CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

ESTUDO COMPARATIVO DA OPERAÇÃO DAS USINAS DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM NOS MUNICÍPIOS MINEIROS DE ARGIRITA E MARIPÁ DE MINAS

JÉSSICA RODRIGUES DO CARMO

BELO HORIZONTE
2015

JÉSSICA RODRIGUES DO CARMO

ESTUDO COMPARATIVO DA OPERAÇÃO DAS USINAS DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM NOS MUNICÍPIOS MINEIROS DE ARGIRITA E MARIPÁ DE MINAS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Ambiental e Sanitarista.

Orientadora: Prof.ª. Dra. Elizabeth Regina Halfeld da Costa

BELO HORIZONTE

2015

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser a minha inspiração e força em todos os momentos dessa caminhada!

Aos meus pais Argina e Valdir, a minha tia Cida e ao meu irmão Rodrigo, por sempre estarem ao meu lado, me incentivando e estando à disposição no que eu precisasse!

À minha orientadora professora Elizabeth Halfeld, por ter me mostrado uma perspectiva mais clara sobre como elaborar um trabalho técnico-científico!

Às professoras componentes da banca examinadora, Gisele Vimieiro e Valéria Zago, e ao professor Carlos Wagner pelas contribuições ao trabalho final e pelas dicas para as próximas apresentações!

Aos meus colegas da universidade e amigos que me incentivaram, que estiveram comigo na apresentação do trabalho e que rezaram por mim!

À Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), em especial às equipes da Gerência de Resíduos Sólidos Urbanos (GERUB) e Diretoria de Gestão de Resíduos (DGER), pela experiência de estágio, pela amizade, pelas conversas e pelas informações fornecidas!

Ao gerente de resíduos sólidos da FEAM, Francisco Pinto, pelas conversas e materiais fornecidos que contribuíram muito na elaboração desse trabalho!

Às Prefeituras dos municípios de Argirita e Maripá de Minas e aos funcionários das Usinas de Triagem e Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos, pela oportunidade de estender os meus conhecimentos além da sala de aula!

Enfim, agradeço a todos que não foram diretamente citados, mas que com um gesto e/ou palavra colaboraram para a elaboração desse trabalho!

Espera mil anos e verás que será precioso até o lixo deixado atrás por uma civilização extinta.

(Isaac Asimov, tradução)

RESUMO

Jéssica Rodrigues do Carmo, Estudo comparativo da operação das usinas de triagem e compostagem nos municípios mineiros de Argirita e Maripá de Minas. 2015. 80f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

A disposição adequada de resíduos sólidos tem sido debatida veemente pela sociedade e a partir da instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos de 2010, fica evidente que a solução para o pós-consumo não é apenas aterrar os resíduos, mas também reaproveitá-los como insumos ou matérias-primas. As Usinas de Triagem e Compostagem, difundidas na década de 90, é o local onde os materiais recicláveis são separados para posterior venda, a matéria orgânica é encaminhada para o processo de compostagem e o rejeito disposto em valas. O trabalho teve como objetivo geral comparar as condições físicas e operacionais de duas Usinas de Triagem e Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos localizadas nos municípios de Argirita e Maripá de Minas, na região da Zona da Mata mineira. Para isso foram feitas visitas aos dois empreendimentos, norteadas por um Questionário de Informação das Usinas de Triagem e Compostagem. De forma geral, foi observado que as duas usinas possuem estrutura física apta para a operação, mas é necessária uma melhor articulação com a gestão municipal de resíduos sólidos para otimizar o processo. Os problemas relatados com o gerenciamento das unidades estão relacionados à falta de recurso financeiro, espaço físico para as valas de rejeitos e a chegada de lixo misturado às usinas. Entre as soluções propostas, estão: a efetividade da coleta seletiva e campanhas de sensibilização da população local; a implantação de aterro sanitário consorciado, para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, em substituição às valas de rejeitos; a participação dos municípios em consórcios públicos e o auxílio financeiro da Fundação Nacional de Saúde.

Palavras-Chave: resíduos sólidos urbanos. gestão de resíduos sólidos. Usinas de Triagem e Compostagem. Zona da Mata mineira.

ABSTRACT

Jéssica Rodrigues do Carmo, Comparative study of the operation of sorting and composting plants in Minas Gerais' towns of Argirita and Maripá de Minas. 2015. 80f. Monograph (Graduate) - Department of Environmental Science and Technology, Federal Center of Technological Education of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

The proper disposal of solid waste has been strongly debated by society and from the institution of the Política Nacional de Resíduos Sólidos, it is clear that the solution to the post-consumption is not only the waste land, but also reuses them as inputs or raw materials. The post-consumer solution is to not only land wastes, but also reuses them as inputs or raw materials. The plants of Sorting and Composting, widespread in the 90s, is where recyclable materials are separated for subsequent sale, organic matter is forwarded to the composting process and the waste disposed in trenches. The work aimed to compare the physical and operational conditions of two sorting and composting plants located in Minas Gerais municipalities of Argirita and Maripá de Minas in the region of Zona da Mata. For that were made visits to two enterprises, guided by a Plants of Sorting and Composting Information Questionnaire. In general, it was observed that the two plants have a physical structure suitable for the operation, but a better coordination with the municipal solid waste management to optimize the process is required. The problems reported with the management of the units are related to lack of financial resources, physical space for the waste trenches and the arrival of garbage mixed to the plants. Among the proposed solutions, are: effectiveness of selective collection and awareness campaigns of the local population; the implementation of partnership landfill, for the final disposal of environmentally suitable, replacement in the wastes trenches the financial; the participation of towns on public partnership and the assistance of the Fundação Nacional da Saúde.

Keywords: municipal solids waste. solid wastes management. Sorting and Composting Plants. Zona da Mata of Minas Gerais.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

A) FIGURAS

Figura 1 - Classificação dos resíduos sólidos, conforme a origem..... 18
Figura 2 - Obrigações e responsabilidades dos geradores de resíduos sólidos..... 20
Figura 3 - Etapas para implantação da coleta seletiva municipal..... 25
Figura 4 - Unidades e itens que poderão ser solicitados na proposta de repasse de recursos..... 38
Figura 5- Procedimentos para receber o apoio da CEF..... 39
Figura 6 - Representação esquemática da estrutura física de uma Usina de Triagem e Compostagem..... 40
Figura 7 - Fluxograma da operação de uma UTC..... 41
Figura 8 - Distribuição de usinas de triagem e compostagem pelo estado de Minas Gerais, em 2013..... 49
Figura 9 - Etapas da metodologia de trabalho..... 51
Figura 10 - Localização dos municípios Argirita e de Maripá de Minas em Minas Gerais..... 52
Figura 11 - Localização das UTCs dos municípios de Argirita e Maripá de Minas..... 58
Figura 12 - Vista frontal da UTC; placa de alerta no portão de acesso; funcionários realizando a triagem na área de descarga, ao fundo..... 79
Figura 13 - Fardos de material reciclável (embalagens plásticas), em local coberto..... 79
Figura 14 - Vista lateral esquerda da UTC, correspondendo ao escritório, cozinha e banheiro..... 79
Figura 15 - Vista lateral direita da UTC; pátio de compostagem; alguns eletrônicos em tambores a céu aberto..... 79
Figura 16 - Pátio de compostagem com placa de identificação e pilhas formadas, sem placas informativas..... 79
Figura 17 –Área da vala de rejeitos, com placa de aterro controlado; funcionário levando carrinho com rejeitos separados na triagem..... 79
Figura 18 – Entrada e via de acesso à UTC..... 80
Figura 19 - Vista da banca de triagem, no horário de almoço dos funcionários..... 80
Figura 20 - Fardos de material reciclável (embalagens plásticas), em baia coberta..... 80
Figura 22 - Pátio de compostagem, com algumas pilhas cobertas, a fim de facilitar o processo de maturação do composto..... 80
Figura 23 - Vala de rejeitos com grande quantidade de resíduo exposto, principalmente sacolas plásticas..... 80

B) GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição da forma de disposição final de resíduos sólidos no Brasil, em 2012..... 28
Gráfico 2 - Evolução do número de UTCs em Minas Gerais..... 48
Gráfico 3 - Comparação entre a disposição final de resíduos sólidos urbanos por domicílios particulares permanentes no município de Argirita e Maripá de Minas, em 2010..... 54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características gerais de cada fase do processo de compostagem. 30
Quadro 2 – Formas ambientalmente inadequadas de disposição final de rejeitos. 32
Quadro 3 – Vantagens e desvantagem das Usinas de Triagem e Compostagem. 34
Quadro 4 - Comparação entre as características da mesa/silo de triagem e esteira de triagem. 42
Quadro 5 - Métodos de controle para determinação das condições do processo de compostagem. 44
Quadro 6- Proposições e prazos quanto ao manejo de resíduos sólidos em Argirita. 55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Regulamentação ambiental exigida para o funcionamento da atividade de tratamento e/ou disposição de resíduos. 35
Tabela 2 - Relação entre o número de habitantes e a frequência de recobrimento do lixo. 46

LISTA DE ABREVIATURAS

AAF - Autorização Ambiental de Funcionamento

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

AGEVAP - Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

AMPAR - Associação dos Municípios do Vale do Paraibuna

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

BNDES - Banco Nacional do Desenvolvimento

CAT – Comunicação de Acidente de Trabalho

CEF - Caixa Econômica Federal

CEFET-MG - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

CEIVAP - Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

CEMPRE - Compromisso Empresarial para a Reciclagem

CISAB - Consórcio Intermunicipal de Saneamento Básico

CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPAM - Conselho de Política Ambiental

CTC - Capacidade de Troca Catiônica

DEC - Departamento de Engenharia Civil

DCTA - Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental

DGER - Diretoria de Gestão de Resíduos

DN – Deliberação Normativa

EEC - Escola de Engenharia de São Carlos

EIA - Estudo de Impacto Ambiental

EPI - Equipamento de Proteção Individual

FADE - Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Federal de Pernambuco

FCE - Formulário de Caracterização do Empreendimento

FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente

FIP - Fundação Israel Pinheiro

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde

GERUB – Gerência de Resíduos Sólidos Urbanos

IBAM - Instituto Brasileiro de Administração Pública

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMS - Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação

IDHM - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

LESA - Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental

LO - Licença de Operação

MPF - Ministério Público Federal

NBR - Norma Brasileira

PASS - Programa de Ação Social em Saneamento

PCA - Plano de Controle Ambiental

PCMSO - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional

PECS - Plano Estadual de Coleta Seletiva

PGIRS - Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

PET - Politereftalato de Etila

PEV - Ponto de Entrega Voluntária

PMSB - Plano Municipal de Saneamento Básico

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

RAP - Relatório Ambiental Preliminar

RCA - Relatório de Controle Ambiental

RCD – Resíduos de Construção e Demolição

RIDE - Região Integrada de Desenvolvimento Econômico

RIMA - Relatório de Impacto Ambiental

RS – Resíduos Sólidos

RSS – Resíduos de Serviço de Saúde

RSU - Resíduos Sólidos Urbanos

SIAM - Sistema Integrado de Informação Ambiental

SINIR - Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SNSA - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental

SUPRAM - Superintendências Regionais de Regularização Ambiental

UFLA - Universidade Federal de Lavras

UFV - Universidade Federal de Viçosa

USEPA - United States Environmental Protection Agency

UTC – Usina de Triagem e Compostagem

SUMÁRIO

1 **INTRODUÇÃO** 15
2. **OBJETIVO** 17
3 **REVISÃO DA LITERATURA** 18
3.1 **Resíduos Sólidos** 18
3.1.1 Política Nacional de Resíduos Sólidos 19
3.2 **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos** 21
3.2.1 Coleta e transporte de resíduos sólidos 22
3.2.1.1 *Coleta regular* 24
3.2.1.2 *Coleta especial* 24
3.2.1.3 *Coleta seletiva* 25
3.2.2 Estação de transbordo 27
3.2.3 Destinação final dos resíduos sólidos 27
3.2.3.1 *Reciclagem e reutilização* 29
3.2.3.2 *Compostagem* 30
3.2.3.3 *Disposição final ambientalmente adequada* 31
3.3 **Usinas de Triagem e Compostagem (UTC)** 33
3.3.1 Condições de trabalho na UTC 35
3.3.2 Apoio financeiro 36
3.3.2.1 *ICMS ecológico* 36
3.3.2.2 *Fundação Nacional da Saúde (FUNASA)* 36
3.3.2.3 *Caixa Econômica Federal* 38
3.3.3 Requisitos para a implantação de UTC 39
3.3.4 Estrutura física da UTC 40
3.3.4.1 *Galpão de recepção* 41
3.3.4.2 *Galpão de armazenamento de recicláveis* 43
3.3.4.3 *Pátio de compostagem* 43
3.3.4.4 *Valas de rejeitos* 45
3.3.4.5 *Unidades de apoio* 46
3.3.4.6 *Paisagismo* 47
3.3.4.7 *Cercamento e cerca viva da área* 47
3.4 **Usinas de Triagem e Compostagem em Minas Gerais** 47
3.5 **Consórcios intermunicipais** 49
4 METODOLOGIA 51
4.1 **Escolha dos municípios** 51

4.1.1 Aspectos gerais dos municípios escolhidos 52
4.1.2 Gerenciamento de resíduos dos municípios de Argirita e Maripá de Minas 53
4.1.2.1 *Argirita* 54
4.1.2.2 *Maripá de Minas* 56
4.2 **Levantamento bibliográfico** 57
4.3 **Elaboração do Questionário de Informação de UTCs e entrevistas** 57
4.4 **Visitas às Usinas de Triagem e Compostagem escolhidas** 57
4.5 **Análise de dados e discussão dos resultados** 58
5 **RESULTADOS E DISCUSSÕES** 59
5.1 **Análise da estrutura física e da operação das Usinas de Triagem e Compostagem** 59
5.2 **Dificuldades encontradas e as soluções mediadoras dos municípios** 63
5.3 **Proposição de soluções** 64
6 **CONCLUSÕES** 66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 68
APÊNDICE A - Questionário de Informações da UTC 75
ANEXO A - Questionário de Informação das UTCs de Argirita e Maripá de Minas respondido. 77
ANEXO A - Questionário de Informação das UTCs de Argirita e Maripá de Minas respondido. 78
ANEXO B - Fotos da UTC do município de Argirita 79
ANEXO C - Fotos da UTC do município de Maripá de Minas 80

1 INTRODUÇÃO

Na gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) há pelo menos três aspectos a serem considerados: o volume crescente, em função do aumento da densidade populacional; a difusão de produtos e bens de consumo sofisticados e de baixa vida útil e as medidas de pós-consumo adotadas.

Entre as décadas de 1940 e 1970, a prestação dos serviços públicos básicos não conseguiu abarcar o crescimento populacional e o êxodo rural (Phillipi Júnior e Aguiar, 2005 *apud* Nascimento Neto, 2013). Nesse intervalo de tempo surgem as Usinas de Triagem e Compostagem (UTC), com o propósito de separar os materiais recicláveis e transformar a matéria orgânica em composto maturado.

Em 1980, os problemas com a disposição de resíduos sólidos passaram a ser o foco da atuação dos gestores municipais, seja pelos impactos ambientais adversos decorrentes ou pela escassez de áreas para disposição final com o desenvolvimento da malha urbana (Phillipi Júnior e Aguiar, 2005 *apud* Nascimento Neto, 2013).

A disposição de resíduos sólidos a céu aberto, como lixão ou aterro controlado, pode acarretar na alteração das qualidades do solo, dos corpos d'água e da atmosfera por lixiviados e gases provindos da degradação da matéria orgânica e outros compostos, representando assim, um risco à conservação da fauna/flora local e à saúde pública

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em 2010, atribui valor comercial e socioeconômico ao resíduo sólido reutilizável e reciclável e visa estimular instrumentos que ofereçam apoio técnico e financeiro para a implantação de manejo adequado de resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos nos Estados, Distrito Federal e Municípios.

O apoio técnico e financeiro irá facilitar a destinação final de resíduos sólidos de municípios, principalmente os de pequeno porte. Estes carecem de mão de obra qualificada para execução de projetos e operação das unidades de destinação final, recursos financeiros para manutenção e melhorias no sistema de gerenciamento de resíduos, espaço físico para a instalação das UTCs e aterros sanitários e ainda, estão sujeitos às ações administrativas descontínuas com a mudança dos gestores municipais.

O presente trabalho baseou-se em visitas às duas Usinas de Triagem e Compostagem de municípios de pequeno porte, Argirita e Maripá de Minas, na região da Zona da Mata mineira.

Através das visitas a campo pode-se averiguar o modo de funcionamento e as dificuldades operacionais, administrativas e financeiras provindas do funcionamento das UTCs.

Portanto, o tema abordado representa uma discussão pertinente e atual em um período que a adoção de um novo pensamento e postura com relação aos resíduos sólidos deverá estar em voga.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é comparar as condições físicas e operacionais de duas Usinas de Triagem e Compostagem de resíduos sólidos urbanos, localizadas nos municípios de Argirita e Maripá de Minas, na mesorregião da Zona da Mata mineira, de acordo com as normas existentes e a PNRS.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Resíduos Sólidos

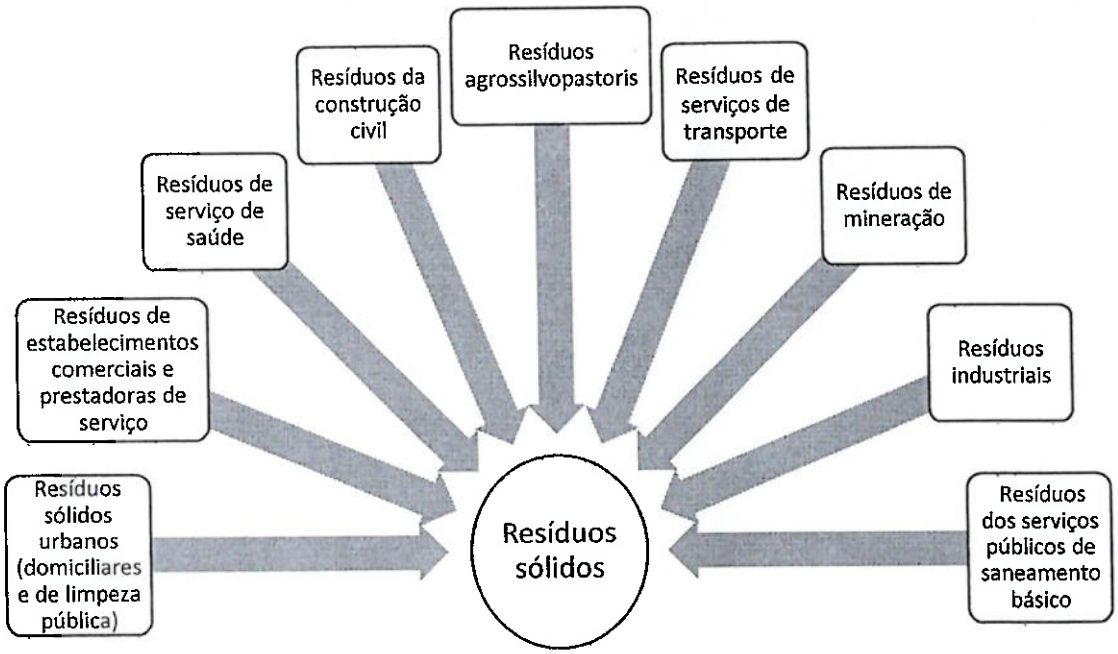
Segundo a Norma Brasileira (NBR) nº 10.004/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), os resíduos sólidos (RS) são definidos como:

> Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (2004a, p. 01).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) complementa a definição de RS com: "[...] os gases contidos em recipientes cujas especificidades tornem inviável seu lançamento na rede pública ou em corpos d'água ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível" (BRASIL, 2010a, p. 02).

A Figura 1 apresenta um fluxograma de classificação dos resíduos sólidos pela origem, baseando-se na Lei nº 12.305 (PNRS).

Figura 1 - Classificação dos resíduos sólidos, conforme a origem.



Fonte: Adaptado de Brasil (2010a).

Conforme consta no Art. 6 da Lei Federal nº 11.445/2007, "o lixo originário de atividades comerciais, industriais e de serviços cuja responsabilidade pelo manejo não seja atribuída ao

gerador pode, por decisão do poder público, ser considerado resíduo sólido urbano" (BRASIL, 2007, p.02).

