

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANEAMENTO,
MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

**AVALIAÇÃO DA OPERAÇÃO DAS UNIDADES
DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM INSTALADAS
NO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Jessyca Ingles Nepomuceno dos Santos

Belo Horizonte

2017

**AVALIAÇÃO DA OPERAÇÃO DAS UNIDADES
DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM INSTALADAS
NO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Jessyca Ingles Nepomuceno dos Santos

Jessyca Ingles Nepomuceno dos Santos

AVALIAÇÃO DA OPERAÇÃO DAS UNIDADES DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM INSTALADAS NO ESTADO DE MINAS GERAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Área de concentração: Saneamento

Linha de pesquisa: Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Orientador: Raphael Tobias de Vasconcelos Barros

Coorientadora: Liséte Celina Lange

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2017

S337a

Santos, Jessyca Ingles Nepomuceno dos.

Avaliação da operação das unidades de triagem e compostagem instaladas no estado de Minas Gerais [manuscrito] / Jessyca Ingles Nepomuceno dos Santos. – 2017.
viii, 108 f., enc.: il.

Orientador: Raphael Tobias de Vasconcelos Barros.
Coorientadora: Liséte Celina Lange.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

Apêndices e anexos: f.99-108.

Bibliografia: 91-98.

1. Engenharia Sanitária - Teses. 2. Saneamento - Teses. 3. Resíduos sólidos - Administração - Teses. I. Barros, Raphael Tobias de Vasconcelos. II. Lange, Liséte Celina. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. IV. Título.

CDU: 628(043)

Página com as assinaturas dos membros da banca examinadora, fornecida pelo Colegiado do Programa

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela oportunidade e aprendizado proporcionados.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo auxílio à pesquisa através da bolsa de pós-graduação.

Aos professores da Universidade Federal de Minas Gerais, que contribuíram de forma significativa com a minha formação acadêmica e profissional, repassando seus conhecimentos e experiências.

Ao meu orientador, Professor Raphael Tobias de Vasconcelos Barros, pela confiança, pela disponibilidade e por ter sido um grande apoiador e incentivador desse trabalho.

À minha Coorientadora professora Dr. Liséte, por toda a atenção, disponibilidade e apoio prestado na realização deste trabalho.

Aos meus amigos do DESA/UFMG, pelo apoio nesta trajetória e pela oportunidade de dividir muitas experiências. Especialmente aqueles com quem tive maior convívio (Belinazir, Diogo, Iacy, Daniel, Jorge, Nicole, Lariza, Elias, Rodrigo(s), Debora, Marcus, Josi, Camila, Lucas(s), Isabela, Lívia, Ane, Fabiana).

À equipe da Fundação Estadual de Meio Ambiente - FEAM, pela receptividade, pela contribuição valiosa, disponibilizando informações e por terem aceitado conceder seus depoimentos. Nomeadamente todos da equipe de gerência de resíduos sólidos.

Aos participantes desta pesquisa, trabalhadores e responsáveis técnicos das Unidades de Triagem e Compostagem, pela receptividade e atenção dispensadas ao trabalho.

Aos meus familiares pelo incentivo constante e pelo apoio incondicional. Especialmente à minha mãe, que sonhou os meus sonhos e me motivou a realizá-los.

A todos que não foram citados, mas que tiveram contribuição direta ou indireta para que este trabalho se tornasse possível, o meu mais sincero agradecimento.

RESUMO

Unidades de triagem e compostagem de resíduos sólidos têm sido implantadas no Brasil desde o início da década de 70, sem que se tenha visto resultados expressivos que continuem justificando a aplicação de recursos na construção de novas unidades. E, assim, como em outros estados, em Minas Gerais, inúmeras unidades de triagem e compostagem foram construídas, em resposta às políticas públicas e aos esforços para erradicação dos lixões no estado. O presente estudo destina-se ao conhecimento e à compreensão acerca da operação e do gerenciamento das unidades de triagem e compostagem implantadas em Minas Gerais. Para tal, a pesquisa foi desenvolvida por meio de análise documental de relatórios de vistorias técnicas e de relatórios de monitoramento das unidades, como também, através de visitas técnicas às unidades, visando a, sobretudo avaliar as condições de instalação e operação desses empreendimentos. Lançou-se mão também de pesquisa qualitativa, por meio de entrevistas semiestruturadas com atores chave nesse processo, com o objetivo de identificar as principais dificuldades no desenvolvimento das atividades de triagem e compostagem nestes empreendimentos. Sendo assim, foram estudados nove municípios de Minas Gerais, por meio de entrevistas com os ocupantes do cargo de responsável técnico das UTC. Foram entrevistados também, os analistas do órgão ambiental responsáveis pelas fiscalizações aos empreendimentos. Do estudo, constatou-se que a tecnologia precisa de avanços, uma vez que muitas das unidades de triagem e compostagem em operação em Minas Gerais apresentam problemas de natureza diversa. Destaca-se a necessidade de adequação da disposição final de rejeitos, visto que as valas de rejeitos em meio à forma que são operadas configuram-se em uma fonte de poluição ambiental. Destaca-se também como um aspecto negativo a falta de controle do processo de compostagem que é realizado nestas unidades, gerando um produto de má qualidade e com sérias restrições de uso. Por fim, verificou-se como fatores determinantes ao desempenho destas unidades a falta de interesse e de apoio das administrações locais, pois especialmente nos municípios onde os agentes locais encontravam-se sensibilizados com a questão dos resíduos, as unidades operavam de forma adequada.

