiros definidos nos planos de trabalho: Multa de 0,005 vezes o preço mensal do contrato, por equipamento, por dia;
o) Por não dispor os equipamentos com as ferramentas necessários ao bom desempenho dos serviços: Multa de 0,005 vezes o preço mensal do contrato, por equipamento, por dia;
p) Por permitir que seus empregados trabalhem sem uniformes ou equipamentos de proteção individual: Multa de 0,005 vezes o preço mensal do contrato, por empregado, por dia;
q) Por descumprir quaisquer das normas regulamentadoras de saúde e segurança do trabalho determinadas pela Portaria 3214/78 do Ministério do Trabalho e Emprego: Multa de 0,005 vezes o preço mensal do contrato para cada item descumprido, por ocorrência;
r) Por manter seus veículos estacionados em via pública fora dos horários de serviço e sem justificativa: Multa de 0,01 vezes o preço mensal do contrato, por veículo, por ocorrência;
s) Por não atender solicitação de informações da fiscalização do contratante, dentro dos prazos estipulados: Multa de 0,01 vezes o preço mensal do contrato, por ocorrência;
t) Por não sanar imediatamente ou no prazo determinado irregularidades identificadas pela fiscalização do Município: Multa de 0,01 vezes o preço mensal do contrato, por ocorrência;
u) Por permitir que seus empregados promovam algazarras, gritarias, faltem com o respeito para com a população, durante a execução dos serviços: Multa de 0,005 vezes o preço mensal do contrato, por ocorrência;
v) Por não manter preposto do gerenciamento operacional, devidamente munido de telefone celular em funcionamento durante o horário de serviço da coleta: Multa de 0,005 vezes o preço mensal do contrato, por dia ou turno;
x) Por transitar com os veículos coletores, impedindo propositadamente o livre trânsito dos demais veículos: Multa de 0,005 vezes o preço mensal do contrato, por ocorrência;
y) Por permitir que seus empregados solicitem contribuições ou gratificações nos domicílios atendidos pelo serviço: Multa de 0,005 vezes o preço mensal do contrato, por ocorrência;
z) Por executar outros serviços, que não sejam o objeto do presente contrato, durante os horários de coleta e com as equipes ou os equipamentos prestadores de serviço para o contratante: Multa de 0,01 vezes o preço mensal do contrato, por ocorrência;
aa) Por coletar quaisquer outros tipos de resíduos que não estejam definidos no projeto básico: Multa de 0,005 vezes o preço mensal do contrato, por ocorrência;
ab) Por transportar trabalhadores em desacordo com as Normas de Trânsito Brasileiras: Multa de 0,01 vezes o preço mensal do contrato, por trabalhador, por ocorrência;
ac) Por atrasar o início da prestação dos serviços, conforme data aprazada na "Ordem de Início dos Serviços" a ser expedida pelo contratante, após a assinatura do contrato: Multa de 0,05 vezes o preço mensal do contrato, por dia de atraso, limitado este a 5 (cinco) dias;
ad) Por realizar os serviços com irregularidades, passíveis de correção durante a execução e sem prejuízo ao resultado: advertência com prazo para sanar as irregularidades apontadas;
ae) Declaração de Inidoneidade para licitar e contratar com a Administração Pública enquanto perdurarem os motivos determinantes da punição, ou até que seja promovida a reabilitação, na forma da Lei, perante a própria autoridade que aplicou a penalidade;
af) Pela inexecução total ou parcial do contrato o contratante poderá, garantida a prévia defesa, aplicar a contratada as seguintes sanções: suspensão temporária de participação em licitação e impedimento de contratar com a Administração, por prazo não superior a 2 (dois) anos;
ag) Os valores das multas serão duplicados em casos de reincidência específica e quadruplicados a partir da segunda reincidência específica.
9.2. Nenhum pagamento será efetuado pela Administração enquanto pendente de liquidação qualquer obrigação financeira que for imposta ao prestador dos serviços em virtude de penalidade ou inadimplência contratual.

CLÁUSULA X – DA RESCISÃO

10.1. O presente contrato será rescindido de pleno direito, independentemente de notificação ou interpelação judicial ou extrajudicial, sem qualquer espécie de indenização à empresa prestadora dos serviços nos casos de:
a) inexecução total ou parcial do contrato por parte da contratada, nos termos dos artigos 77, 78, 79 e 80 da Lei 8.666/93;
b) procedimentos irregulares da contratada que venha a causar transtornos e prejuízos à contratante e/ou a terceiros;

c) falência ou liquidação da contratada;
d) incorporação, fusão ou cisão da contratada que venha a prejudicar a execução do contrato;
e) interrupção dos trabalhos, total ou parcial, consecutivos ou intercalados, independente das penalidades previstas neste contrato;
f) não cumprimento de qualquer uma das cláusulas do contrato;
g) amigável, por acordo entre as partes, conforme prevê o Inciso II do Artigo 79, da Lei nº 8.666/93;
h) decisão judicial transitada em julgado.
i) conclusão da licitação a ser instaurada.
10.2. Verificada a rescisão do contrato, o contratante terá a obrigação, apenas, de pagar os serviços executados pela contratada até aquela data.