Para o senso comum as palavras lixo e resíduo são tidas como sinônimas, mas a diferença entre elas está em como as pessoas se relacionam com o que sobrou do processo de consumo. Conforme definição do Ministério Público Federal (MPF, 2014), o lixo/rejeito seria o resto descartável ou inútil que não pode ser reaproveitado e nem reciclado. Assim, o resíduo ao ser considerado como lixo, teria o valor subjugado de matéria prima que poderia vir a ser reutilizada ou reciclada.

Tanto a Lei Estadual nº 18.031/2009 (Política Estadual de Resíduos Sólidos) quanto a PNRS, considera que o rejeito seja o resíduo sólido que, após extenuadas as possibilidades de tratamento e recuperação por técnicas disponíveis e viáveis economicamente e ambientalmente, só possa ser disposto de forma adequada (MINAS GERAIS, 2009b; BRASIL, 2010a).

3.1.1 Política Nacional de Resíduos Sólidos

Em 02 de agosto de 2010, foi publicada a Lei Federal nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). De acordo com Philippi Júnior (2012), esta lei tem como intuito traçar as diretrizes gerais a serem observadas pelos Estados, Distrito Federal e Municípios permitindo que esses suplementem as diretrizes gerais, adequando-as às diversidades regionais e aos interesses locais.

A PNRS dispõe a seguinte ordem de prioridade na gestão de resíduos sólidos: não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como à disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Para alcançar isto, tem-se como instrumentos da PNRS: a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa entre outros, relacionados à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto (BRASIL, 2010a).

A responsabilidade compartilhada consiste em atrelar as obrigações individualizadas dos geradores de resíduos sólidos, do serviço terceirizado contratado para a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, das pessoas públicas ou privadas de forma a minimizar os impactos gerados no ciclo de vida dos produtos (BRASIL, 2010a).

A Figura 2 tem-se detalhadamente quais seriam as obrigações de cada gerador de resíduos, segundo a Política Estadual de Resíduos Sólidos.

Figura 2 - Obrigações e responsabilidades dos geradores de resíduos sólidos.

FABRICANTES E IMPORTADORES	REVENDEDORES, COMERCIANTES E DISTRIBUIDORES	CONSUMIDORES
• Adoção tecnologias que permitam reduzir, reutilizar, reaproveitar ou reciclar os resíduos sólidos especiais; • Coleta dos resíduos sólidos especiais, em articulação com sua rede de comercialização e com o poder público municipal, com a implementação da estrutura necessária para garantir o fluxo de retorno desses resíduos e dar-lhes destinação final ambientalmente adequada, sob pena de responder em processo civil e criminal. • Garantia de que nos materiais que acondicionam os produtos de sua responsabilidade estejam impressas, em local visível e destacado, as informações sobre as possibilidades de reutilização e tratamento dos resíduos e sobre os riscos ambientais resultantes do descarte em local não previsto em lei ou autorizado pelo órgão ambiental competente.	• Articulação com os fabricantes e importadores e com o poder público municipal a coleta e a implementação da estrutura necessária para garantir o fluxo de retorno dos resíduos sólidos especiais e dar-lhes disposição final ambientalmente adequada, sob pena de responder em processo civil e criminal. • Garantia do recebimento dos resíduos sólidos especiais, criar e manter locais destinados a sua coleta e informar ao consumidor a localização desses postos.	• Após a utilização do produto, efetuar a entrega dos resíduos sólidos especiais aos comerciantes e distribuidores ou destiná-los aos postos de coleta.

Fonte: Adaptado de Minas Gerais (2009b).

Os planos de resíduos sólidos também são instrumentos da PNRS e estão divididos em (BRASIL, 2010a):

a) Plano Nacional de Resíduos Sólidos: com vigência por prazo indeterminado e perspectiva para 20 anos, atualizado a cada 4 anos;
b) Plano Estadual de Resíduos Sólidos: é condição para que os Estados tenham acesso a recursos da União ou controlados por ela, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à gestão de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade;
c) Plano Microrregional de Resíduos Sólidos e os planos de resíduos sólidos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas;

d) Plano Intermunicipal de Resíduos Sólidos ou Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: são condições para que o Distrito Federal e os municípios tenham acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento;

e) Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos: esse são elaborados pelos geradores de resíduos dos serviços públicos de saneamento básico, de resíduos industriais, de resíduos de serviços de saúde e de resíduos da construção civil; estabelecimentos comerciais e de prestação de serviço; empresas de construção civil, responsáveis por terminais e atividades agrossilvopastoris.

Philippi Júnior (2012) explana que para conseguir atingir a ordem de prioridade da gestão de resíduos, nos planos deverão estar contidos programas e ações de educação ambiental cujas medidas complementares poderão mudar os hábitos e as atitudes dos geradores de resíduos.

De acordo com a PNRS, no Plano Estadual e Nacional de Resíduos Sólidos terão que apresentar metas para a erradicação e recuperação de lixões, acompanhadas de medidas que garantam à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais (BRASIL, 2010a).

Conforme o Art. 54 da Lei Federal nº 12.305/2010, o prazo para implantação da PNRS e adequação a uma disposição final adequada dos rejeitos, pelos Municípios, encerrava-se em agosto do ano de 2014 (BRASIL, 2010a).

3.2 **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**

A Lei Federal nº 11.445/2007 estabelece que o serviço de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos é composto pelas etapas de: coleta; transbordo; transporte de resíduos; triagem para fins de reuso ou reciclagem; tratamento (compostagem e a disposição final de resíduos); varrição; capina; poda de árvores em vias e logradouros públicos e outros eventuais serviços pertinentes à limpeza pública urbana (BRASIL, 2007).

Pela PNRS, o gerenciamento de resíduos sólidos deve estar em consonância ao plano municipal ou de gerenciamento e englobar as ações exercidas nas etapas de coleta, transporte,

transbordo, tratamento e destinação/disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010a).

A gestão integrada de resíduos sólidos, por sua vez, corresponde ao conjunto articulado de ações políticas, normativas, operacionais, financeiras, de educação ambiental e de planejamento desenvolvidas e aplicadas, desde a geração até o tratamento e destinação final dos resíduos sólidos (MINAS GERAIS, 2009a).

Assim, de acordo com Castilhos Júnior (2002), pode-se afirmar que a preferência dada à redução de resíduos ou a determinada tecnologia de destinação final é uma tomada de decisão em nível de gestão.

Segundo Bartholomeu (2011), o gerenciamento de resíduos domiciliares, diferentemente dos outros tipos de resíduos, é de responsabilidade do município gerador por possuir geração difusa e indeterminada.

Já em relação a responsabilidade do gerenciamento dos resíduos de serviço de saúde, desde a geração até a disposição final adequada, conforme o Art. 3 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 358/2005, é dos geradores de RSS e do responsável legal (BRASIL, 2005).

Segundo Magalhães (2008), o sistema de gerenciamento ideal é aquele que visa minimizar a quantidade de resíduos gerados, tomando-se por base o atendimento das necessidades sociais e a sustentabilidade do sistema.

Jacobi e Besen (2011) relata que um dos aspectos do serviço público de limpeza não - equacionado é a sustentabilidade financeira. No Brasil, estima-se que mais de 50% dos municípios não cobram pelos serviços prestados e, quando cobrados, esses valores são insuficientes para cobrir os gastos. Entende-se que a cobrança de uma taxa proporcional às quantidades geradas também é um importante fator de conscientização e de educação dos cidadãos, reduzindo as quantidades de RS geradas e o desperdício.

3.2.1 Coleta e transporte de resíduos sólidos

O conceito de coleta é de ação sanitária que tem o objetivo de afastar os resíduos de sua fonte geradora. A escolha das rotas de coleta, frequências e tipos de veículos interferem diretamente nas etapas seguintes do gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2014).

Para Bartholomeu (2011), a própria fonte geradora deve realizar o acondicionamento de resíduos de acordo com a frequência da coleta municipal (diária ou intercalada).

Bahia (2005) sugere que o recipiente apropriado para o acondicionamento de lixo atenda às condições sanitárias; não ser esteticamente inadequado; possuir capacidade para conter o lixo gerado entre uma coleta e outra e permitir uma coleta rápida, aumentando a eficiência do serviço e assegurando a integridade física da equipe de coleta.

Segundo o Instituto Brasileiro de Administração Pública (IBAM, 2001), o acondicionamento apropriado deverá: evitar acidentes e a proliferação de vetores; mitigar o impacto visual e olfativo; reduzir a variedade dos resíduos (quando houver coleta seletiva) e promover a realização da etapa de coleta.

A Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM, 2006) enfatiza o uso obrigatório de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) (máscaras, luvas, aventais e botas) na manipulação dos resíduos sólidos urbanos, desde a coleta até a disposição final dos resíduos coletados pelo município.

Barros (2012) vincula a coleta dos resíduos sólidos à quantidade e tipos de resíduos a serem transportados.

A NBR nº 13.463/1995 (ABNT, 1995) classifica os tipos de coleta de resíduos em:

a) coleta regular: inclui-se nesta a coleta domiciliar; a coleta de resíduos de feiras, praias e calçadões; a coleta de varredura; a coleta de resíduos dos serviços de saúde e coleta de resíduos com riscos para a saúde;
b) coleta especial;
c) coleta seletiva; e
d) coleta particular: subdividida em coleta de resíduos industriais, comerciais e de condomínios.

Em conformidade com a NBR nº 13.221/2003, os resíduos devem ser transportados em equipamento adequado e de acordo com legislação específica, de modo que a carga não esteja exposta às intempéries e de que não exista risco de vazamento ou derramamento da mesma (ABNT, 2003).

Para ser considerado um veículo de coleta de lixo domiciliar adequado, o meio de transporte utilizado deverá possuir algumas características, como: taxa de compactação, de pelo menos 3:1; altura de carregamento, no máximo de 1,2 m em relação ao solo, na linha de cintura dos garis e capacidade adequada de manobra, de vencer aclives e de realizar o menor número de viagens ao destino, nas condições de cada área (IBAM, 2001).

3.2.1.1 *Coleta regular*

Segundo Barros (2012), a coleta de resíduos regular ou convencional pode ser realizada no sistema porta a porta, diretamente nas fontes poluidoras ou no sistema ponto a ponto, onde os resíduos são acondicionados em pontos pré-determinados.

O ideal para um sistema de coleta de lixo domiciliar é que seja estabelecido dias e horários determinados, divulgados individualmente aos proprietários dos imóveis ou por placas indicativas nas ruas (IBAM, 2001).

De acordo com Bartholomeu (2011), no sistema de coleta regular, as distâncias percorridas entre os domicílios abrangidos pela coleta e o aterro ou área de transbordo são de até 30 km.

3.2.1.2 *Coleta especial*

O IBAM (2001) recomenda que deve haver uma coleta separada entre os resíduos comuns e os resíduos especiais e infectantes, sendo que o gerenciamento dos resíduos radioativos deve estar de acordo com as resoluções da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

A NBR nº 12.980/1993 da ABNT (1993) traz que a coleta especial visa retirar e conduzir os resíduos especiais que não são recolhidos pela coleta regular, devido à origem, volume, peso e quantidade. Como exemplos, tem-se: os móveis velhos, os restos de limpeza e de poda de canteiros, praças e jardins; entulhos; carcaças de animais, dentre outros.

Se não houver a coleta especial, para Barros (2012), a população poderá ter incômodos e estar exposta a riscos, além disso, a cidade pode ter os aspectos estéticos e a qualidade dos serviços prestados de limpeza comprometidos.

Considerando os resíduos de saúde, conforme Resolução CONAMA nº 358/2005, estes deverão ser acondicionados em consonância com as legislações ou normas brasileiras ou internacionais referentes ao meio ambiente, à saúde e à limpeza urbana (BRASIL, 2005).

Para o IBAM (2001), o acondicionamento de resíduos infectantes deve ser em sacos brancos leitosos e colocados em contêineres basculháveis em caminhões especiais para a coleta de RSS.

3.2.1.3 *Coleta seletiva*

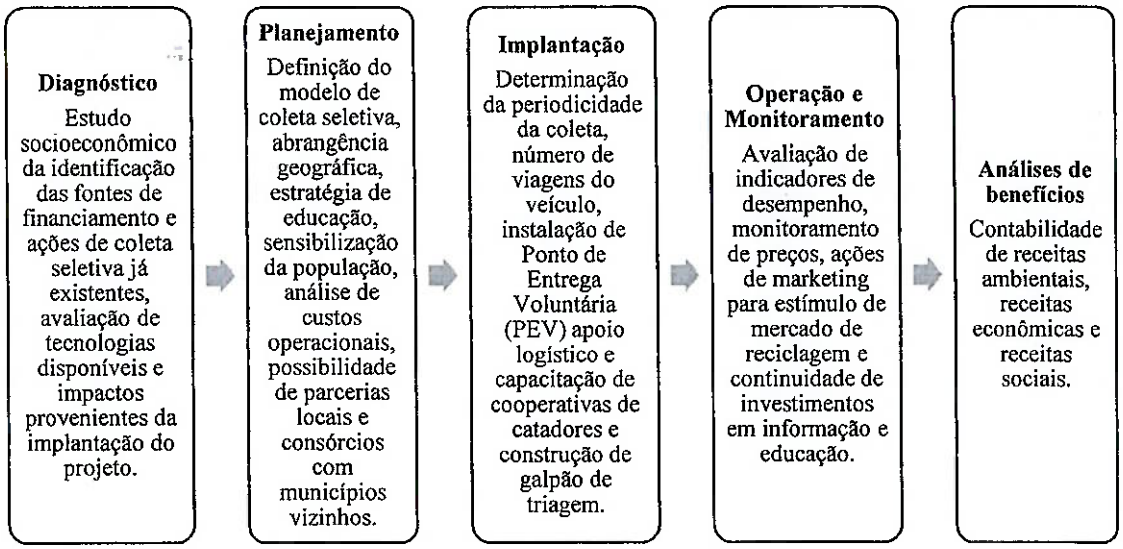
De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012), em meados dos anos 80, iniciaram-se os programas de coleta seletiva e reciclagem de resíduos sólidos, como alternativas para a redução da geração de resíduos e estímulo à reciclagem.

Segundo Castilhos Júnior (2002), a coleta seletiva é referente à coleta de materiais segregados, na fonte de geração, que sejam passíveis de serem reutilizados, reciclados ou recuperados. Pode ser realizada de porta em porta ou através de Postos de Entrega Voluntária (PEVs) de materiais segregados.

De acordo com o Decreto nº 7404/2010, o titular do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos deverá implantar a coleta seletiva e impor ao menos a separação de resíduos secos e úmidos, que posteriormente será estendida à separação específica dos resíduos secos, conforme metas estabelecidas nos respectivos planos (BRASIL, 2010b).

A Figura 3 mostra um fluxograma com a sequência das etapas, para a implantação efetiva da coleta seletiva.

Figura 3 - Etapas para implantação da coleta seletiva municipal.



Fonte: Adaptado de Vilhena (2014).

Conforme Bringhenti e Günther (2011), os programas e iniciativas de coleta seletiva para serem eficazes, necessitam do envolvimento dos cidadãos, que são os extremos da cadeia de produção e consumo.

Para Vilhena (2014), com a inclusão da coleta seletiva tem-se vários benefícios financeiros ao município, como a redução de custos com a disposição final do lixo (aterros sanitários ou incineradores) e a remediação de áreas degradadas. Além desses, pode-se citar os benefícios sociais advindos da educação e conscientização ambiental da população, diminuindo os gastos gerais com limpeza pública e propiciando melhoria das condições ambientais e da saúde pública do município.

De acordo com Magalhães (2008), é imprescindível a adoção de um programa de coleta seletiva, além da análise química e bacteriológica do composto gerado, para que haja o pleno funcionamento da usina de triagem e compostagem e a produção de um composto apropriado ao uso em culturas agrícolas.

A FEAM (2014), no ano de 2014, abriu seleção para os municípios que tinham interesse em receber apoio técnico, sem repasse de recursos financeiros ou equipamentos, do Governo de Minas para implantação ou ampliação de serviços de coleta seletiva.

A manifestação de interesse do município em receber o apoio do Estado, conforme Deliberação Normativa (DN) do Conselho de Política Ambiental (COPAM) nº 172/2011, seria por meio de ofício padrão e anexo específico, até 31 de março de cada ano (MINAS GERAIS, 2011).

Segundo a metodologia do Plano Estadual de Coleta Seletiva (PECS), em FEAM (2011), a seleção dos municípios que receberão apoio é feita a partir da aplicação do sistema de pontuação de "elementos facilitadores para a implantação ou ampliação da coleta seletiva", destacando-se:

a) existência de infraestrutura do galpão;
b) população urbana municipal;
c) andamento do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS);
d) solução regularizada para destinação e disposição final de RSU;
e) organizações de catadores de materiais recicláveis legalmente constituídas; e
f) gestão compartilhada.

Para os selecionados do processo referente ao ano de 2014, as ações de apoio incluiriam cinco etapas: diagnóstico da situação atual da coleta seletiva ou do potencial para sua implementação; análise da viabilidade e sustentabilidade econômica das alternativas; seleção do

modelo mais adequado de coleta seletiva; apoio para implantação da coleta seletiva e monitoramento (FEAM, 2014).

3.2.2 Estação de transbordo

Conforme Bartholomeu (2011), caso o município não possua local para a disposição final de resíduos ou o local de destinação final seja mais distante que o raio de coleta, os RSU deverão ser encaminhados para um local de transbordo. Neste local ocorre a transferência dos resíduos do caminhão de coleta municipal para veículos de transporte intermunicipal, pois esses possuem maior capacidade de carga e custos menores para movimentação às distâncias maiores.

Segundo Barros (2012), as estações de transbordo são construções quase ou totalmente fechadas, de forma a reduzir os impactos causados por maus odores, ruídos e espalhamento dos resíduos, além da depreciação econômica nos arredores.

Na DN COPAM nº 180/2012 é estabelecido que o prazo máximo de estocagem de resíduos sólidos urbanos na estação de transbordo seja de 24 horas, com ressalva nos casos em que seja apresentada justificativa ou autorização na regularização ambiental do empreendimento (MINAS GERAIS, 2012).

O licenciamento ambiental das estações de transbordo dependerá do volume mensal de resíduos movimentados. A DN COPAM nº 72/2012 determina que os empreendimentos no município de Belo Horizonte que movimentam acima de 5000 m³/mês serão classificados como de grande porte e deverão apresentar na primeira etapa do licenciamento o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). As estações que movimentam entre 5000 m³/mês e 2000 m³/mês, são de médio porte, devendo apresentar Relatório de Controle Ambiental (RCA) e Plano de Controle Ambiental (PCA). E por fim, os locais de transbordo que movimentem menos de 2000 m³/mês são de pequeno porte e deverão apresentar o Relatório Ambiental Preliminar (RAP) (BELO HORIZONTE, 2012).

3.2.3 Destinação final dos resíduos sólidos

Pela Lei nº 12.305/2010, a destinação final ambientalmente adequada, está relacionada à reutilização, à reciclagem, à compostagem, à recuperação e ao aproveitamento energético ou a disposição final que é a distribuição ordenada de rejeitos em aterros, admitidas pelos órgãos competentes e em consonância com as normas operacionais específicas, de modo a evitar danos

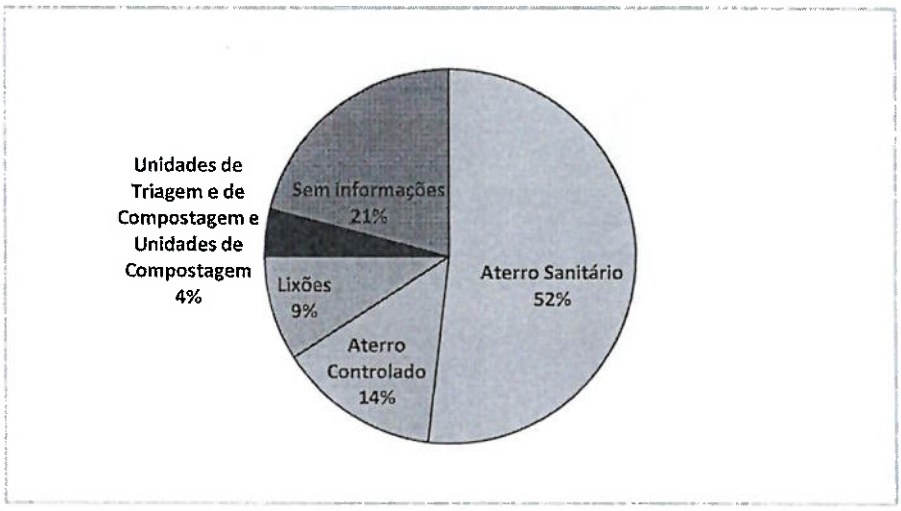
ou riscos à saúde pública e à segurança e minimizar impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010a).

Conforme consta no Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2014), de 2012 a 2013, passou de 57,98% a 58,26%, a quantidade gerada de RSU no Brasil que obteve uma destinação final adequada. A região brasileira que teve maior participação na quantidade de resíduos coletados, em 2013, foi a região Sudeste com 52,4%, seguida pela região Nordeste, com 22,1%.

No diagnóstico do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2012, 3.043 municípios brasileiros (54,6% do total do país), participaram de um levantamento de um dos maiores sistemas de informação do setor de saneamento nacional. Em termos de população urbana, essa parcela é de 81,1%, correspondendo a 132,8 milhões de habitantes do meio urbano e a massa total coletada, estimada em 57,9 milhões de toneladas (SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2014).

O Gráfico 1 indica o resultado do levantamento nacional das tipologias de disposição final, evidenciando a predominância de formas adequadas de disposição final de resíduos sólidos (aterro sanitário e Unidades de Triagem e Compostagem).

Gráfico 1 - Distribuição da forma de disposição final de resíduos sólidos no Brasil, em 2012.



Fonte: Adaptado de Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (2014).

Nota: SNIS, na hipótese de se admitir que, pelo menos um terço deste conjunto dos "sem informação" se utilize de aterros sanitários ou unidades de triagem ou compostagem para dispor seus resíduos domiciliares e públicos, conclui-se que: 63,0% da massa total coletada no país são dispostos de forma adequada.

A seguir são abordados algumas das formas de destinação/disposição final de resíduos sólidos citadas na PNRS.

3.2.3.1 *Reciclagem e reutilização*

Segundo a PNRS, no processo de reciclagem há a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas dos resíduos sólidos, de forma a obter insumos ou novos produtos, observados os padrões estabelecidos e as condições determinados pelos órgãos competentes. Já na reutilização, não há nenhuma transformação biológica, física ou físico-química nos resíduos. (BRASIL, 2010a)

Para FEAM (2012), por causa da inviabilidade tecnológica, não pode se dizer que todos os materiais potencialmente recicláveis possuam mercado atualmente. No estado de Minas Gerais, o número de recicladores e de municípios estruturados para a coleta seletiva de RSU ainda é pequeno. Isto faz com que a maioria dos resíduos coletados, sejam misturados em caminhões compactadores, o que acaba contaminando os materiais com potencial para a reciclagem, dificultando a separação e inviabilizando tecnicamente a reciclagem de alguns materiais.

De acordo com ABRELPE (2014), no ano de 2012, três setores industriais tiveram os maiores índices de reciclagem no país: alumínio (97,9%), plástico Politereftalato de Etila (PET) (58,9%) e papel (45,7%).

Em alguns municípios, conforme o IBAM (2001), é dado um cunho social aos seus programas de reciclagem, formando cooperativas de catadores que irão atuar na triagem de materiais recicláveis. Como benefícios da associação de catadores, tem-se: a geração de emprego e renda; o resgate da cidadania dos catadores; redução das despesas com a coleta, transferência, disposição final dos resíduos separados pelos catadores e programas de reciclagem.

Consoante o inciso IV do Art. 8, o estímulo à organização de associação de catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis de baixa renda é considerado um dos instrumentos da PNRS. Sendo o poder público responsável por definir as medidas incentivadoras e de financiamento para a implantação de infraestrutura física e aquisição de equipamentos (BRASIL, 2010a).

3.2.3.2 *Compostagem*

Segundo Pereira Neto (2010), a compostagem é definida como um processo biológico aeróbico, usado no tratamento e na estabilização de resíduos orgânicos, produzindo húmus. Barros (2012) nomeia o produto do processo, como condicionador orgânico ou composto.

Para o IBAM (2001), o processo de compostagem pode ser de duas formas, em função da presença ou não de oxigênio, como:

a) compostagem anaeróbica: é realizada por microrganismos que podem viver em ambientes com a ausência de oxigênio. Ocorre em baixa temperatura, com exalação de fortes odores, e a velocidade de estabilização da matéria orgânica é lenta; e
b) compostagem aeróbica: processo mais adequado ao tratamento do lixo domiciliar, a decomposição é realizada por microrganismos que só vivem na presença de oxigênio. A temperatura pode chegar a até 70°C, os odores emanados não são agressivos e a velocidade de decomposição é mais rápida.

Pereira Neto (2007) considera que durante um período aproximado de 110 dias, observa-se duas fases no processo de compostagem, sendo elas:

a) degradação ativa: fase com duração aproximada de 70 dias e temperatura entre 50° C e 65°C, reduzindo para 40°C no final; e
b) maturação: continuação da degradação e redução de microrganismos patogênicos, em que o material sofre processo de humificação entre 30 e 50 dias.

O Quadro 1 apresenta as características principais de três momentos da fase de degradação ativa e da fase de maturação.

Quadro 1 - Características gerais de cada fase do processo de compostagem.

FASE	CARACTERÍSTICAS
Degradação ativa (mesófila)	Início da compostagem; Temperatura: entre 37°C e 45 ° C; Presença de bactérias e fungos; Alta relação Carbono/Nitrogênio
Degradação ativa (termófila)	Temperatura: entre 65°C e 70°C; Presença de bactérias e fungos.
Degradação ativa (mesófila)	Temperatura: entre 40°C e 45 °C; Baixa relação Carbono/Nitrogênio; Cor escura.
Maturação (criófila)	Temperatura: próxima à temperatura ambiente; Presença de protozoários, vermes, formigas, centopeias e insetos.

Fonte: Silva (2013, p.25).

Para Silva (2013), o valor de massa ideal a ser encaminhado à compostagem deve ser superior a 500 kg e resultante da mistura de vários resíduos orgânicos, de forma a garantir o equilíbrio nutricional e a flora diversificada, velocidade de degradação plausível e consequente, menor período de compostagem.

Segundo Pereira Neto (2010), alguns fatores devem ser padronizados de forma a não afetar a atividade microbiológica e por conseguinte a compostagem, destacam-se:

a) umidade: o teor de umidade menor que 40 % restringem a atividade microbiológica e, aproximadamente, 55% é considerado satisfatório para todos os processos;
b) oxigenação: é indicado estar entre 0,3 a 0,6 m^3/kg de sólidos voláteis por dia;
c) temperatura: a temperatura ideal é de 55 °C e temperaturas maiores que 65°C para eliminação de organismos mineralizadores ou decompositores;
d) concentração de nutrientes: a faixa ótima da relação Carbono/Nitrogênio está entre 30:1 e 40:1;
e) tamanho da partícula: na prática, o tamanho da partícula deve estar entre 10 e 55 mm; e
f) pH: o pH deve estar entre 6,5 e 8,0, para o desenvolvimento da compostagem o adubo orgânico maturado, indica-se que o pH seja superior a 7,8.

3.2.3.3 *Disposição final ambientalmente adequada*

Segundo a PNRS, a disposição final ambientalmente adequada consiste "na distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos" (BRASIL, 2010a).

O Quadro 2 apresenta a definição e os impactos ambientais provindos da adoção de lixão e aterro controlado, técnicas de disposição final que não cumprem os objetivos da PNRS.

Quadro 2 – Formas ambientalmente inadequadas de disposição final de rejeitos.

	LIXÃO	ATERRO CONTROLADO
Definição	Forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, na qual há descarga direta destes sobre o solo, não sendo empregados critérios técnicos ou medidas que garantam a proteção ambiental e/ou a saúde pública, a atividade de catação de materiais recicláveis, em condições insalubres e até mesmo, sub-humanas	Forma de disposição final de resíduos sólidos urbanos no solo com adoção de precauções tecnológicas executivas (como implantação de sistema de drenagem pluvial em todo o terreno; manutenção das condições de acesso e isolamento com cerca; proibição da permanência de pessoas, da disposição de pneumáticos e baterias e de fogo no depósito), que deverão mitigar os danos ou riscos à saúde pública e aumentar à segurança local.
Impactos Ambientais	A disposição de lixo a céu aberto pode provocar degradação ambiental, através da poluição das águas superficiais e subterrâneas, do solo e do ar, além de provocar danos à saúde humana, pela geração de subprodutos (percolados e gases) e proliferação de vetores transmissores de doenças	Embora haja exigência da cobertura periódica de resíduos, o aterro controlado seria como um "lixão melhorado", por não possuir nenhum mecanismo que evite a contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas.

Fonte: MINAS GERAIS (2008); MINAS GERAIS (2001); Bartholomeu (2011); Bidone e Povinelli (1999); FEAM (2010).

O aterro sanitário é definido, pela NBR nº 8419/1992, como uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, que não irá causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais. Para isto, baseando-se em princípios de engenharia, confina-se os resíduos sólidos à menor área possível, diminuindo assim o volume ocupado. Ao terminar a jornada de trabalho ou em intervalos menores, cobre-se os resíduos com uma camada de terra (ABNT, 1992).

Segundo o Manual de Operação de Aterro da FEAM (2010), o aterro sanitário deverá abranger todos os mecanismos de proteção ambiental, que são:

a) impermeabilização de base e das laterais;
b) recobrimento diário e cobertura final;
c) sistema de coleta e drenagem superficial, de gases e de líquidos percolados;
d) sistema de tratamento de líquidos percolados e gases; e
e) sistema de monitoramento.

A Resolução CONAMA nº 404/2008 estabelece que os aterros sanitários de pequeno porte poderão dispor até 20 toneladas por dia de RSU. Nesse tipo de aterro é permitida a disposição final de "resíduos sólidos domiciliares, de resíduos de serviços de limpeza urbana, de resíduos de serviços de saúde, bem como de resíduos sólidos provenientes de pequenos estabelecimentos comerciais, industriais e de prestação de serviços" (BRASIL, p. 1, 2008).

Em municípios ou em consórcios públicos com até 10000 habitantes, de acordo com as condições físicas, é viável a implantação dos aterros de pequeno porte devido a pequena quantidade e as características dos resíduos gerados (BRASIL, 2014).

Entre as exigências para o licenciamento do aterro de pequeno porte estão: o uso de áreas com características hidrogeológicas, geográficas e geotécnicas adequadas ao uso almejado e que garantam uma vida útil superior a 15 anos; o atendimento às distâncias mínimas estabelecidas na legislação ambiental e normas técnicas e vias de acesso ao local, com boas condições de tráfego ao longo de todo o ano (BRASIL, 2008).

De acordo com Pereira Neto (2007), a prática de aterrar todos os RSU sem uma triagem prévia é incoerente diante das preocupações relativas à proteção ambiental; à reciclagem; ao reaproveitamento; à economia de energia, de recursos naturais e de áreas para aterros; à geração de emprego e serviços pela reciclagem e compostagem.

3.3 **Usinas de Triagem e Compostagem (UTC)**

Segundo a DN COPAM nº 118/2008, a Usina de Triagem e Compostagem é definida como uma forma de tratamento adequada de RSU, em que ocorre a separação manual da matéria orgânica, materiais recicláveis, rejeitos e resíduos especiais presentes no lixo. A parte orgânica é destinada ao pátio de compostagem, onde é submetida a um processo de conversão biológica a adubo, e o que não pode ser aproveitado é aterrado em valas de rejeitos (BRASIL, 2008).

A utilização de Usinas de Compostagem no Brasil teve início no final da década de 60, com a instalação das primeiras unidades, porém sua difusão só ocorreu em 1990. Estas unidades baseavam-se na tecnologia [dinamarquesa] Dano, que consiste na seleção de materiais recicláveis em esteiras e no envio de matéria orgânica à bioestabilizadores, acelerando a estabilização biológica e a homogeneização física, resultando em um composto orgânico e semicurado (CATAPRETA, 2007 *apud* VIMIEIRO, 2012).

Conforme informações do Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental (LESA, 2014) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), esse laboratório com auxílio do Departamento de Engenharia Civil (DEC), entre os anos de 1998 a 2000, realizaram 450 visitas a municípios inscritos no Programa Minas Joga Limpo. Este programa tinha o intuito de buscar soluções para o problema do lixo urbano, para a erradicação dos lixões e dos impactos gerados com essa prática.

Lelis e Pereira Neto (1999) acreditam que seria mais adequado a adoção do termo Unidade de Triagem e Compostagem à usina, já que não há nenhum processo de fabricação de substância ou produto e sim, a triagem de materiais potencialmente recicláveis.

De acordo com Pereira Neto (2007), as UTCs podem ser um grande laboratório de ciências, propiciando aulas práticas sobre atividades relacionadas ao resíduo urbano, estimulando em crianças e jovens uma mudança de comportamento em relação ao consumismo.

O Quadro 3 indica algumas das vantagens e desvantagens da adoção de Usinas de Triagem e Compostagem.

Quadro 3 – Vantagens e desvantagem das Usinas de Triagem e Compostagem.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Redução da quantidade de resíduos destinados a aterro sanitário e da geração de lixiviados e de gases; Menor consumo de matérias primas, energia e insumo; Redução da poluição ambiental com a produção de novos insumos; e Geração de emprego e renda para os catadores.	Baixa rentabilidade do processo, dado os custos de implantação e operação serem inferiores à receita obtida e atenção às necessidades de mercado, e Produtividade impulsionada somente quando há presença de profissionais e de modelo de gestão que esteja atento às necessidades de mercado e ao avanço das tecnologias de aproveitamento.

Fonte: Adaptado de Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Federal de Pernambuco *et. al* (2013).

Lelis e Pereira Neto (1999) atribuem os altos custos de implantação de muitos dos projetos de usinas de triagem e compostagem de RSU à uma concepção e execução, sem o mínimo de conhecimento e critério técnico, acarretando em inevitáveis problemas de funcionamento.

Para Pereira Neto (2007), as Unidades de Triagem e Compostagem não devem ser implantadas objetivando-se somente os benefícios financeiros, mas todos os benefícios associados. Algumas UTCs obtêm lucro por receberem mais de 80 toneladas de lixo por dia, terem mercado para saída de materiais recicláveis e adubo orgânico, contarem com o incentivo do Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS) e empregar a tecnologia adequada.

De acordo com a DN COPAM nº 74/2004, a operação da atividade de tratamento e/ou disposição final de RSU, código E-03-07-7, dependerá da Licença de Operação (LO) ou da Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF), dependendo do porte e potencial poluidor (MINAS GERAIS, 2004).

A Tabela 2 relaciona a classe do empreendimento, considerando o potencial poluidor médio, com a quantidade diária de RSU operada, resultando no tipo de regulamentação ambiental requerida.

Tabela 1 - Regulamentação ambiental exigida para o funcionamento da atividade de tratamento e/ou disposição de resíduos.

CLASSE DO EMPREENDIMENTO	QUANTIDADE OPERADA DE RSU (t/d)	TIPO DE REGULAMENTAÇÃO AMBIENTAL REQUERIDO
1	Menor que 15	AAF
3	Entre 15 e 250	LO
5	Maior que 250	LO

Fonte: FEAM (2014a)

3.3.1 Condições de trabalho na UTC

De acordo com Barros (2012), o trabalho nas UTCs é insalubre, necessitando dessa forma de proteção aos funcionários e um ambiente confortável, com ventilação, iluminação e aspectos ergométricos.

Segundo a FEAM (2005), como os trabalhadores estão expostos a riscos de acidentes na coleta, no manuseio de resíduos sólidos e na seleção de materiais recicláveis é recomendada a vacinação contra o tétano e difteria, febre amarela, hepatite A e hepatite B.

Em caso de acidente de trabalho ou doença profissional, é obrigatório a emissão da Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT), para que a Prefeitura ou profissional da área de saúde possa desenvolver o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), garantindo o registro estatístico dos eventos adversos e a preservação dos direitos do trabalhador previstos no Art. 22 da Lei n ° 8.213/1991 (FEAM, 2005).

O PCMSO deverá considerar as questões incidentes sobre o indivíduo e a coletividade, na prevenção, rastreamento e diagnóstico precoce dos agravos à saúde relacionados ao trabalho, além da constatação da existência de casos de doenças profissionais ou danos irreversíveis à saúde dos trabalhadores (BRASIL, 1994).

Segundo o Art. 22 da Lei Federal nº 8213/1991, a empresa deverá comunicar o acidente do trabalho à Previdência Social até o 1º dia útil seguinte ao ocorrido e, caso houver morte, imediatamente, à autoridade competente, sob pena de multa variável entre o limite mínimo e máximo do salário-de-contribuição, aumentado em reincidências (BRASIL, 1991).

3.3.2 Apoio financeiro

3.3.2.1 *ICMS ecológico*

Em consonância a Lei Federal nº 13.803/2000, a parcela da receita do produto da arrecadação do Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS) pertencente aos municípios, para o critério meio ambiente é de no máximo 50% do total, distribuída àqueles cujos sistemas licenciados de tratamento ou disposição final de lixo ou de esgoto sanitário atendam, no mínimo, a respectivamente 70% e 50% da população (BRASIL, 2000).

O valor máximo atribuído a cada município não excederá ao investimento estimado em função da população atendida e do custo médio per capita dos sistemas de aterro sanitário, de usina de compostagem de lixo e de estação de tratamento de esgotos sanitários, fixado pelo órgão deliberativo COPAM (BRASIL, 2000).

A Lei Estadual nº 18.030/2009 estabelece que sobre o valor calculado incidirá um fator de qualidade variável de 0,1 a 1, determinado anualmente, observando-se o desempenho operacional, a gestão municipal, a localização compartilhada do sistema, o tipo e peso de material reciclável selecionado e comercializado no município por associação ou cooperativa de coletores de resíduos e a energia gerada pelo sistema (MINAS GERAIS, 2009a).

De acordo com o Decreto Estadual nº 45.181/2009, os municípios que participarem de soluções consorciadas ou dispuserem a receber resíduos sólidos provenientes dessas terão um acréscimo de 10 e 20%, respectivamente, na cota parte do ICMS ecológico (MINAS GERAIS, 2009c).

3.3.2.2 *Fundação Nacional da Saúde (FUNASA)*

A Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2014) é um órgão executivo do Ministério da Saúde, responsável pela inclusão social, por meio de ações de saneamento para prevenção e controle de doenças. Como áreas de atuação tem-se o apoio técnico e financeiro para o controle de qualidade da água destinada ao consumo humano; estímulo e financiamento de projetos de pesquisa em engenharia de saúde pública e saneamento; e o apoio técnico a estados e municípios para a execução de projetos de saneamento, incidindo por estratégias de cooperação técnica.

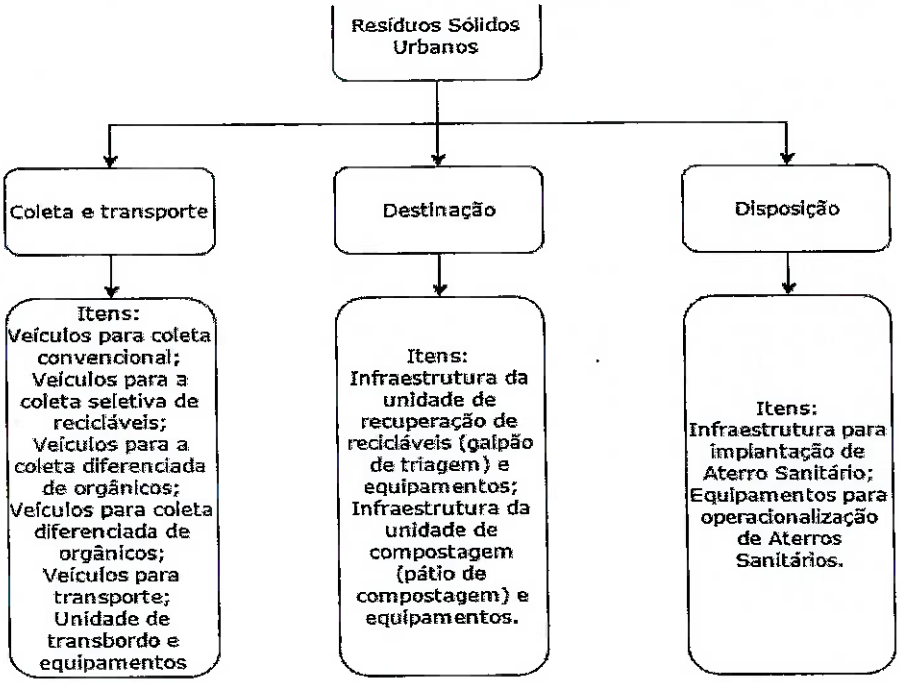
De acordo com Barbosa (2004), em meados do ano 2000, o governo federal por meio da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) aprovou critérios e procedimentos básicos para aplicação de recursos financeiros para vários projetos. Entre os projetos passíveis de aplicação de recursos estavam os Sistemas de Resíduos Sólidos (implantação de Unidades de Reciclagem e Compostagem e Aterros Sanitários), sendo o critério de elegibilidade para apresentação de proposta, os municípios com infestação do mosquito Aedes aegypti, transmissor da dengue e da febre amarela.