CLÁUSULA XI – DA PARALISAÇÃO DOS SERVIÇOS

11.1. Na hipótese de paralisação dos serviços constantes deste contrato, por decisão da contratada o contratante fica autorizado a utilizar a estrutura, inclusive caminhões, máquinas, equipamentos e pessoal da contratada, conforme estabelece o art. 58, V da Lei 8.666/93 por se tratar de serviço essencial do Município, o que fica antecipadamente anuído pela contratada.

CLÁUSULA XII – DA VINCULAÇÃO AO EDITAL E SEUS ANEXOS

12.1 Este contrato fica vinculado aos seus anexos e ao Plano de Trabalho apresentado pela contratada, os quais passam a integrar este instrumento contratual.

CLÁUSULA XIII – DO FORO

12.1. As partes elegem o Foro da Comarca de São Francisco de Paula, RS, com renúncia a qualquer outro, por mais privilegiado que seja, para dirimir as questões judiciais provenientes do presente Contrato.

Justos e contratados, firmam o presente instrumento, em quatro vias de igual teor e forma na presença de duas testemunhas, para que produza os efeitos legais.

São Francisco de Paula, 27 de Setembro de 2017.

Marcos André Aguzzolli
Prefeito
Contratante

Sollaris Limpeza Urbana EIRELI
Contratada

FISCAIS DO CONTRATO

Antônio Carlos Machado de Matos

Airton Sparemberger Nunes

Evaldo Lopes dos Reis

TESTEMUNHAS

Nádia Klein
CPF: 030.362.900-28

Andreia Bertuol Araujo
CPF: 834.271.470-53

ANEXO B – ORÇAMENTO COMPRA RECICLÁVEIS

Bom dia Roberto,

A CTS Pápeis trabalha com diversos tipos de materiais recicláveis, dentre eles o papelão, papel e plás ticos em geral.

Conforme havíamos falado via telefone, a CTS trabalha com tabelas de preços, que se baseia na frequência e volume de entrega de nossos fornecedores, conforme esses requisítos analisamos qual a melhor tabela.

A CTS não trabalha com alumínio ou materiais ferrosos.

Em anexo segue uma TABELA BÁSICA de "carga fechada", na qual são os fornecedores de longe e que trazem o material em fardos.

Qualquer dúvida a disposição (51) 3238-5049.

Att, Thiago.
Comercial CTS.

Tabela 22 : Sugestão de preços compra reccláveis CTS Papeis

FORNECEDOR: TABELA PADRÃO - TABELA PADRÃO					
Produto	**UN**	**Preço**	**Produto**	**UN**	**Preço**
APARA BRANCA - FARDO	KG	R$ 0,90	JORNAL - FARDO	KG	R$ 0,40
APARA BRANCA - SOLTO	KG	R$ 0,90	JORNAL - SOLTO	KG	R$ 0,40
ARQUIVO BRANCO - FARDO	KG	R$ 0,47	KRAFT - FARDO	KG	R$ 0,57
ARQUIVO BRANCO - SOLTO	KG	R$ 0,47	KRAFT - SOLTO	KG	R$ 0,55
BANDEJA - FARDO	KG	R$ 0,05	MICRO ONDULADO - FARDO	KG	R$ 0,22
BANDEJA - SOLTO	KG	R$ 0,05	MICRO ONDULADO - SOLTO	KG	R$ 0,22
CANUDOS - SOLTO	KG	R$ 0,60	ONDULADO TIPO I - FARDO	KG	R$ 0,45
CARTONAGEM - FARDO	KG	R$ 0,52	ONDULADO TIPO I - SOLTO	KG	R$ 0,43
CARTONAGEM - SOLTO	KG	R$ 0,52	ONDULADO TIPO II - FARDO	KG	R$ 0,43
CHAPAS - FARDO	KG	R$ 0,57	ONDULADO TIPO II - SOLTO	KG	R$ 0,36
CHAPAS - SOLTO	KG	R$ 0,57	ONDULADO TIPO III -FARDO	KG	R$ 0,31
CIMENTO - FARDO	KG	R$ 0,27	ONDULADO TIPO III -SOLTO	KG	R$ 0,31
CIMENTO - SOLTO	KG	R$ 0,22	PAPEL MISTO I - FARDO	KG	R$ 0,30
DUPLEX - FARDO	KG	R$ 0,16	PAPEL MISTO I - SOLTO	KG	R$ 0,30
DUPLEX - SOLTO	KG	R$ 0,16	PAPEL MISTO II - SOLTO	KG	R$ 0,18
EMBALAGEM LONGA VIDA TETRA - FARDO	KG	R$ 0,18	PAPEL MISTO II -FARDO	KG	R$ 0,18
EMBALAGEM LONGA VIDA TETRA - SOLTO	KG	R$ 0,14	PLASTICO CANELA - FARDO	KG	R$ 1,05
FITAS CLASSIFICADAS - FARDO	KG	R$ 0,10	PLASTICO CANELA - SOLTO	KG	R$ 0,80
FITAS CLASSIFICADAS - SOLTO	KG	R$ 0,05	PLASTICO COLORIDO - FARDO	KG	R$ 0,15
FITAS MISTAS - FARDO	KG	R$ 0,05	PLASTICO COLORIDO - SOLTO	KG	R$ 0,10
FITAS MISTAS - SOLTO	KG	R$ 0,05	PLASTICO CRISTAL - FARDO	KG	R$ 1,25

Fonte: CTS Papeis