Segundo o Manual de Orientações Técnicas para Elaboração de Propostas para o Programa de Resíduos Sólidos da FUNASA, as ações passíveis de repasse de recursos são oferecidas aos municípios que possuam população de até 50 mil habitantes; municípios não pertencentes à região metropolitana ou Região Integrada de Desenvolvimento Econômico (RIDE) e a Consórcios Públicos constituídos pela maioria simples de municípios com população de até 50 mil habitantes (BRASIL, 2014).

A elaboração do PGIRS, com as ações relativas ao manejo de resíduos sólidos urbanos ou do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), com as ações que serão executadas nos próximos 20 anos ou ainda do Plano Intermunicipal é condição primária para a apresentação de qualquer tipo de proposta de requerimento de recursos da FUNASA para o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos (BRASIL, 2014).

A solicitação de recursos por parte dos municípios, Figura 4, deverá abranger os investimentos necessários para o funcionamento holístico do sistema, de forma técnica e ambientalmente adequada. Através de chamamento público, em portarias divulgadas no site da FUNASA, é feita a seleção das propostas que serão beneficiadas.

Figura 4 - Unidades e itens que poderão ser solicitados na proposta de repasse de recursos.



Fonte: FUNASA (2014, p. 12).

3.3.2.3 *Caixa Econômica Federal*

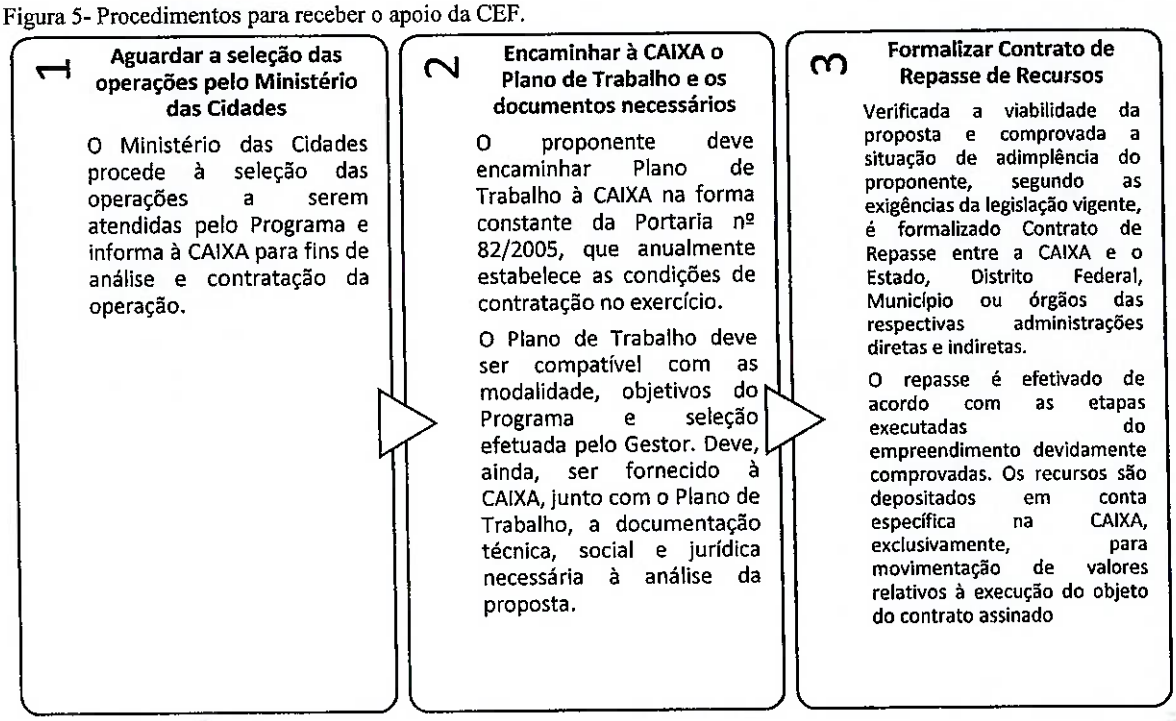
O Programa Resíduos Sólidos Urbanos da Caixa Econômica Federal (CEF) é gerido pelo Ministério das Cidades e operado com recursos do Orçamento Geral da União, com o objetivo principal de incentivar, em municípios com mais de 250.000 habitantes ou integrantes de região metropolitana e de RIDE, ações de apoio à implantação e ampliação dos sistemas de limpeza pública, acondicionamento, coleta, disposição final e tratamento de resíduos sólidos urbanos (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2015).

As intervenções correlacionadas ao objetivo principal, de acordo com o site da Caixa Econômica Federal (2015), são:

a) proporcionar à população acesso aos serviços de limpeza urbana e destinação final adequada de resíduos sólidos urbanos, visando à salubridade ambiental, à eliminação de lixões e à inserção social de catadores;
b) desativar lixões e implantar ou adequar unidades de disposição final;
c) implantar ou adequar unidades de tratamento - centrais de triagem e compostagem incluindo a infraestrutura para a coleta seletiva por parte dos catadores;

d) implantar unidades de transferência intermediária (estações de transbordos), sistemas de acondicionamento, coleta e transporte de resíduos domésticos e de vias e logradouros públicos.

Figura 5- Procedimentos para receber o apoio da CEF.



Fonte: Adaptado de Caixa Econômica Federal (2015).

3.3.3 Requisitos para a implantação de UTC

No Manual de Gestão e Operação de Usina de Triagem e Compostagem de Lixo da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), estão os requisitos mínimos para a escolha da localização da área, implantação e operação do depósito de lixo, até que seja implantado o sistema adequado e regularizado de disposição final:

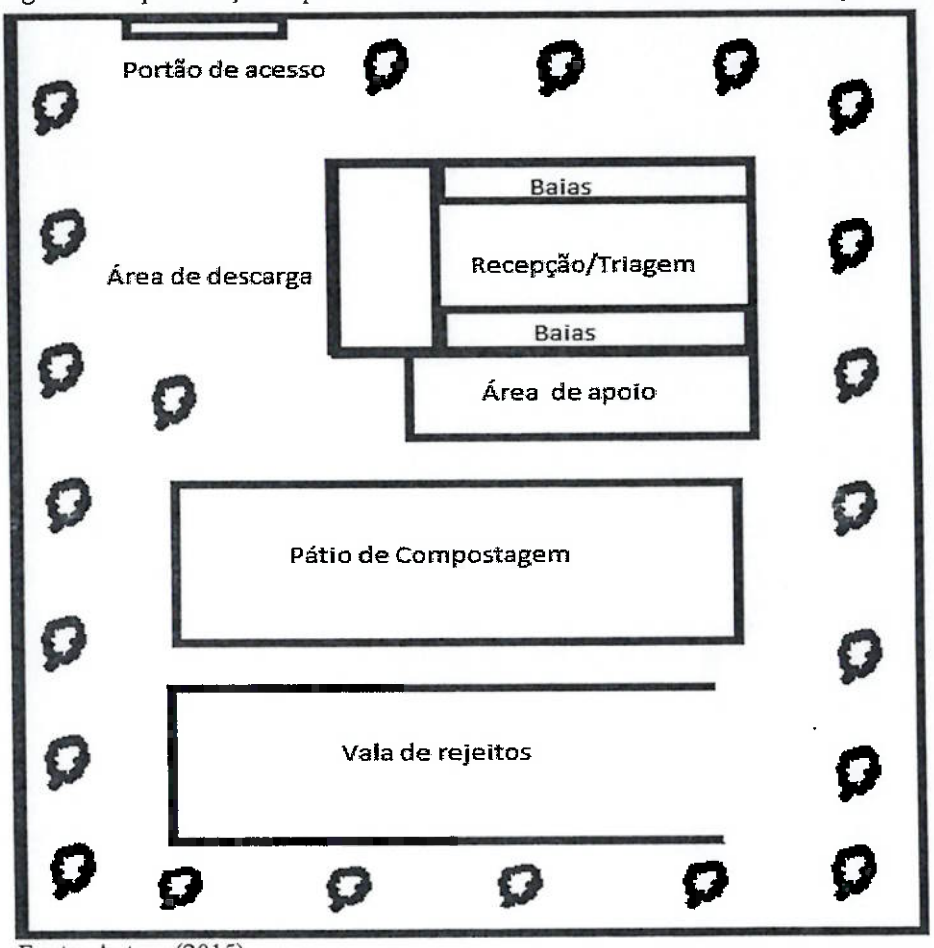
> a) localização em área com solo de baixa permeabilidade e com declividade média inferior a 30%;
> b) localização em área não sujeita a eventos de inundação, situada a uma distância mínima de 300 metros de cursos d'água ou qualquer coleção hídrica;
> c) poderão ser admitidas distâncias entre 200 e 300 metros, desde que não exista outra alternativa locacional e seja encaminhada à Feam declaração emitida por profissional devidamente habilitado, com apresentação de cópia da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), afirmando a viabilidade locacional, conforme modelo constante do Anexo I - Declaração de viabilidade locacional do depósito de lixo; e [...]
> d) [...]localização em área com distância mínima de 100 metros de rodovias e estradas, a partir da faixa de domínio estabelecida pelos órgãos competentes (2013b, p. 10-11).

3.3.4 Estrutura física da UTC

Em consonância com o Manual de Orientações Básicas para Operação de Aterro Sanitário da FEAM (2006), a Usina de Triagem e Compostagem constitui-se de unidades de apoio; unidade de recepção dos resíduos; unidade de triagem; pátio de compostagem; baias ou galpões para armazenamento de recicláveis e do composto curado, além da área de aterramento dos rejeitos ou vala de rejeitos.

A Figura 6 apresenta uma representação esquemática de uma UTC.

Figura 6 - Representação esquemática da estrutura física de uma Usina de Triagem e Compostagem.

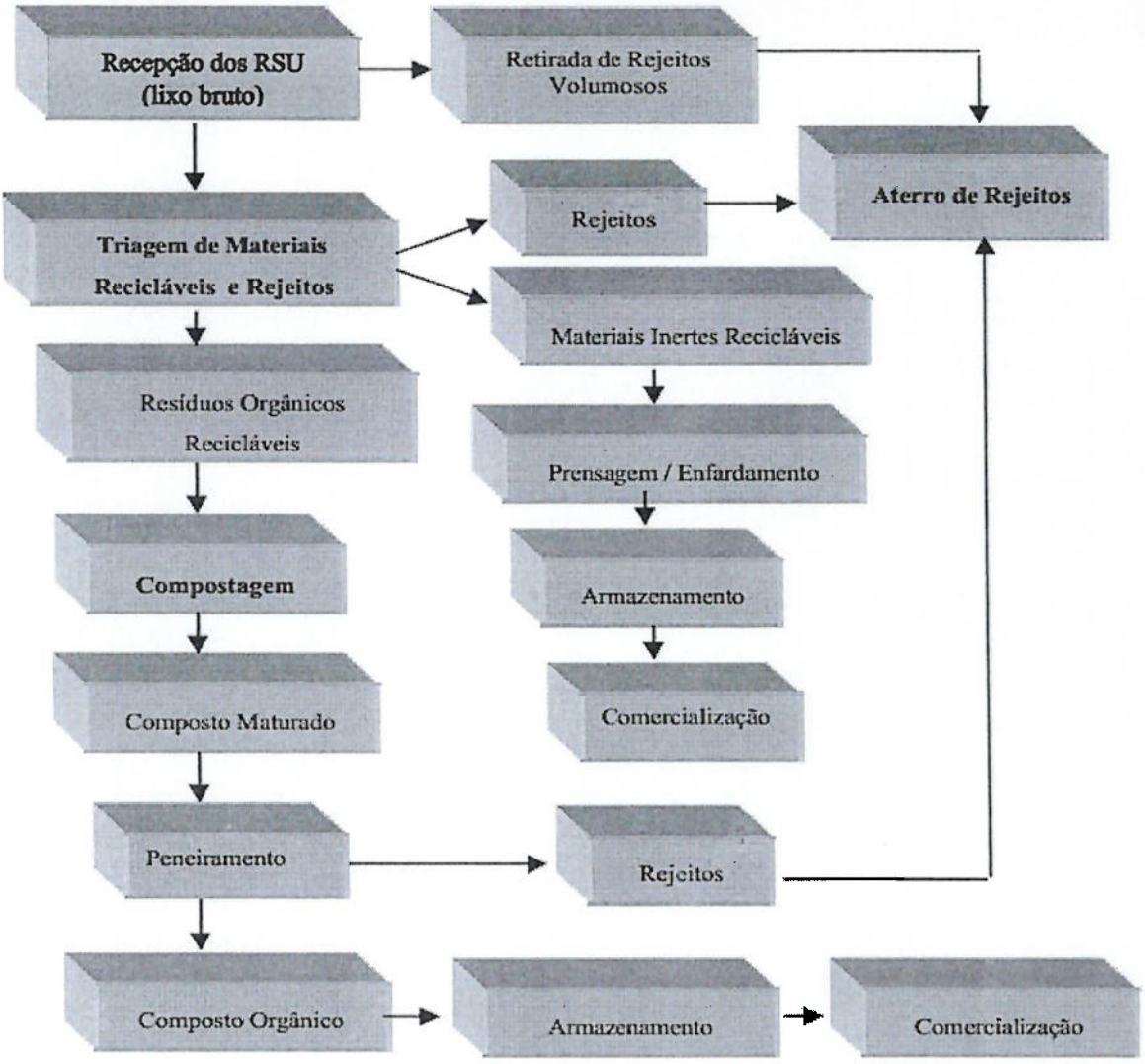


Fonte: Autora (2015).

Silva (2013) destaca que o portão de acesso a UTC irá dificultar o acesso de pessoas e animais, devendo ter placa de identificação e placa de proibição de entrada e permanência de pessoas não autorizadas no empreendimento.

A Figura 7 apresenta um fluxograma padrão de operação das UTCs, desde a recepção dos RSU até o aterro de rejeitos.

Figura 7 - Fluxograma da operação de uma UTC.



Fonte: Lelis e Pereira Neto (1999, p.8).

3.3.4.1 *Galpão de recepção*

De acordo com Silva (2013), o galpão de recepção é o lugar onde se recebe o fluxo de entrada de lixo, devendo ter cobertura com altura que possibilite a descarga em caminhões basculantes, piso concretado, sistemas de drenagem pluvial e dos efluentes gerados no local.

O Ministério Público do Estado do Paraná (2013) sugere que os resíduos sejam armazenados em local coberto durante todo o processo, evitando dessa forma que os materiais sejam danificados pela chuva e assim, dificultem o processo de triagem.

Silva (2013) recomenda o uso de EPIs (óculos de segurança, capacete de segurança, luvas e ou mangas de proteção, calçados de proteção contra riscos mecânicos, máscaras e avental) a fim de proteger a saúde e a integridade física do trabalhador.

Inicialmente é feita uma pré-triagem, conforme Silva (2013), retirando-se os volumes médios e grandes. Logo após, os demais resíduos são empurrados para o fosso de descarga do lixo, se houver, ou manualmente através de pás, enxadas e garfos, à mesa de triagem.

Barros (2012) cita duas alternativas de concepção para a UTC, as mesas de triagem e esteiras de triagem, estas são usadas quando houver grande quantidade de RS e para aumentar o rendimento.

O Quadro 4 compara os atributos principais da mesa de triagem e a esteira de triagem.

Quadro 4 - Comparação entre as características da mesa/silo de triagem e esteira de triagem. (Continua)

ITENS	SILO E MESAS DE TRIAGEM	ESTEIRA DE TRIAGEM
Custo de construção	Equivalente	Equivalente
Custo do equipamento e instalação	Não há	+/- R$30.000 (12 m de comprimento)
Custo de manutenção	Não há	+/- R$ 1.100/mês (a quebra interrompe a triagem)
Nº de pessoas na triagem	Maior	Menor
Rejeitos	5,0%	25 a 30%
Ritmo	Cada pessoa trabalha no seu ritmo (necessária uma coordenação efetiva).	A Esteira impõe ritmo que exclui mais lentos e idosos.
Capacidade de armazenamento na pré-triagem	Maior	Menor

Fonte: Pinto e González (2008, p.16).

De acordo com Vilhena (2014) o resíduo reciclável conduzido por esteiras é separado continuamente, de forma manual. Para maximizar a eficiência do processo, alguns parâmetros devem ser analisados cuidadosamente, sendo eles:

a) quantidade de material a ser separado;

b) número de pessoas que irão trabalhar na esteira;

c) área disponível; e

d) capacitação técnica para manutenção.

Segundo Silva (2013), os funcionários dispostos à mesa dever ter próximos a eles, tambores metálicos ou bombonas de cores diferentes ou não, com capacidade para 200 litros, ou até mesmo sacos suspensos para armazenar os materiais recicláveis oriundos da separação.

3.3.4.2 *Galpão de armazenamento de recicláveis*

Para equipar as unidades, segundo Silva (2013), é necessária à aquisição de empilhadeiras manuais ou mecanizadas, balança plataforma para controle de pesagem, um controle de entrada e saída de materiais reciclados e um controle financeiro, tornando este galpão sempre bem gerenciado e eficaz. Assim será possível fazer os procedimentos a seguir:

a) prensagem: nessa etapa uma prensa hidráulica vertical, enfarda separadamente, em média, de 4 a 6 fardos de 100 a 150 kg/ h de cada tipo de material reciclável;
b) pesagem: utiliza-se uma balança com capacidade mínima de 500 kg, para o controle e padronização dos fardos e para o acompanhamento do percentual da composição gravimétrica dos resíduos sólidos; e
c) registro: registra-se os valores da pesagem dos fardos, em uma planilha com cada tipo de material reciclável.

Conforme IBAM (2001), as unidades de triagem devem possuir prensas, para enfardar materiais recicláveis de menor peso específico (papéis e plásticos), promovendo a estocagem e o transporte dos mesmos.

Pinto e González (2008) recomenda para as baias intermediárias de armazenamento dos materiais triados por tipo, o uso de estrutura em perfis metálicos com tela trançada de fio grosso e prever dispositivo de travamento superior e de fechamento frontal.

Segundo a FEAM (2005) o armazenamento de lâmpadas necessita ser em local ventilado e protegido contra uma eventual ruptura por agentes mecânicos. Já as lâmpadas que estiverem quebradas deverão ser separadas e acondicionadas em recipientes fechados hermeticamente.

Silva (2013) menciona a adoção de procedimentos semanais ou mensais de segurança e higienização/manutenção, como verificar o vencimento dos extintores e encaminhá-los à recarga, higienizar baias a cada retirada de fardos, e promover o escoamento/comercialização dos materiais recicláveis.

3.3.4.3 *Pátio de compostagem*

Segundo Silva (2013), a matéria orgânica é encaminhada ao pátio de compostagem, onde haverá o processo biológico de transformação de matéria orgânica em compostos mais estáveis.

De acordo com Soares (2011), em cidades com menos de 50 mil habitantes deve haver um encarregado da unidade para operar o processo de compostagem. Em cidades de mais de 75 mil habitantes, além do encarregado, deverá ter também um auxiliar administrativo.

A montagem da pilha, de acordo com Pereira Neto (2010), pode ser manual ou por meio de uma pá carregadeira, deve-se manter a seção reta, em forma aproximada triangular. As medidas recomendadas para a pilha são 1,5-2 m de base e 1,6 m de altura.

Para Silva (2013), caso a pilha for muito alta, haverá alta umidade, muito calor e pouca aeração de seu fundo. E se a pilha for muito baixa haverá grande perda de calor e umidade, fazendo com que a pilha fique seca e fria, prejudicando o processo.

Ainda para Silva (2013), caso haja grande geração de resíduos orgânicos é indicada a configuração de um prisma triangular com base entre 2,0 a 4,0 m e altura entre 1,4 e 1,8 m. Cada pilha ou leira montada deve ser indicada por uma placa, com o registro do dia da montagem e o código indicativo do material.

O Quadro 5 enumera alguns métodos de controle prático que permitirão saber se as condições da compostagem estão corretas e as medidas a serem adotadas com o resultado.

Quadro 5 - Métodos de controle para determinação das condições do processo de compostagem. (Continua)

MÉTODOS DE CONTROLE	O QUE FAZER
Medição de temperatura diária (uso termômetro adequado, com medidas entre 40 e 60 cm)	Para temperaturas maiores que 65 ° C, a pilha deverá ser revirada; Para temperatura seja inferior a 35 ° C, a pilha deverá ser molhada.
Teste da vara de madeira (pode ser utilizado para avaliar o grau de maturação do composto)	Se a vara sair fria e molhada: não está havendo fermentação, provavelmente por excesso de água na massa; Levemente morna e seca, com traços de filamentos brancos de fungos, a pilha necessita de mais água; Quente, úmida e manchada de pardo escuro: as condições para compostagem estão corretas; Livre de "barro preto", com cheiro de mofo, podendo ser introduzida de volta na pilha com facilidade: o composto está pronto para ser usado.
Teste prático da umidade (formação de uma bola do composto usando uma luva)	Se escoar água durante este processo, a umidade está excessiva; Se não for possível formar a bola, a umidade está muito baixa; Se a bola for formada e apenas as palmas das mãos ficarem úmidas, a umidade está correta.

(Conclusão)

METODO DE CONTROLE	O QUE FAZER
Reviramento das pilhas (a cada três dias durante o primeiro mês e a cada 5 dias até complementar 90 dias)	Se houver presença de maus odores e de chorume, pode ser revertida com o reviramento ou adição de palhas

Fonte: Adaptado de Silva (2013)

Até que se complete o período total de compostagem (cerca de 120 dias) recomenda-se, conforme Silva (2013), deixar o composto em tom marrom escuro a preto em repouso. Após o final da fase de maturação, o composto deve ser peneirado e armazenado em local coberto e pavimentado. Deverão ser retirados materiais inertes ou resíduos orgânicos não estabilizados, que poderão ser encaminhados às pilhas em formação.

De acordo com o Ministério Público do Estado do Paraná (2013), a matéria orgânica ao estar em contato com outros produtos pode estar contaminada/ poluída e nesse caso faz-se necessário as devidas análises para avaliar a qualidade do composto, tendo em vista seu uso posterior.

Para determinados usos, Silva (2013) recomenda que o composto deverá ser analisado em laboratório, observando-se os valores de umidade máxima, de nitrogênio e carbono orgânico mínimo, de pH mínimo, da relação Carbono/Nitrogênio máxima e da Capacidade de Troca de Cátions (CTC) mínima, além da presença de metais pesados.

Quando o fertilizante orgânico for considerado um produto comercializável, segundo Silva (2013), estará sujeito à legislação federal, sob jurisdição do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Em consonância à Instrução Normativa nº 25/2009, é vedada a comercialização e propaganda de fertilizante que não corresponda ao uso determinado no certificado de registro do produto (BRASIL, 2009).

3.3.4.4 *Valas de rejeitos*

Segundo Silva (2013), as valas de rejeitos são destinadas à disposição final de rejeitos, devendo ser implementado o sistema de drenagem pluvial no entorno dessas e viabilização das condições de acesso em qualquer época do ano.

A abertura das valas, de acordo com Silva (2013), devem estar em consonância com o projeto apresentado e aprovado no processo de licenciamento e receber no máximo 30% do lixo que chega à unidade diariamente, além de atender a uma vida útil de 6 meses. A escavação deverá ocorrer no sentido das curvas de nível do terreno, com inclinação dos taludes,

preferencialmente na relação 1:2,5 (vertical/horizontal) e após o período chuvoso (mês de março).

Os municípios que produzem quantidade superior a 5 toneladas por dia, por Silva (2013), são obrigados a implantar sistemas de coleta de gases e lixiviado, por meio de drenos nas valas de rejeitos e tratá-los adequadamente.

A Tabela 2 apresenta a frequência de recobrimento do lixo com terra que deve ser realizada em função da população do município, segundo a DN COPAM nº 118/2008.

Tabela 2 - Relação entre o número de habitantes e a frequência de recobrimento do lixo.

POPULAÇÃO DO MUNICÍPIO (P)	RECOBRIMENTO MÍNIMO DE TERRA
P < 5.000 habitantes	1 vez por semana
5.000 < P < 10.000 habitantes	2 vezes por semana
10.000 < P< 30.000 habitantes	3 vezes por semana
P> 30.000 habitantes	diário

Fonte: Adaptado de MINAS GERAIS (2008)

Para Silva (2013), quando a capacidade de aterramento na vala for esgotada, deverá ser feito o encerramento por meio da compactação de uma cobertura final de terra com 60 cm de espessura, sobre a qual deverá ser colocada uma camada de solo vegetal para o plantio de gramíneas, o que protegerá o antigo local da ocorrência de erosões e reduzirá o impacto visual.

3.3.4.5 *Unidades de apoio*

As unidades de apoio abrangem as instalações e equipamentos do escritório, vestiários, área de serviço e copa/cozinha. Para o Ministério Público do Estado do Paraná (2013), embora uma área de convivência durante as refeições seja humanamente indicada, ela não é imprescindível ao funcionamento do processo. Ressalta-se porém, o benefício que aquele espaço pode proporcionar no incremento de produção dos associados/cooperados.

Ainda segundo o Ministério Público do Estado do Paraná (2013), o refeitório deve estar distante do galpão de triagem e próximo ao vestiário para facilitar a higienização pessoal ou troca de roupa.

De acordo com Silva (2013), deve-se manter a higienização diária, através da varrição da unidade, lavagem da cozinha, verificação da conservação dos medicamentos de primeiro socorro e atualização do estoque de material de limpeza. Semestralmente ou anualmente, deve-se substituir os uniformes e EPIs danificados, providenciar análises relativas à potabilidade da água de consumo dos funcionários, dedetizar e pintar os cômodos, promover e manter a urbanização da área e dos cartões de vacina.

3.3.4.6 *Paisagismo*

Para Silva (2013), o paisagismo é uma forma de associar o empreendimento à paisagem local, mitigando os impactos gerados pela usina e propiciando um ambiente de trabalho agradável para os usuários. Além disso, a arborização, os jardins e os gramados protegem o solo contra as erosões, mantem a umidade dos solos e evitam a dispersão de poeiras/resíduos para áreas adjacentes.

Segundo a FEAM (2005), os pneus inservíveis destinados à Usina de Triagem e Compostagem, podem ser utilizados para contenção de encostas e de erosões, drenos de gases nas alas sanitárias e, ainda, no paisagismo da unidade. Para evitar a proliferação das larvas do *Aedes aegypti* no interior dos pneus, recomenda-se que eles sejam armazenados em local coberto.

3.3.4.7 *Cercamento e cerca viva da área*

De acordo com Silva (2013), a cerca-viva tem a finalidade de garantir a privacidade do trabalhador, evitar o acesso de animais e de pessoas não autorizadas na área da usina, além de criar áreas sombreadas com as árvores.

Para o cercamento da área, segundo Silva (2013), devem ser utilizados arame farpado com no mínimo 4 fios, mourão de concreto ou madeira tratada com espaçamento de 3 m entre cada mourão para cercar toda área da usina.

3.4 **Usinas de Triagem e Compostagem em Minas Gerais**

De acordo com a FEAM (2014a), antes de 2001, houve poucas iniciativas assistemáticas do governo do Estado para a implementação da Política Ambiental de Gestão de Resíduos Sólidos. Entre 2003 a 2011, o cenário dos RSU foi revertido pelo Programa Minas Sem Lixões, as parcerias estratégicas com a Fundação Israel Pinheiro (FIP), Universidade Federal de Larvas (UFLA) e Universidade Federal de Viçosa (UFV) e o apoio aos consórcios.

O Programa Minas Sem Lixões foi criado em 2003, pela Fundação Estadual do Meio Ambiente, com o objetivo de oferecer apoio os municípios mineiros no atendimento às normas de gestão adequada de resíduos sólidos urbanos definidas pelo COPAM (FEAM, 2015; MINAS SEM LIXÕES, 2015).

Em 2008, a FIP tornou-se parceira da FEAM na gestão do programa, no intuito de otimizar as ações desenvolvidas (realização de seminários/cursos, publicação de cartilhas e realização de vistorias técnicas, para orientação dos agentes municipais) e expandir as

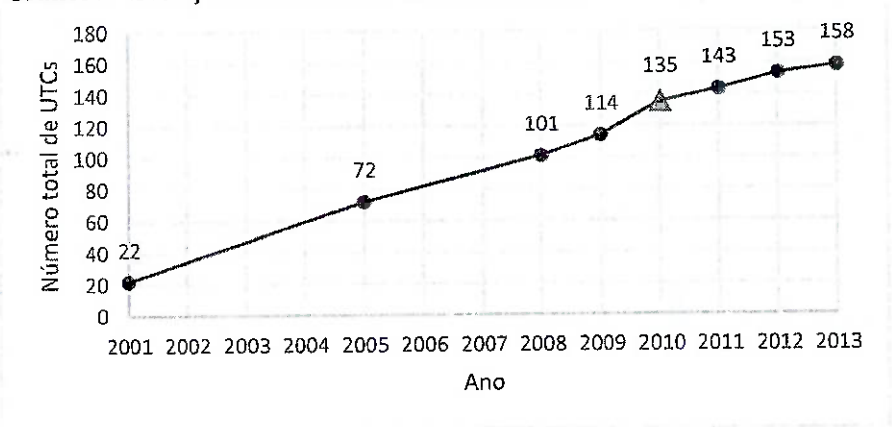
possibilidades de articulação entre o Estado, municípios e cidadãos (MINAS SEM LIXÕES, 2015).

Até 2011, as metas do programa eram o fim de 80% dos lixões e a disposição final adequada de 60% dos resíduos sólidos urbanos gerados em Minas licenciados pelo COPAM (FEAM, 2015).

Em 2013, segundo a FEAM (2014b), o percentual da população atendida por tipologia de destinação final regularizada (aterros sanitários, aterros sanitários com Usinas de Triagem e Compostagem e Usinas de Triagem e Compostagem) era de 59,14% e o percentual da população atendida por lixões era 22,81%.

Ainda de acordo com a FEAM (2014b), desde a publicação da PNRS, em 2010, houve um aumento de 23 UTCs. Do ano de 2001 a 2013, o número total de UTCs aumentou em 722% (Gráfico2).

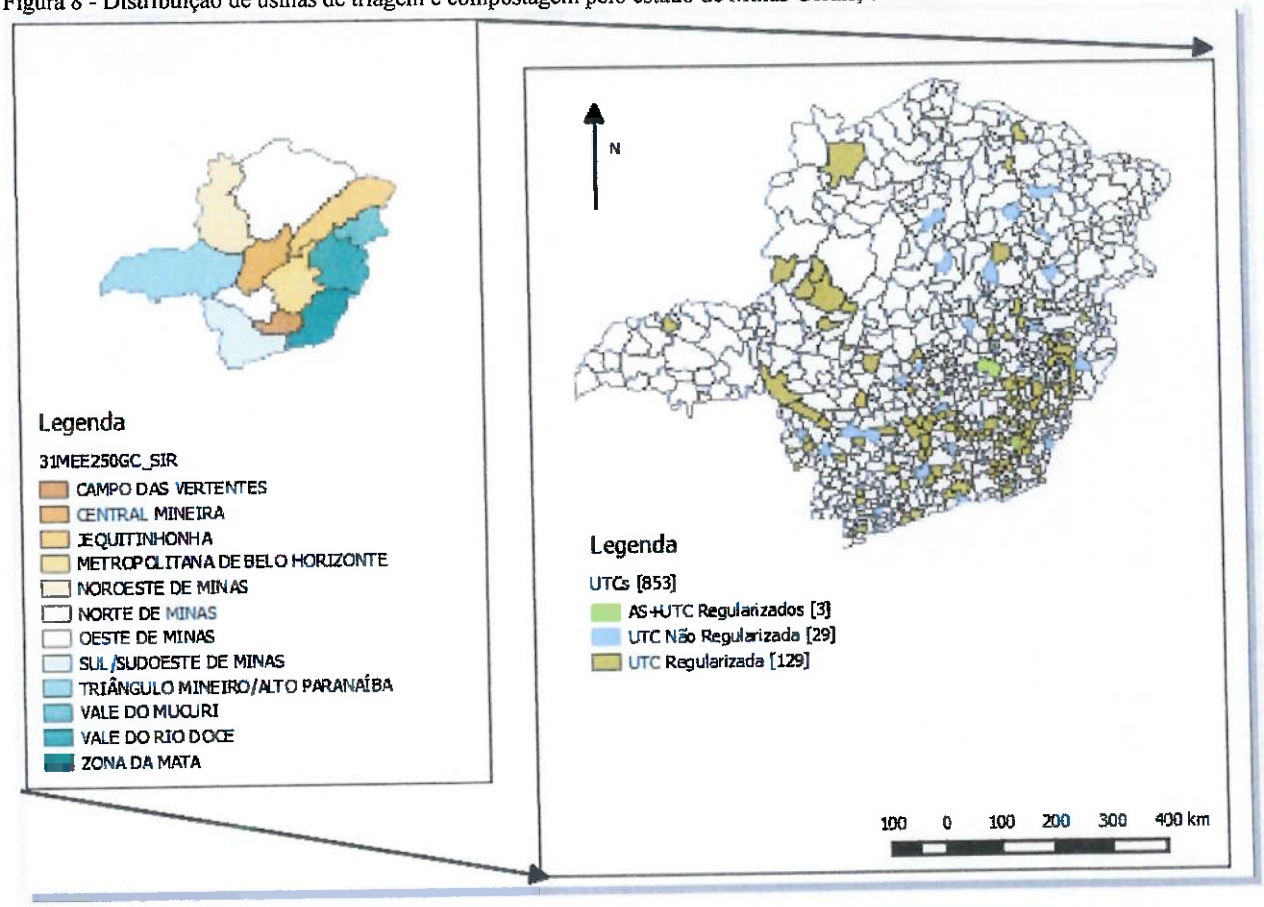
Gráfico 2 - Evolução do número de UTCs em Minas Gerais.



Fonte: Adaptado de FEAM (2014b).

A Figura 7 é mostra a distribuição das 158 UTCs regularizadas, no ano de 2013, nas 12 mesorregiões do estado de Minas Gerais (Campo das Vertentes, Central Mineira, Jequitinhonha, Metropolitana de Belo Horizonte, Noroeste de Minas, Norte de Minas, Oeste de Minas, Sul/ Sudoeste de Minas, Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Vale do Mucuri, Vale do Rio Doce e Zona da Mata).

Figura 8 - Distribuição de usinas de triagem e compostagem pelo estado de Minas Gerais, em 2013.



Fonte: Autora (2015).

Das usinas regularizadas no estado de Minas Gerais, havia uma conjunção de UTC com Aterro Sanitário no Leste de Minas e duas na região da Zona da Mata (FEAM, 2014a).

A repartição das UTCs regularizadas pelo estado se dá de maneira disforme, sendo que a região da Zona da Mata, possui a maior representatividade com 32,27% das UTCs e a menor concentração total das usinas está na região Norte de Minas, com 1,26 %.

3.5 **Consórcios intermunicipais**

Conforme o Art. 241 da Constituição Federal/1988, a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios disciplinarão, por meio de lei, os consórcios públicos e os convênios de cooperação, permitindo a gestão associada de serviços públicos e a transferência total ou parcial de encargos, serviços, pessoal e bens essenciais à continuidade dos serviços transferidos (BRASIL, 1988).

De acordo com a Lei Federal nº 11.445/2007, os consórcios públicos de direito público integrado poderão realizar a prestação regionalizada de serviços públicos de saneamento básico, atividades de regulação e de fiscalização (BRASIL, 2007).

Os municípios consorciados para a gestão de resíduos sólidos e que elaborarem ou implementarem o plano intermunicipal, ou que ainda estiverem inseridos de forma voluntária nos planos microrregionais de resíduos sólidos serão priorizados no acesso aos recursos da União (BRASIL, 2010a).

Na mesorregião da Zona da Mata existe o Consórcio Intermunicipal de Saneamento Básico (CISAB), com sede em Viçosa/MG, que é pessoa jurídica de direito público interno, do tipo de associação pública e tem como objetivo prestar serviços de apoio aos serviços de saneamento básico de cada um dos Municípios consorciados da região (CISAB, 2005).

Somente seria considerado consorciado o município subscritor do Protocolo de Intenções que o ratificasse por meio de lei, até dois anos após subscrever a data do Protocolo de Intenções do CISAB (CISAB, 2007).

A CISAB tem atualmente 27 municípios consorciados, são eles: Abre Campo, Acaiaca, Carangola, Conceição de Ipanema, Fervedouro, Ipanema, Jequeri, Lajinha, Lamim, Lima Duarte, Luisburgo, Manhuaçu, Manhumirim, Muriaé, Oratórios, Pocrane, Ponte Nova, Raul Soares, Recreio, Reduto, Rio Doce, Senador Firmino, Senhora de Oliveira, Tocantins, Tombos, Vermelho Novo e Viçosa (CISAB, 2015).

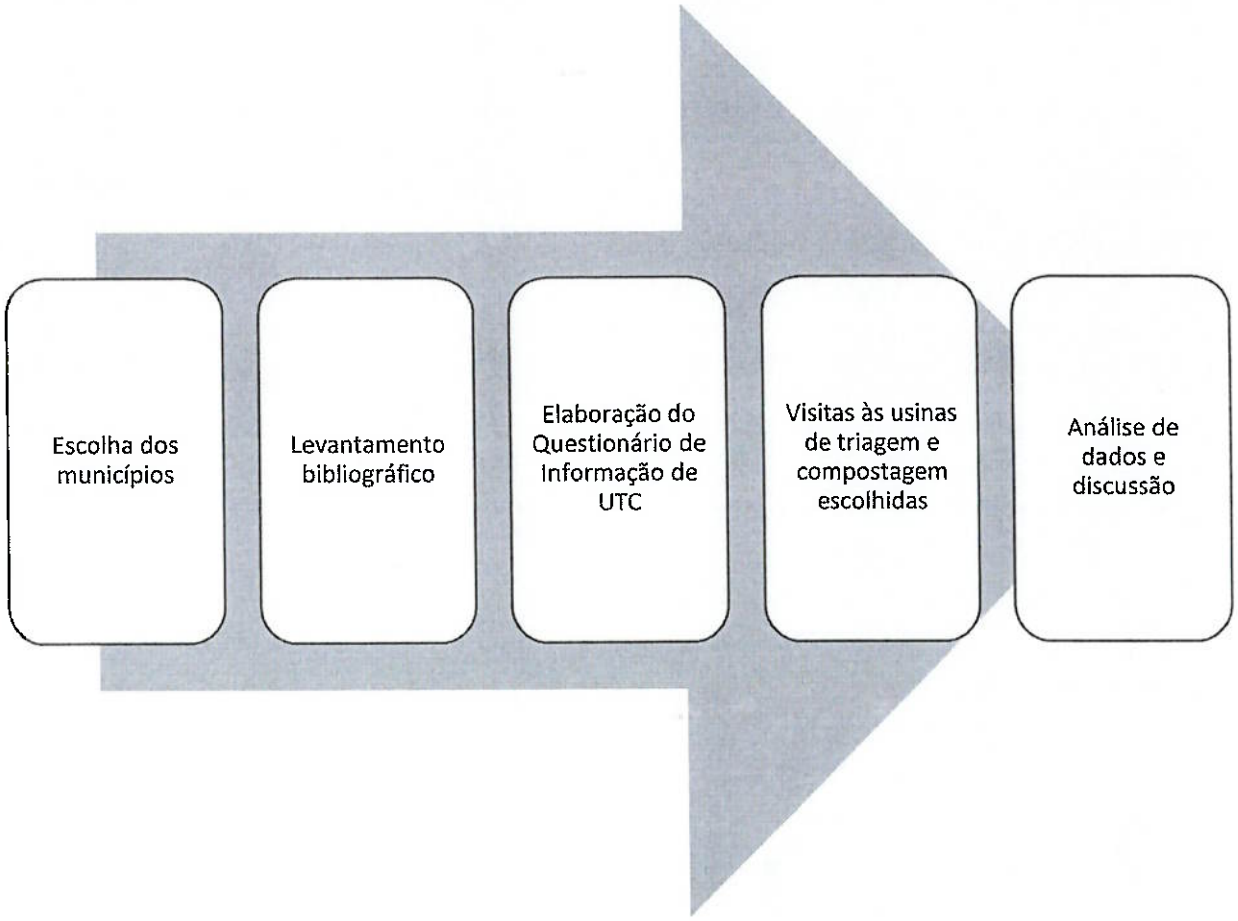
Entre as atribuições do consórcio CISAB, estão (CISAB, 2007):

a) prestar assessoria técnica no desenvolvimento de projetos, dos mais variados campos (Engenharia Sanitária, Engenharia Ambiental, assessoria econômica, assessoria contábil e administrativa etc.);
b) pleitear recursos junto à entidades públicas ou privadas, nacionais ou estrangeiras;
c) viabilizar obras ou investimentos comuns a dois ou mais dos municípios consorciados;
d) editar regulamentos; e
e) elaborar planos de saneamento básico.

4 METODOLOGIA

A elaboração do presente trabalho consistiu nas etapas apresentadas a seguir (Figura 9).

Figura 9 - Etapas da metodologia de trabalho.



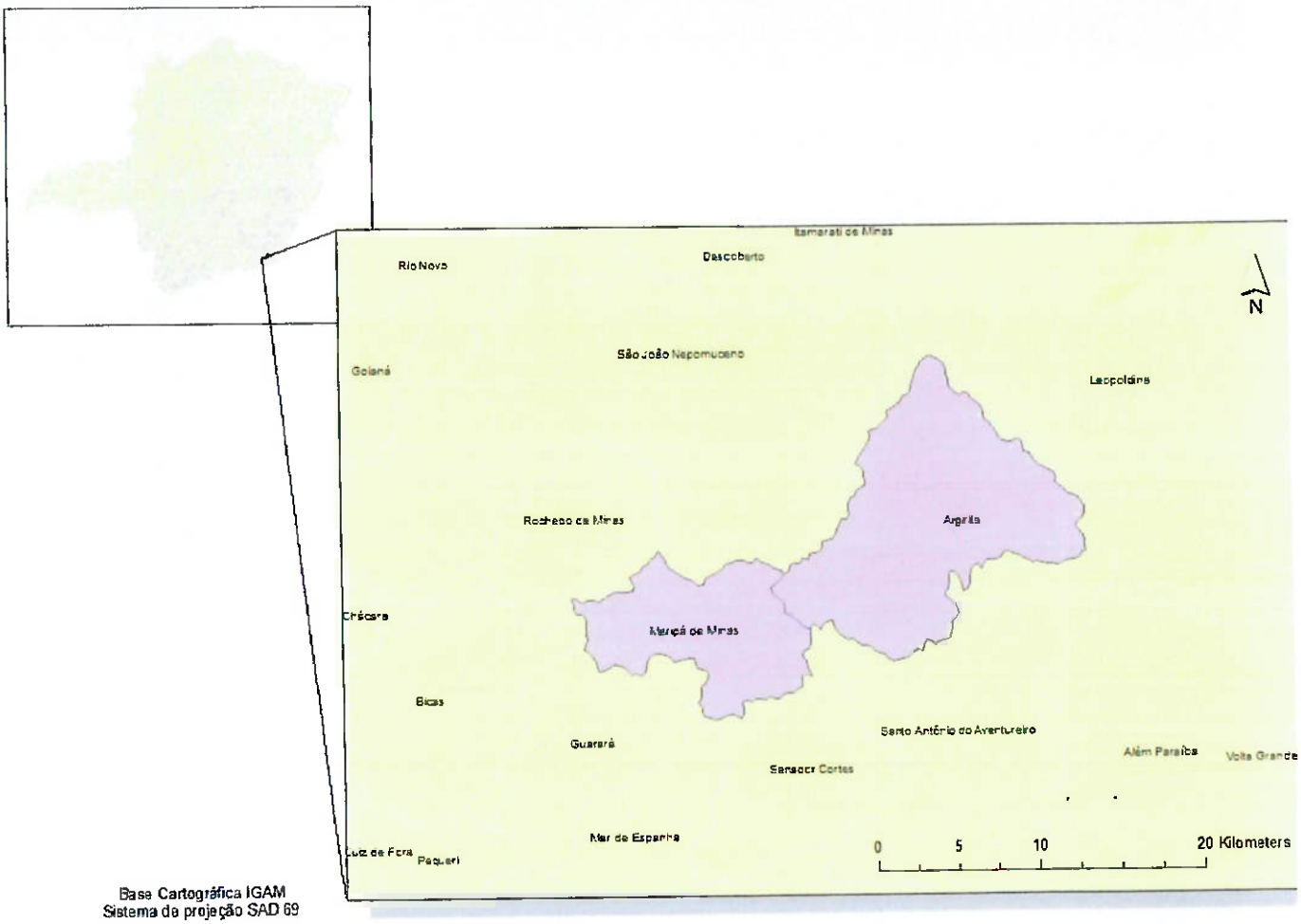
Fonte: Autora (2015).

4.1 Escolha dos municípios

Inicialmente foram escolhidos dois municípios de pequeno porte (< 10000 habitantes) com Usinas de Triagem e Compostagem na Zona da Mata, Argirita e Maripá de Minas. Os municípios foram escolhidos, pois representam a região em que há a maior concentração de Usinas de Triagem e Compostagem do estado de Minas Gerais e pela proximidade e facilidade de acesso entre as UTCs.

A Figura 10 mostra a localização das cidades escolhidas e seus municípios limítrofes: São João Nepomuceno, Leopoldina, Santo Antônio Aventureiro, Senador Cortês, Mar de Espanha, Guarará, Bicas e Rochedo de Minas.

Figura 10 - Localização dos municípios Argirita e de Maripá de Minas em Minas Gerais.



Fonte: Autora (2015).

4.1.1 Aspectos gerais dos municípios escolhidos

Argirita e Maripá de Minas são municípios localizados na região da Zona da Mata de Minas Gerais. Esta mesorregião é composta por 156 municípios, totalizando uma população urbana de aproximadamente 1.952.930 habitantes, cerca de 12% do estado de Minas Gerais. (FEAM, 2014a; IBGE, 2010).

A Tabela 2 mostra as informações gerais de Argirita e Maripá de Minas, fornecidas pelo censo do IBGE do ano de 2010 e 2014.

Tabela 2 – Síntese das informações gerais dos municípios analisados.

INFORMAÇÕES	MUNICÍPIOS	
	Argirita	Maripá de Minas
População urbana (hab.)	2192	2266
População rural (hab.)	709	522
Área da unidade territorial (km²)	159,4	77,3
Densidade demográfica (hab./km²)	18,20	36,05
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	0,643	0,680

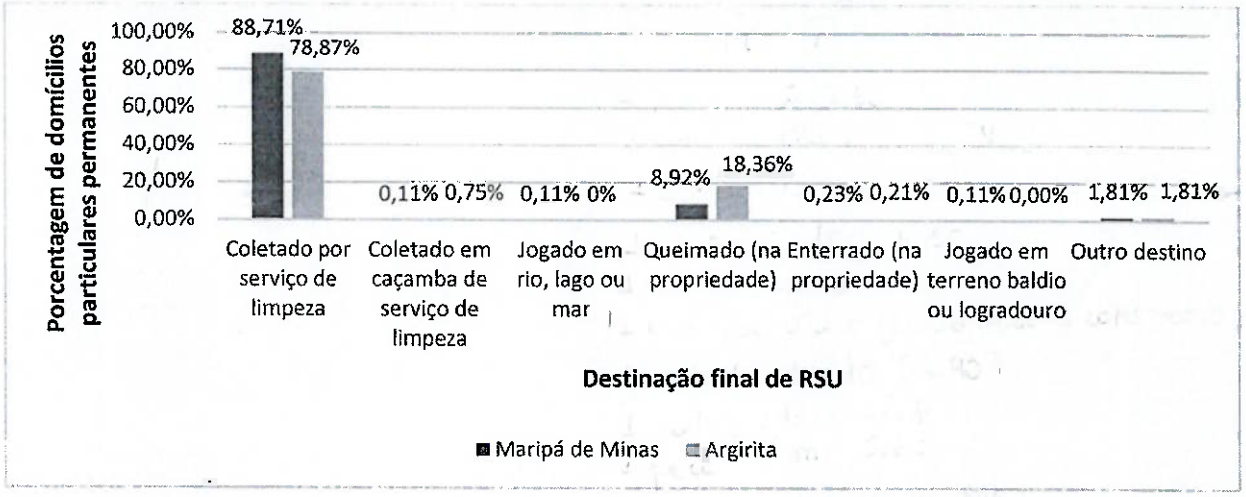
Fonte: Adaptado de IBGE (2010, 2014).

Apesar de ter uma extensão territorial maior, o município de Argirita é menos povoado do que de Maripá de Minas. O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), que por definição do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2014) indica o desenvolvimento humano considerando a média geométrica entre longevidade (expectativa de vida ao nascer), a educação (escolaridade da população adulta e do fluxo escolar da população jovem) e a renda (renda municipal per capita), também é maior em Maripá.

4.1.2 Gerenciamento de resíduos dos municípios de Argirita e Maripá de Minas

O Gráfico 4 compara a destinação final de resíduos sólidos nos municípios de Argirita e Maripá de Minas, ano base 2010.

Gráfico 3 - Comparação entre a disposição final de resíduos sólidos urbanos por domicílios particulares permanentes no município de Argirita e Maripá de Minas, em 2010.



Fonte: Adaptado de IBGE (2010).

Pelo gráfico observa-se uma maior abrangência do serviço de limpeza no município de Maripá e o maior percentual de queima dos resíduos em Argirita.

De acordo com Edital de Chamamento Público nº 02 de 2013, os municípios inseridos total ou parcialmente na Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul, nestes se incluíam Argirita e Maripá de Minas, e que não possuíssem Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos deveriam enviar Ofício de Manifestação de Interesse à Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP) até março de 2013, para serem contemplados com o plano, de acordo com a disponibilidade orçamentária e ordem de priorização (AGEVAP, 2013).

O município selecionado seria comunicado da sua seleção e a prefeitura convocada para celebração de termo de compromisso, onde afirmaria o interesse em receber o Plano Municipal de Saneamento Básico e reconheceria a validade do plano para o seu município (AGEVAP, 2013).

4.1.2.1 *Argirita*

O Plano Municipal de Saneamento de Argirita foi elaborado pela Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP *et. al* 2013) e segundo ele, 100% da população de Argirita é atendida pela coleta de resíduos sólidos, sendo o coeficiente per capita de RSU de 0,5 kg.hab/dia. A coleta assim como o transporte e destinação de resíduos

sólidos urbanos é de responsabilidade da Prefeitura, que tem o auxílio da Associação de Catadores.

Em 2013, havia um contrato com uma empresa terceirizada para prestação de serviços de coleta, transporte, tratamento térmico por incineração e destinação final de resíduos de serviço de saúde. O contrato ainda previa palestras de educação ambiental para a correta segregação, conforme os parâmetros da Resolução CONAMA n ° 358/2005 e normas da ABNT (AGEVAP *et. al*, 2013).

Os resíduos especiais do município, conforme a AGEVAP *et al.*(2013) como os pneus inservíveis são recolhidos nos postos de combustível do município, onde posteriormente serão encaminhados para a destinação final. Em relação às embalagens de agrotóxicos, a coleta é de responsabilidade do comerciante que realizou a venda.

Baseando-se no uso sustentável dos recursos naturais e a adoção de práticas de redução, reutilização e reciclagem preconizados pela PNRS, adotou-se como meta a redução progressiva de 2% ao ano da geração per capita de resíduos a partir de 2015 (AGEVAP *et. al*, 2013).

O Quadro 6 mostra outras metas em relação ao gerenciamento de resíduos sólidos no município de Argirita.

Quadro 6- Proposições e prazos quanto ao manejo de resíduos sólidos em Argirita. (Continua)

UNIDADE	IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO
Varrição de vias públicas/ limpeza pública	Execução do serviço. Estudo de instalação de lixeiras.	Execução do serviço. Instalação de lixeiras fixas.	Execução do serviço e atualização da área de cobertura.	Execução do serviço.
Coleta de RSD	Manutenção do caminhão de coleta existente.	Manutenção	Manutenção	Manutenção
Coleta Seletiva	Estudo para implantação de coleta seletiva.	Implantação	Manutenção	Manutenção
Usina de Triagem/ Reciclagem	Manutenção	Manutenção	Manutenção	Manutenção
Resíduos Sólidos de Serviço de Saúde	Atualizar o convênio.	Fiscalizar e acompanhar a execução do serviço.	Fiscalizar e acompanhar a execução do serviço.	Fiscalizar e acompanhar a execução do serviço.

(Conclusão)

UNIDADE	IMEDIATO	CURTO	MÉDIO	LONGO
Resíduos de Construção e Demolição	Aquisição de caçambas para coleta e estímulo ao reuso em estradas rurais do município.	Estudo para verificar a viabilidade de reaproveitamento ou reciclagem dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD)	Manutenção da área de disposição. Implantação de reciclagem, caso viável.	Manutenção
Destinação final	Projeto de remediação do aterro controlado e conversão em aterro sanitário ou estudo para implantação de aterro consorciado em nova área.	Implantação	Operação ou Manutenção	Operação ou Manutenção

Fonte: AGEVAP *et al.*(2013)

Segundo a demanda de investimentos do município em relação às projeções adotadas na gestão de resíduos sólidos seriam necessários anualmente R$ 130.000,00 para operação da UTC e R$ 6.976.286,00 para implantação de aterro sanitário de pequeno porte local, caso a implantação fosse de aterro regional consorciado, esse valor diminuiria para R$ 1.744.071,50 (AGEVAP *et. al*, 2013).

4.1.2.2 *Maripá de Minas*

De acordo com a listagem de convênios no site da Prefeitura de Maripá de Minas (2014), o Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Recursos Sólidos, financiado pelo órgão deliberativo Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP) vinculado à AGEVAP, tem como status "como aguardando parecer da Caixa Econômica Federal (CEF)".

Conforme dados do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos (SINIR, 2010), em Maripá, a despesa per capita com RSU é de R$79,51/ano, sendo a massa de RS per capita recolhida da coleta seletiva é de 128,9 kg/hab.ano e taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de resíduos domiciliares e resíduos públicos é de 26,38 %.

Segundo o site da Prefeitura de Maripá de Minas (2014), a Usina de Triagem do município realiza a coleta dos resíduos comercias e residenciais, em que há a separação em

reciclável, orgânico e entulho. De acordo com a funcionária da Prefeitura, o serviço de coleta dos resíduos industriais e hospitalares é feito por uma empresa terceirizada e encaminhados a Belo Horizonte.

Os materiais que não são aproveitados para reciclagem são pesados e dispostos em uma vala. O composto orgânico tem um período de maturação de 120 dias, após esse tempo, tem-se o adubo utilizado na jardinagem e no paisagismo de toda a cidade (PREFEITURA DE MARIPÁ DE MINAS, 2014).

4.2 **Levantamento bibliográfico**

Após a escolha dos municípios foi feita uma revisão bibliográfica, baseando-se em trabalhos acadêmicos, estudos que abordam sobre o gerenciamento e a gestão de resíduos sólidos, a disposição e/ou destinação final de resíduos sólidos, em especial as Usinas de Triagem e Compostagem de RSU.

Além disso houve consultas aos panoramas e relatórios referentes ao gerenciamento de resíduos sólidos, disponíveis no site da FEAM, órgão responsável por executar a política de proteção, conservação e melhoria da qualidade ambiental, no que concerne à gestão do ar, do solo e dos resíduos sólidos no estado de Minas Gerais (FEAM, 2015).

4.3 **Elaboração do Questionário de Informação de UTCs e entrevistas**

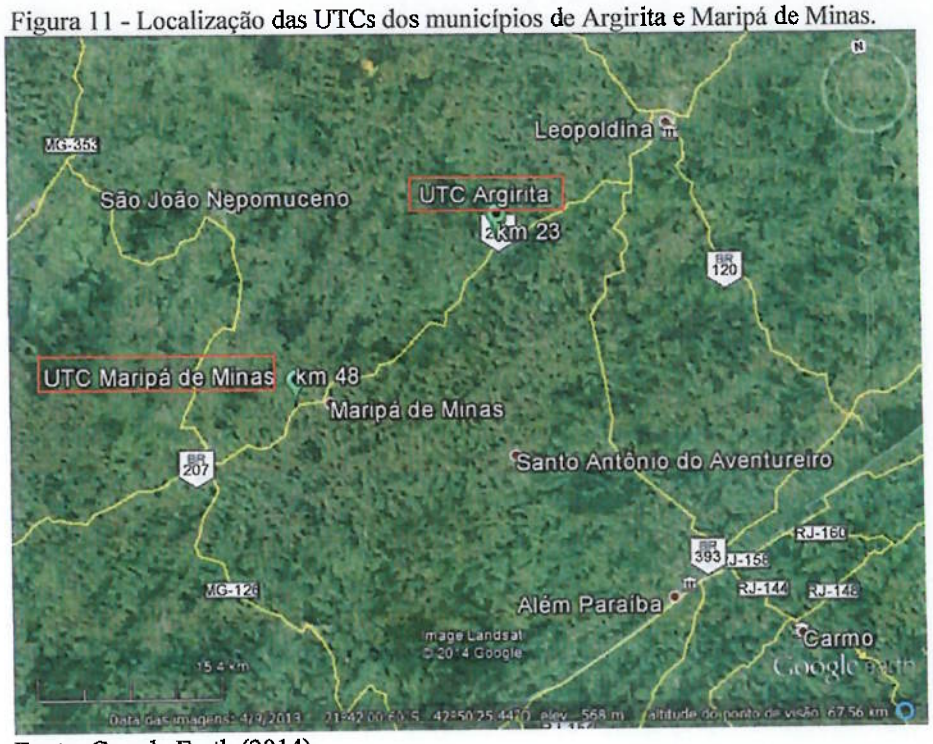
Para nortear a visita a campo, foi elaborado o Questionário de Informações da UTC (APÊNDICE A). Este foi preenchido com o relato dos responsáveis e funcionários das UTCs nos dois municípios, considerando os componentes da usina, detalhes do processo de triagem e compostagem, dificuldades e soluções que vem sido buscadas pelas cidades.

4.4 **Visitas às Usinas de Triagem e Compostagem escolhidas**

As visitas aos municípios de Argirita e Maripá de Minas não foram agendadas previamente, e foram realizadas nos dias primeiro e dois de setembro de 2014, no período diurno. Em campo, foi possível contatar com as pessoas envolvidas diretamente e indiretamente com a UTC, observar e fazer registros sobre o entorno das usinas.

Na Figura 11 pode-se observar onde estão localizadas as UTCs e a via de acesso entre elas, a BR 267. A UTC de Maripá está localizada no km 48, à margem esquerda da BR 267 e a de Argirita próxima ao km 23.

Figura 11 - Localização das UTCs dos municípios de Argirita e Maripá de Minas.



Fonte: Google Earth (2014).

A distância entre as duas Usinas de Triagem e Compostagem é de, aproximadamente, 26,4 km, equivalente a 23 minutos de carro seguindo a BR 267 (GOOGLE EARTH, 2014).

4.5 Análise de dados e discussão dos resultados

A partir das informações obtidas em campo, foi feita uma comparação entre o que foi observado em campo e relatado nos questionários com os funcionários da Prefeitura e das UTCs, nos dois municípios visitados, fazendo correspondência à bibliografia consultada.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análise da estrutura física e da operação das Usinas de Triagem e Compostagem

A visita a Argirita foi realizada em primeiro de setembro de 2014, no período diurno e a de Maripá de Minas no horário de almoço, após conversa com a funcionária da prefeitura.

Com o relato dos funcionários envolvidos com as usinas, foi possível complementar os tópicos do Questionário de Informações das UTC de Argirita e Maripá de Minas respondido, com os dados informados pelos funcionários da Prefeitura e das usinas (ANEXO A).

No ANEXO B estão organizadas as Figuras 12 a 17 referentes à estrutura física (entrada, galpão de armazenamento de materiais prensados, casa de apoio, pátio de compostagem e vala de rejeitos) da UTC do município de Argirita.

Já no ANEXO C são apresentadas as vistas com relação às extensões físicas (entrada, pátio de compostagem, baias de materiais prensados e vala de rejeitos encerrada e atual) da Usina de Triagem e Compostagem do município de Maripá de Minas, Figuras 17 a 23.

Apesar dos municípios avaliados estarem inseridos numa mesma mesorregião e terem um valor aproximado de população urbana, a forma de operação entre as UTCs possui diferenças e semelhanças, como detalhado a seguir.

A UTC de Maripá iniciou suas atividades em 2000, sob a administração municipal e é operada por funcionários contratados da prefeitura. A UTC de Argirita foi implantada posteriormente, em 2004, ficou parada até 2009, depois foi terceirizada por uma empresa de Juiz de Fora e em 2013, a Associação de Catadores passou a atuar.

O horário de funcionamento da usina de triagem e compostagem de Maripá de Minas é de 07 horas às 17 horas de segunda a quinta-feira e de 07 horas às 16 horas na sexta-feira, totalizando uma jornada de 49 horas semanais. Já em Argirita, o horário é de 07 às 16 horas todos os dias da semana, totalizando 45 horas semanais.

Em consonância com Silva (2013) há placas visíveis de identificação e de alerta com o nome do empreendimento na UTC de Maripá. Na Usina de Triagem e Compostagem de Argirita tem a placa de identificação da época da empresa terceirizada e a placa de alerta, restringindo o acesso de pessoas (Figura 12).

A via de acesso à UTC de Maripá é encascalhada e em boas condições, assim como de Argirita (Figura 18). As duas UTCs visitadas são cercadas e há complementação de cerca viva e

técnicas de paisagismo, recomendado por Silva (2013), como o replantio de mudas de Jangá em Argirita.

Próximo à entrada da UTC de Maripá existe um ponto de coleta voluntária de resíduos, com alguns tambores metálicos, propiciando que até mesmo a população rural que não tem acesso a coleta possa dispor os resíduos produzidos de forma apropriada.

Foi informado que tanto a Usina de Triagem e Compostagem de Argirita quanto de Maripá de Minas eram regularizadas ambientalmente, possuindo Autorização Ambiental de Funcionamento. Este tipo de regularização foi concedido, já que segundo o FCE (Formulário de Caracterização do Empreendimento) de Argirita, a capacidade operada é de 0,1 toneladas por dia e pelo FCE de Maripá, 4 toneladas por dia. De acordo com a DN nº 74/2004, por serem quantidades inferiores a 15 toneladas por dia, os empreendimentos são passíveis de AAF (BRASIL, 2004).

Conforme processo técnico dos no Sistema Integrado de Informação Ambiental (SIAM, 2014), a AAF de Argirita, venceu em maio de 2014, mas encontra-se em processo de formalização. Com relação à AAF de Maripá de Minas, esta foi concedida em 2013 e tem validade até 2017.

Os dois municípios confirmaram receber trimestralmente o ICMS ecológico para disposição de resíduos sólidos, como previsto pelas leis nº 13.803/ e nº 18.030. Segundo o site da Fundação João Pinheiro (FJP, 2014), Argirita e Maripá de Minas receberam no fator Saneamento Básico em 2014, a quantia total de R$ 54.059,31.

Porém foi relatado por um funcionário da Prefeitura que a quantia recebida em Maripá acaba não sendo suficiente para os gastos com a manutenção da UTC e pagamento dos funcionários. Baseando-se na demanda de investimento seria necessária uma quantia de R$ 130.000 para operar anualmente a UTC (AGEVAP, *et al.* 2013).

Nos dois empreendimentos há casa de apoio para os funcionários, com cozinha, banheiro e escritório em Argirita (Figura 14) e refeitório, cozinha, escritório, vestiário e banheiro, em Maripá de Minas.

Com relação aos equipamentos no empreendimento, as duas UTCs possuem prensa, balança, termômetro para controle da temperatura da pilhas e coletores (tambores) para realizarem o procedimento de pesagem, prensagem e enfardamento, conforme citado por Silva (2013).

Argirita estava tendo o apoio da Fundação Israel Pinheiro para implantar a coleta seletiva até novembro de 2014. Maripá de Minas tem coleta seletiva implantada e possui um projeto de educação ambiental que será implantado até este ano. De acordo com Vilhena (2014), com a coleta seletiva haverá redução dos gastos gerais com a limpeza pública e a conscientização da população.

Enquanto em Argirita existe a organização de uma associação de catadores, com sede na própria UTC. No município de Maripá existem poucos catadores, o que a princípio, não viabilizaria uma associação. É importante ressaltar que o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis é um dos instrumentos da PNRS, pois sobretudo estas geram emprego e renda e resgatam a cidadania dos catadores (BRASIL, 2010a; IBAM, 2001).

Como ações de conscientização e apoio da população, em Argirita utiliza-se os materiais recicláveis como adornos nas festas populares do município. Em Maripá é realizada a semana do Meio Ambiente nas escolas, em que é feito um trabalho de "reeducação do lixo" e também um projeto envolvendo os pneus e a dengue.

O número total de funcionários das duas UTCs é 8, sendo que em Maripá, em época de frio em que o volume de lixo costuma reduzir, diminui para 7 funcionários. Na UTC de Maripá, os funcionários usavam uniformes, luvas e botas, como forma de proteção em acordo com Silva (2013). Em Argirita, havia o uso de EPIs (luvas e botas); mas não havia uniforme padronizado. Destaca-se a importância do uso das máscaras que protegeram os funcionários de contaminantes em suspensão no ar.

Em Maripá de Minas, a UTC recebe a visita de escolas de outros municípios, enquanto a de Argirita ainda não há esse tipo de abertura ao público externo. Para Pereira Neto (2007), as crianças e os jovens podem fazer experiências práticas e ainda, repensarem sobre o consumismo ao visitarem uma UTC.

Ambos municípios fazem o transporte dos RSU em veículo não compactador, o caminhão – caçamba. Em Maripá de Minas há três desses veículos que foram concedidos pelo Ministério das Cidades.

As duas UTCs recebem resíduos domiciliares, sendo que em Maripá há também os resíduos de poda e capina disposto nas áreas contíguas da usina. Maripá destina o material reciclável (plástico, papel, Tetra Pak e metal), as lâmpadas, pilhas e baterias (cerca de 7 a 10

toneladas por mês) para uma empresa de Juiz de Fora (cidade distante a aproximadamente 52 km) e os pneus são enviados a um Ecoponto no município de Mar de Espanha (cidade distante a aproximadamente 31 km) na região da Zona da Mata. Todo material reciclável, as pilhas, baterias e lâmpadas que entram em Argirita são destinados a uma empresa de Muriaé (cidade distante a aproximadamente 149 km).

A triagem dos resíduos em Argirita ocorre na área de descarga em vez de ser na banca de triagem inclinada na área de recepção, por decisão dos associados. Os esforços físicos constantes poderão causar problemas ergonômicos a curto e médio prazo. Em relação à UTC de Maripá, a triagem ocorre na mesa de triagem, sendo o mais adequado à realização de movimentos contínuos e repetitivos (Figura 19).

Nos dois empreendimentos visitados, o armazenamento dos fardos de materiais recicláveis é feito em baias separadas por muretas ou ambientes separados diferentemente das estruturas metálicas propostas por Pinto e González (2008) (Figura 13 e Figura 20). Em Maripá, costuma-se fazer a lavagem dos fardos, quando necessário, para retirar a sujeira.

A Figura 15 mostra que os resíduos eletrônicos da UTC de Argirita estavam em tambores de plástico em ambiente aberto, enquanto em Maripá estes eram armazenados em baia separada. Deve-se atentar para o armazenamento em ambiente coberto, como dito por Ministério Público do Estado do Paraná (2013), a fim de evitar que os materiais fiquem expostos às intempéries.

O município de Maripá de Minas faz o monitoramento da quantidade de entrada e saída de materiais; a análise laboratorial da matéria orgânica, como sugerido pelo Ministério Público do Estado do Paraná (2013a), e envia relatório trimestral de monitoramento à FEAM. Já os associados de Argirita fazem o controle de peso dos fardos, do rejeito e da matéria orgânica.

Apesar das UTCs não receberem RSS e carcaças de animais, eventualmente aparecem carcaças de animais domésticos e injeções/agulhas de aplicação de insulina, que representam risco de contaminação e acidente para os funcionários das UTCs. O acondicionamento de resíduos infectantes deve ser em sacos brancos leitosos e o transporte em caminhões especiais, dentro de contêineres basculháveis (IBAM, 2001).

Devido a periculosidade do trabalho de manusear os resíduos sólidos, é indispensável que o funcionário da UTC seja vacinado contra algumas doenças. Em caso de acidentes de trabalho ou morte, o empregado é assegurado pela Previdência Social (FEAM, 2005; BRASIL, 1991).

Os funcionários de ambas UTCs narraram que o recobrimento das valas de rejeitos ocorre 1 vez por semana nos dois empreendimentos, em consonância a frequência exigida pela DN COPAM nº 118/2008 (MINAS GERAIS, 2008), para municípios com população menor que 5000 habitantes. A compactação dos rejeitos em Maripá ocorre de 15 em 15 dias e em Argirita, quando a vala está no seu limite com o carrinho que eles disponibilizam (Figura 17).

Os rejeitos dispostos na da UTC de Maripá de Minas estavam sem recobrimento, devido ao atraso do caminhão com terra (Figura 23). Observou-se grande quantidade de sacolas plásticas, que podem se espalhar com o vento e chegar aos corpos d'água, e a presença de urubus. As valas de rejeitos encerradas foram revegetadas com gramíneas de acordo com Silva (2013) e separadas por pneus inservíveis (Figura 21).

O pátio de compostagem da UTC de Argirita não apresentava rachaduras e havia poucas pilhas, que não estavam identificadas e possuíam alguns materiais inertes misturados (Figura 16). Para Silva (2013), as pilhas devem possuir placa com o registro do dia da montagem e o código indicativo do material, permitindo o acompanhamento e monitoramento daquelas. O período de realização da compostagem é entre 90 e 120 dias, com o composto maturado sendo usado na jardinagem da praça.

Em Maripá, não haviam rachaduras no pátio de compostagem, as pilhas não estavam identificadas e algumas pilhas estavam cobertas com lona para agilizar a velocidade de degradação da matéria orgânica (Figura 22). O período de compostagem é de 120 dias, sendo o composto maturado usado na praça do município.

5.2 **Dificuldades encontradas e as soluções mediadoras dos municípios**

Segundo o relato dos associados de Argirita, as dificuldades enfrentadas na operação/manutenção da UTC estão relacionadas ao horário de chegada do caminhão e ao lixo misturado que chega à UTC. Um funcionário da prefeitura disse que a coleta seletiva no município seria implantada até novembro do ano de 2014.

De acordo com os funcionários da Prefeitura de Maripá, as dificuldades estão relacionadas a falta de espaço físico para as valas de rejeitos, necessidade de trator/ retroescavadeira e também o lixo misturado. O município estava tentando conseguir auxílio financeiro, junto a Associação dos Municípios do Vale do Paraibuna (AMPAR), para ampliação da estrutura da UTC e também implantar um projeto de educação ambiental em conjunto com a população.

Foi informado por um funcionário da UTC de Maripá de Minas sobre um possível encontro de capacitação entre os associados e funcionários das usinas de Argirita e Maripá, o que permitiria uma troca de experiências e ideias que poderiam otimizar o funcionamento.

5.3 Proposição de soluções

A coleta seletiva é uma atividade importante para o funcionamento das usinas, de acordo com Magalhães (2008), fazendo-se dessa forma necessário seu estabelecimento nas cidades. Concomitantemente a isto, é necessário divulgar as diretrizes do programa de Coleta Seletiva do município e incentivar a participação da população, que conforme Bringhenti e Günther (2011), é o extremo da cadeia de produção e consumo.

Com a promulgação da PNRS e a obrigatoriedade da disposição final de rejeitos em aterros sanitários, as UTCs passariam a assumir um papel intermediário no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos. Esta função seria semelhante à de uma unidade receptadora de resíduos sólidos, definida pela Lei Estadual nº 18.031/2009 como local licenciado por órgãos competentes, onde ocorre a recepção, segregação e o acondicionamento temporário de resíduos sólidos (MINAS GERAIS, 2009b).

As valas de rejeitos, nas dependências das UTCs, funcionam como um aterro controlado, visto que não possuem sistema de drenagem de gases/lixiviados e outras conformidades técnicas que mitiguem os impactos ambientais adversos gerados na disposição. Não necessariamente o que será disposto nas valas será rejeito, dependerá da eficiência da coleta/transporte/triagem dos resíduos sólidos urbanos e do mercado local de materiais recicláveis.

O aterro sanitário de pequeno porte é considerado uma alternativa ambientalmente adequada de disposição final de RSU pela PNRS e viável, se houver espaço físico, para municípios com até 10000 habitantes de acordo com manual da FUNASA (BRASIL, 2010a, 2014).

Baseando-se na demanda de investimento presente no Plano de Saneamento Básico de Argirita, o ideal para os municípios visitados seria a adoção de um aterro sanitário regional consorciado, em substituição a vala de rejeitos, cuja implantação é cerca de 4 vezes mais econômica do que a de um aterro sanitário de pequeno porte local (AGEVAP *et al.*, 2013).

A participação em consórcio público ocasiona ainda uma série de benefícios, entre eles o aumento da porcentagem recebida com o ICMS ecológico e priorização para conseguir recursos juntamente à União (MINAS GERAIS, 2009c; BRASIL, 2010a).

A participação em consórcio público ocasiona ainda uma série de benefícios, entre eles o aumento da porcentagem recebida com o ICMS ecológico e priorização para conseguir recursos juntamente à União (MINAS GERAIS, 2009c; BRASIL, 2010a).

Com relação a apoio financeiro, a Fundação Nacional da Saúde auxilia municípios com população menor que 50.000 habitantes na execução do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2014). Um dos requisitos mínimos para a solicitação de verba federal, segundo a PNRS, é a aprovação de um dos planos de resíduos sólidos (BRASIL, 2010a).

Argirita poderia requerer auxílio da FUNASA, uma vez que possui o Plano Municipal de Saneamento Ambiental, elaborado desde 2013. O plano de Maripá de Minas, segundo o site da Prefeitura de Maripá de Minas (2014), está aguardando parecer da Caixa Econômica Federal.

6 CONCLUSÕES

Analisando as informações obtidas a campo, pode-se concluir que as Usinas de Triagem e Compostagem dos dois municípios possuem estrutura física apta para a realização da triagem, do processo de compostagem e atendimento às necessidades básicas dos funcionários.

Com relação a operação, percebeu-se a necessidade de uma articulação com a gestão, seja na efetivação da coleta seletiva, nas atividades de sensibilização da população, nos horários de chegada do caminhão à UTC e na disposição final de rejeitos. A Usina de Triagem e Compostagem de Maripá encontra-se mais consolidada em relação à operação, dado o tempo de funcionamento e a abertura para visitas das escolas circunvizinhas. Já em Argirita, a UTC vem se reorganizando, após a ruptura do contrato com a empresa terceirizada responsável.

As dificuldades relatadas em Argirita estão relacionadas à falta de separação do lixo que chega à UTC e ao horário de chegada do caminhão de coleta à usina. Em Maripá de Minas além do lixo que chega misturado, há a falta de espaço físico para a disposição dos rejeitos, carência de equipamentos e insuficiência do recurso financeiro.

Entre as soluções propostas está a efetivação de um programa coleta seletiva e atividades que integrem e incentivem a população a colaborar com o programa. Em relação ao aspecto financeiro, existe um projeto da FUNASA para municípios de pequeno porte, o qual Argirita poderia requerer, já que possui a condição primária para seleção que é o Plano Municipal de Saneamento Básico.

Ressalta-se que com a PNRS, as Usinas de Triagem e Compostagem não devem mais possuir a área de valas de rejeitos, dado que estas não empregam todas as medidas preventivas que garantam a preservação da saúde pública e do meio ambiente. Dessa forma, na usina seriam realizados a triagem, o acondicionamento temporário e o encaminhamento dos resíduos sólidos à reciclagem, tornando-se imprescindível a implantação de um aterro sanitário para a disposição final dos rejeitos.

A implantação de um aterro sanitário regional consorciado é uma alternativa ambientalmente adequada e viável economicamente para os municípios de pequeno porte visitados. O consórcio público também oferece apoio técnico e é priorizado na obtenção de recursos financeiros da União, para o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos.

Para um trabalho posterior, recomenda-se que as visitas sejam previamente agendadas e de maior duração, permitindo uma visão holística do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos.

Seria interessante também ver a participação da população, através da aplicação de um questionário sobre a geração, acondicionamento e disposição dos resíduos sólidos produzidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2013.* São Paulo: ABRELPE, 2014. 112p. Disponível em :< http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2013.pdf> Acesso em: 09 jan. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 8419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos.* Rio de Janeiro, 1992. 7p.

_____. *NBR 12980: Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos.* Rio de Janeiro, 1993. 6p.

_____. *NBR 13463: Coleta de resíduos sólidos.* Rio de Janeiro, 1995. 3p.

_____. *NBR 13221: Transporte terrestre de resíduos*, Rio de Janeiro, 2003. 4p.

ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (AGEVAP). Edital de chamamento público nº. 02, de 18 de fevereiro de 2013a *Manifestação de Interesse em Plano Municipal de Gerenciamento Integrado De Resíduos Sólidos.* Disponível em: <http://www.agevap.org.br/agevap/conteudo/edital022013.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2015.

ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (AGEVAP); COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (CEIVAP); PREFEITURA DE ARGIRITA. *Plano Municipal de Saneamento Básico.* Argirita, 2013b. Disponível em: <http://www.ceivap.org.br/mata/Argirita.pdf>. Acesso em: 27 out. 2014.

BAHIA, S. R (Org.). *Cartilha de limpeza urbana.* IBAM. p.81. 2005. Disponível em: <http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/cartilha_limpeza_urb.pdf >. Acesso em: 08 da jan. 2015.

BARBOSA, L. T. *Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Norte de Minas Gerais:* estudo relativo à implantação de Unidades de Reciclagem e Compostagem a partir de 1997. 2004. 97p. Dissertação (Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2004.

BARROS, R.T.V. *Elementos de resíduos sólidos.* Belo Horizonte: Tessitura, 2012. 424p.

BARTHOLOMEU, D.B (Org.). *Logística Ambiental de Resíduos Sólidos.* São Paulo: Atlas, 2011. 250p.

BELO HORIZONTE (MUNICÍPIO). Deliberação Normativa n ° 72, de 11 de abril de 2012: estabelece normas específicas para o licenciamento ambiental de estação de transbordo de resíduos. *Diário Oficial do Município.* Belo Horizonte, MG, 19 abr. 2012.

BIDONE, F.R.A; POVINELLI, J. *Conceitos básicos de resíduos sólidos.* São Carlos: EESC/USP, 1999. 120p.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, de 5 de outubro de 1988. Diário Oficial da União. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: 06 fev. 2015.

_____. Decreto nº 7404, de 23 de dezembro de 2010b: regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 23 dez. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm>. Acesso em: 07 de jan. 2015.

_____. Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009: aprova as Normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. Revoga a Instrução Normativa nº 23/2005. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 27 jul. 2009. Disponível em: < http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=20542>. Acesso em: 12 jan. 2015.

_____. Lei nº 8.213, de 24 de julho de 1991: dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 jul. 1991. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8213cons.htm>. Acesso em: 08 fev. 2015.

_____. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010a: institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 03 ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em: 08 fev. 2015.

_____. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007: estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. *Diário Oficial da União,* Brasília, DF, 05 jan. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm> Acesso em: 11 jan. 2015.

_____. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de orientações técnicas para elaboração de propostas para o programa de resíduos sólidos*. Brasília: FUNASA, 2014. 44 p.

_____. Norma Regulamentadora 7, de 29 de dezembro de 1994. Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 dez. 1994. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080814295F16D0142E2E773847819/NR-07%20(atualizada%202013).pdf> Acesso em: 08 fev. 2015.

_____. Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 358, de 29 de abril de 2005: dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 04 mai. 2005. Disponível em: < http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5046>. Acesso em: 11 jan. 2015.

_____. Resolução CONAMA nº 404, de 11 de novembro de 2008:estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos. Revoga a 308/2002. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF, 12 nov. 2008. Disponível em: < http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8931>. Acesso em: 09 jan. 2015.

BRINGHENTI, J.R.; GÜNTHER, W. M. R. Participação social em programas de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos. *Eng Sanit Ambient* . v.16 . n.4. 2011. p.421-430.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. *Informações sobre o Programa de. Resíduos Sólidos Urbanos da Caixa Econômica Federal*. Disponível em: <http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/programa_des_urbano/saneamento_ambiental/residuos_sol_urb/index.asp>. Acesso em: 04 fev. 2015.

CASTILHOS JUNIOR, A.B (Org.). *Alternativas de Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos para Pequenas Comunidades*. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: RiMa, ABES, 2002. 104 p.

CATAPRETA, C. A. A. (Org.) *Manual para operação de unidades de triagem e compostagem de resíduos sólidos urbano*. Companhia de Saneamento de Minas Gerais. 38 p. Belo Horizonte, 2007. *apud* VIMIEIRO, G. V. *Usinas de triagem e compostagem: valorização de resíduos e de pessoas: um estudo sobre a operação e os funcionários de unidades de Minas Gerais*. 2012. 367 f. Tese (Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2012.

CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO (CISAB) DA ZONA DA MATA DE MINAS GERAIS. *Protocolo de Intenções do Consórcio Intermunicipal de Saneamento Básico da Zona da Mata de Minas Gerais*. 2007.

_____. *Repositório digital da CISAB Zona da Mata*. Disponível em: <http://www.cisab.com.br/> Acesso em: 08 fev. 2015.

GOOGLE EARTH. 2014. *Informações geográficas*. Disponível em: https://www.google.com/earth/. Acesso em: 12 jan. 2015.

FUNDAÇÃO DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO (FADE); BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO (BNDES). Relatório final de avaliação técnica, econômica e ambiental das técnicas de tratamento e destinação final dos resíduos. 2013. Disponível em: < http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/produtos/download/aep_fep/chamada_publica_residuos_solidos_Rel_Aval_tecnica_eco.pdf >. Acesso em: 11 jan. 2015.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (FEAM). *Orientações básicas para operação de aterro sanitário*. Belo Horizonte: FEAM, 2006. 36p. Disponível em: <http://www.feam.br/images/stories/arquivos/Cartilha%20Aterro2.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2015.

_____. *Orientações técnicas para a operação de usina de triagem e compostagem do lixo*. Belo Horizonte: FEAM, 2005. 52p. Disponível em: <http://www.feam.br/images/stories/arquivos/Usina2.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2015.

_____. *Caderno técnico de reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos*. Fundação Estadual do Meio Ambiente/ Fundação Israel Pinheiro. Belo Horizonte: FEAM, 2010.

36p. Disponível em: <http://www.feam.br/images/stories/Flavia/areas_degradadas.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2015.

_____. *Plano Estadual de Coleta Seletiva*. Belo Horizonte: FEAM, 2011. 33p. Disponível em: < http://www.feam.br/images/stories/coleta_seletiva/plano_estadual_coleta_seletiva_pecs.pdf> Acesso em: 13 jan. 2015.

_____. *Aproveitamento energético de resíduos sólidos urbanos: guia de orientação para governos municipais de Minas Gerais*. Belo Horizonte: FEAM, 2012. 163p.

_____. *Panorama da destinação dos resíduos sólidos urbanos no Estado de Minas Gerais em 2013*. Belo Horizonte: FEAM, 2014a. 45p. Disponível em: <http://www.feam.br/images/stories/minas_sem_lixoes/Publicacoes2014/relatrio%20de%20progresso%20-%20panorama%20rsu_2013_gerub.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2015.

_____. *Situação de tratamento e/ou disposição final dos resíduos sólidos urbanos Minas Gerais* 2013. 2014b. Disponível em: http://www.feam.br/images/stories/minas_sem_lixoes/2014/rsu_2013_200dpi2.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2015.

_____. *Repositório digital da FEAM*. Disponível em: <http://www.feam.br/>. Acesso em: 05 fev. 2015.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. *Lei Robin Hood*. Transferências. Pesquisa por municípios. 2014 . Disponível em: <http://www.fjp.mg.gov.br/robin-hood/index.php/transferencias/pesquisamunicipio>. Acesso em: 05 fev. 2015.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). *Conheça a FUNASA*. Competências. 2014. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/>. Acesso em: 05 nov. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA (IBAM). *Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200p. Disponível em: < http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Sinopse do Censo Demográfico 2010* Minas Gerais. Disponível em: http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=31&dados=29. Acesso em: 22 set. 2014.

_____. *Pesquisa de Informações Básicas Municipais*. Perfil dos Municípios Brasileiros 2011. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Perfil_Municipios/2011/munic2011.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2015.

_____. Cidades@. 2014. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php?lang=>. Acesso em: 22 set. 2014

JACOBI, P.R; BESEN, G.R. *Gestão de resíduos sólidos em São Paulo*: desafios da sustentabilidade. *Estud. av.*, v. 25, n. 71, São Paulo, 2011.

LELIS, M.P.N; PEREIRA NETO, J.T. *Usinas de Reciclagem de Lixo*": Porque não Funcionam? 21° *Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, João Pessoa, p. 9, 1999. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/brasil/iii-020.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2015.

LABORATÓRIO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL (LESA). UFV. *O que é o Programa Minas Joga Mais Limpo*? Disponível em: <http://www.lesa.ufv.br/progminasjl.htm#>. Acesso em: 11 nov. 2014.

MAGALHÃES, D.N. *Elementos para o diagnóstico e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos do município de Dores de Campos – MG*. 2008. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Especialização em Análise Ambiental) - Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2008.

MINAS GERAIS (ESTADO). Decreto nº 45.181, de 25 de setembro de 2009c: regulamenta a Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009, e dá outras providências. Diário do Executivo, Belo Horizonte, MG, 26 set. 2009. Disponível em: < http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=11011#_ftn6 >. Acesso em: 06 fev. 2015.

_____. Deliberação Normativa do Conselho de Política Ambiental (COPAM) nº 52, de 14 de dezembro de 2001: convoca municípios para o licenciamento ambiental de sistema adequado de disposição final de lixo e dá outras providências. *Diário do Executivo*, Belo Horizonte, MG, 15 dez. 2001. Disponível em: < http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5479>. Acesso em: 12 jan. 2015.

_____. Deliberação Normativa COPAM nº 74, de 09 de setembro de 2004: estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ou de licenciamento ambiental no nível estadual, determina normas para indenização dos custos de análise de pedidos de autorização e de licenciamento ambiental, e dá outras providências. *Diário do Executivo*, Belo Horizonte, MG, 02 out. 2004. Disponível em: < http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=37095>. Acesso em: 13 jan. 2015.

_____. Deliberação Normativa COPAM nº 118, de 27 de junho de 2008: altera os artigos 2º, 3º e 4º da Deliberação Normativa 52/2001, estabelece novas diretrizes para adequação da disposição final de resíduos sólidos urbanos no Estado, e dá outras providências. *Diário do Executivo*, Belo Horizonte, MG, 01 jul. 2008. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=7976>. Acesso em: 08 jan. 2015.

_____. Deliberação Normativa COPAM nº 172, de 22 de dezembro de 2011: institui o Plano Estadual de Coleta Seletiva de Minas Gerais. *Diário do Executivo*, Belo Horizonte, MG, 23 dez. 2011. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=20096 >. Acesso em: 12 jan. 2015.

_____. Deliberação Normativa COPAM nº 180, de 27 de dezembro de 2012: dispõe sobre a regularização ambiental de empreendimentos referentes ao transbordo, tratamento e/ou disposição final de resíduos sólidos urbanos instalados ou operados em sistema de gestão compartilhada entre municípios, altera a Deliberação Normativa COPAM nº 74, de 9 de setembro de 2004 e dá outras providências. *Diário do Executivo*, Belo Horizonte, MG, 27 dez. 2012. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=23615>. Acesso em: 08 jan. 2015.

_____. Lei nº 13.803, de 28 de dezembro de 2000: dispõe sobre a distribuição da parcela da receita do produto da arrecadação do ICMS pertencente aos municípios. Diário do Executivo,

Belo Horizonte, MG, 29 dez. 2000. Disponível em: <http://www.fazenda.mg.gov.br/governo/assuntos_municipais/legislacao/leiestadual13803_00.htm>. Acesso em: 12 jan. 2015.

_____. Lei n° 18.030, de 12 de janeiro de 2009a: dispõe sobre a distribuição da parcela da receita do produto da arrecadação do ICMS pertencente aos municípios. *Diário do Executivo*, Belo Horizonte, 13 jan. 2009. Disponível em: <http://www.fazenda.mg.gov.br/empresas/legislacao_tributaria/leis/2009/l18030_2009.htm>. Acesso em: 09 jan. 2015.

_____. Lei n° 18.031, de 12 de janeiro de 2009b: dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos. *Diário do Executivo*, Belo Horizonte, MG, 13 jan. 2009 Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=9272>. Acesso em: 08 jan. 2015.

MINAS SEM LIXÕES. *Repositório digital do Programa Minas Sem Lixões.* Disponível em: <http://www.minassemlixoes.org.br/>. Acesso em: 05 fev. 2015.

MINISTÉRIO DO ESTADO DO PARANÁ. *Caderno de Especificações Técnicas e Desenho Técnico*. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. 2 ed. 2013 Disponível em: <http://www.meioambiente.mppr.mp.br/arquivos/File/Caderno_de_Especificacoes_Final_Pos_Print.pdf>. Acesso em: 04 de jan. 2015.

PEREIRA NETO, J.T. *Gerenciamento do lixo urbano: aspectos técnicos e operacionais*. Viçosa: Ed.UFV, 2007. 129 p.

_____. *Manual de compostagem de baixo custo*. Viçosa: Ed. UFV, 2010. 81p.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL (MPF). Programa de Gestão Ambiental - Resíduos. Disponível em: <http://pga.pgr.mpf.mp.br/pga/residuos>. Acesso em: 25 dez. 2014.

PHILLIPI JÚNIOR, A (Org.). *Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável*. São Paulo: Manole, 2005. *apud* NASCIMENTO NETO, P. *Resíduos sólidos urbanos: perspectivas de gestão intermunicipal em regiões metropolitanas.* São Paulo: Atlas, 2013.

_____. *Política Nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos*. São Paulo: Manole, 2012. 732 p.

PINTO, T.P; GONZÁLEZ, J.L.R. (Coord.). *Elementos para a organização da coleta seletiva e projeto dos galpões de triagem.* Ministério das Cidades/ Ministério do Meio Ambiente/ IAGRS (UFSCAR). 2008. 53p. Disponível em: < http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/ManualColetaSeletiva.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2015.

PREFEITURA DE MARIPÁ DE MINAS. *Informações sobre a destinação de resíduos sólidos*. Disponível em <http://maripademinas.mg.gov.br/wp/?page_id=46>. Acesso em: 12 jan. 2015.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. Desenvolvimento Humano e IDH. O que é o IDHM. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/idh/IDHM.aspx?indiceAccordion=0&li=li_IDHM>. Acesso em: 12 jan. 2015.

SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL (SNSA). *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento:* diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2012. Brasília: MCIDADES.SNSA, 2014. 143p. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=104> Acesso em: 15 jan. 2015.

SILVA, A.M (Coord.). *Manual de gestão e operação de Usina de Triagem e Compostagem de Lixo.* Projeto Estratégico Redução e Valorização de Resíduos Programa - "Minas sem Lixões" Lavras: FEAM, 2013. 73p.

SISTEMA INTEGRADO DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL (SIAM). *Informações sobre o processo de regularização ambiental dos sistemas de disposição de resíduos sólidos.* Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/siam/login.jsp.> Acesso em: 11 jan. 2015.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS (SINIR). *Consulta de indicadores de resíduos sólidos urbanos.* 2010. Disponível em: < http://www.sinir.gov.br/web/guest/consulta-de-indicadores >. Acesso em: 28 dez. 2014.

SOARES, R.H. *Manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos.* Brasília: MMA, 2010. 69p. Disponível em: <http://www.cidadessustentaveis.org.br/sites/default/files/arquivos/manual_de_compostagem_mma.pdf> Acesso em: 14 jan. 2015.

VILHENA, ANDRÉ. *Guia da coleta seletiva de lixo.* São Paulo: Compromisso Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE), 2014. 52p.

APÊNDICE A - Questionário de Informações da UTC

Nome do município:	Data:
Encarregado da UTC/responsável técnico:	
Telefone para contato:	E-mail:
Endereço da UTC:	
Horário de funcionamento:	
História da UTC (data de implantação/ modo de funcionamento/desenvolvimento)	
Regularização ambiental:	
ICMS ecológico:	
Equipamentos:	
Parceria com alguma instituição (Ex: FIP, FEAM, etc.)	
Apoio técnico de instituição de ensino superior:	
Coleta seletiva implantada:	
Ações de conscientização e apoio da população:	
Funcionários (número, casa de apoio):	
Associação de catadores (sim/não):	
UTC recebe visita de escolas ou outros (sim/não):	
Transporte de resíduos:	
Monitoramento das atividades (sim/não):	
Destinação do material reciclável:	
Disposição de RSS e carcaças de animais:	
Vala de rejeitos (recobrimento e compactação):	
Compostagem (tempo, utilização do composto maturado):	
Dificuldades enfrentadas na operação/manutenção da UTC:	
Informações adicionais:	

Fonte: Autora (2015).

ANEXO A - Questionário de Informações das UTCs de Argirita e Maripá de Minas respondido

(Continua)

INFORMAÇÕES	MUNICÍPIOS	
	ARGIRITA	MARIPÁ DE MINAS
Ponto de referência	BR 267 (km 23)	BR 267 (km 48)
Horário de funcionamento da UTC	07 horas às 16 horas (segunda à sexta-feira).	07 horas às 17 horas (segunda a quinta-feira) e de 07 horas às 16 horas (sexta-feira).
História da UTC	2004 - Implantação da UTC; 2009 – Uma empresa terceirizada de Juiz de Fora assume a responsabilidade pela operacionalização da UTC; 2013 - Associação de catadores passa a ser responsável pelo funcionamento da UTC.	2000- Implantação da UTC, sob administração da Prefeitura, sendo pioneira na região da Zona da Mata.
Regularização ambiental	Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF), em 2014.	Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF), em 2014.
Recebimento de ICMS ecológico	Sim, recebe.	Sim, recebe.
Equipamentos na UTC	Prensa, balança, termômetro e coletores - tambores.	Prensa, balança, termômetro e coletores - tambores.
Parceria com alguma Instituição Ex: Fundação Israel Pinheiro (FIP), FEAM, etc.	FIP (vistoria da coleta seletiva).	FEAM (realização de vistorias).
Apoio técnico de Instituição de ensino superior	Não, tem apoio.	Não, já teve convênio com universidade que auxiliou na educação ambiental.
Ações de conscientização e apoio da população	Em festas da cidade são utilizados materiais recicláveis, como adornos. Posteriormente com a implantação da coleta seletiva, poderão ser feitas visitas e palestras nas escolas.	Semana do Meio Ambiente nas escolas com enfoque na "reeducação do lixo"; Algumas pessoas que tem o costume de separar.
Número de funcionários	8 associados.	7 a 8 funcionários da Prefeitura.
Presença de associação de catadores	Sim, com sede na UTC.	Não existe, devido à presença de poucos catadores no município.
UTC recebe visita de escolas ou outros	Ainda não recebe visitas.	Sim, recebe visita de outros municípios vizinhos.
Coleta seletiva implantada	Previsão de implantação, com apoio da FIP, até novembro de 2014.	Há coleta seletiva. Foi informado sobre a execução de um projeto de educação ambiental, até ano de 2015.

ANEXO A - Questionário de Informação das UTCs de Argirita e Maripá de Minas respondido.

(Continua)

INFORMAÇÕES	MUNICÍPIOS	
	ARGIRITA	MARIPÁ DE MINAS
Transporte de resíduos sólidos	Caminhão – caçamba.	3 caminhões - caçamba.
Componentes da casa de apoio	Cozinha, banheiro, escritório.	Refeitório, cozinha, escritório, vestiário e banheiro.
Monitoramento de atividades	Pesagem dos fardos, rejeito e matéria orgânica.	Quantidade de entrada e saída de materiais à UTC, análise laboratorial da matéria orgânica e relatório trimestral, enviado à Feam.
Destinação do material reciclável	Recolhimento feito por comprador em Muriaé/MG.	Recolhimento por empresa de Juiz de Fora/MG
Destinação de resíduos especiais (lâmpadas, pilhas/baterias, pneus)	Recolhimento feito por comprador em Muriaé/MG.	Recolhimento de lâmpadas, pilhas e baterias por empresa de Juiz de Fora/MG. Os pneus inservíveis são enviados a um Ecoponto, em Mar de Espanha/MG.
Disposição de RSS e carcaças de animais	Não recebe, por vezes aparecem seringa de insulina e carcaças de animais domésticos.	Não recebe. O RSS da unidade de saúde é incinerado numa empresa localizada em Belo Horizonte/MG e as carcaças de animais eram destinadas a um sebo no município de Bicas.
Vala de rejeitos (recobrimento, compactação)	Toda sexta-feira a vala é recoberta. A compactação é feita com um carrinho, quando o nível do aterro está no limite.	A vala de rejeitos é recoberta uma vez por semana. A compactação dos rejeitos é feita de 15 em 15 dias.
Compostagem	Tempo de maturação entre 90 e 120 dias; Composto maturado é recolhido pela Prefeitura.	Tempo de maturação do composto de 120 dias; Composto maturado utilizado em jardinagem (praça).
Dificuldades enfrentadas na operação/ manutenção da UTC	Horário de chegada do caminhão à UTC; Lixo chega misturado.	Espaço disponível para a construção de valas; Falta de trator e retroescavadeira; Acidentes com funcionários; Lixo chega misturado.

ANEXO A - Questionário de Informação das UTCs de Argirita e Maripá de Minas respondido.

(Conclusão)

INFORMAÇÕES	MUNICÍPIOS	
	ARGIRITA	MARIPÁ DE MINAS
Informações adicionais	Todo material reciclável que entra na UTC é vendido; Reflorestamento ao entorno com mudas de Jangá; Uso de EPIs (luvas e botas); Sem uso de uniforme padronizado; Banca de triagem inclinada; Paisagismo (uso de pneus); Na área de descarga ocorre a separação dos materiais recicláveis.	Intenção de ampliação da usina com apoio da associação AMPAR; Ponto de coleta voluntária em frente ao empreendimento; Uso de EPIs (luva, bota, uniforme); Lavagem dos fardos para retirar sujeira.

Fonte: Autora (2015).

ANEXO B - Fotos da UTC do município de Argirita

Figura 12 - Vista frontal da UTC; placa de alerta no portão de acesso; funcionários realizando a triagem na área de descarga, ao fundo.

Fonte: Autora (2015).

Figura 13 - Fardos de material reciclável (embalagens plásticas), em local coberto.

Fonte: Autora (2015).

Figura 14 - Vista lateral esquerda da UTC, correspondendo ao escritório, cozinha e banheiro.

Fonte: Autora (2015).

Figura 15 - Vista lateral direita da UTC; pátio de compostagem; alguns eletrônicos em tambores a céu aberto.

Fonte: Autora (2015).

Figura 16 - Pátio de compostagem com placa de identificação e pilhas formadas, sem placas informativas.

Fonte: Autora (2015).

Figura 17 –Área da vala de rejeitos, com placa de aterro controlado; funcionário levando carrinho com rejeitos separados na triagem.

Fonte: Autora (2015).

ANEXO C - Fotos da UTC do município de Maripá de Minas

Figura 18 – Entrada e via de acesso à UTC.

Fonte: Autora (2015).

Figura 19 - Vista da banca de triagem, no horário de almoço dos funcionários.

Fonte: Autora (2015).

Figura 20 - Fardos de material reciclável (embalagens plásticas), em baia coberta.

Fonte: Autora (2015).

Figura 21 - Valas encerradas revegetadas com gramíneas e separadas por pneus inservíveis.

Fonte: Autora (2015).

Figura 21 - Pátio de compostagem, com algumas pilhas cobertas, a fim de facilitar o processo de maturação do composto.

Fonte: Autora (2015).

Figura 22 - Vala de rejeitos com grande quantidade de resíduo exposto, principalmente sacolas plásticas.

Fonte: Autora (2015).