Palavras-chave: unidade de triagem e compostagem, compostagem de resíduos, gestão de resíduos, desempenho operacional.

ABSTRACT

Sorting and composting facilities or UTCs have been implemented in the Brazil since the early 1970s, without any meaningful results that justify their use. In Minas Gerais, innumerable sorting and composting facilities were built in response to public action and efforts to eradicate the dumps in the state. The present study intended to verify the operational conditions of these units deployed in Minas Gerais. For this, the research was developed through documentary analysis of technical surveys reports from the Environmental State Foundation (FEAM) and monitoring reports of the units. It was also used qualitative research, through semi-structured interviews, with the objective of identifying the main difficulties in the development of the composting activities. Therefore, nine municipalities of Minas Gerais were studied, through interviews with the technical coordinator of these facilities and with some experts. From the study, it was verified that the technique needs advances and it has not reached the expected operational and environmental efficiency. A negative aspect observed was the lack of control of the composting process that is carried out in these units, in consequence, generates a product with poor quality and with serious restrictions on use. Finally, the determining factors in the performance of the units were: lack of interest and lack of support from local administrations. It was observed that in municipalities where the local agents were sensitized with the waste issue, the units have operated properly.

Keywords: sorting and composting facilities, composting, waste management, operational performance.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	V
LISTA DE TABELAS	VI
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS	VII
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	4
2.1 OBJETIVO GERAL	4
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
3 PERSPECTIVAS DA GESTÃO DE RSU: RECICLAGEM E COMPOSTAGEM.....	5
3.1 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS	6
3.2 DESAFIOS DA GESTÃO DOS RESÍDUOS NO BRASIL E O NOVO MARCO LEGAL.....	12
3.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE A COMPOSTAGEM E A RECICLAGEM DE RSU.....	15
3.3.1 <i>A situação da compostagem no Brasil</i>	17
3.3.2 <i>O desenvolvimento de unidades de triagem e compostagem no Brasil</i>	20
3.3.3 <i>Dificuldades encontradas no desenvolvimento da compostagem</i>	24
3.4 A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM MINAS GERAIS.....	27
3.4.1 <i>Situação da disposição dos resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais</i>	32
3.4.2 <i>Unidades de triagem e compostagem financiadas pelo ICMS ecológico</i>	34
3.4.3 <i>Contextualização do licenciamento e monitoramento das UTC</i>	36
4 AS UNIDADES DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM INSTALADAS EM MINAS GERAIS: UM DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS E AMBIENTAIS	40
4.1 METODOLOGIA.....	40
4.1.1 <i>Pesquisa documental</i>	40
4.1.2 <i>Seleção das UTCs a serem estudadas</i>	42
4.1.3 <i>Visitas técnicas</i>	44
4.2 A INFRAESTRUTURA E A OPERAÇÃO DAS UTC DE MINAS GERAIS	45
4.3 O COMPOSTO ORGÂNICO PRODUZIDO NAS UTC MINEIRAS	55
4.4 O MATERIAL SEGREGADO E O TRABALHO NAS UTC.....	61
5 ASPECTOS RELACIONADOS À IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DAS UNIDADES DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM	68
5.1 METODOLOGIA.....	68
5.2 SITUAÇÃO REFERENTE À INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO DAS UTC	70
5.3 FATORES QUE INTERFEREM NO DESEMPENHO DAS UTCs	75
5.3.1 <i>Falta de interesse e apoio da administração local</i>	75
5.3.2 <i>Coleta seletiva e participação da população</i>	78
5.4 PROPOSIÇÃO DE ADEQUAÇÕES PARA MELHORIA NA GESTÃO DE RS EM MUNICÍPIOS COM UTC	83
6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	87
REFERÊNCIAS	91
APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA COM OS RESPONSÁVEIS TÉCNICOS.....	99
APÊNDICE B – ROTEIRO DE ENTREVISTA COM ANALISTAS AMBIENTAIS	101
APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE).....	102
ANEXO A – APROVAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA	104
ANEXO B – RELATÓRIO DE FISCALIZAÇÃO (AUTO DE FISCALIZAÇÃO).....	105
ANEXO C – CHECK LIST DE PARÂMETROS UTILIZADO PELA FEAM	107

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1- Evolução da destinação de RSU na Europa por tipo de tratamento e percentual de reciclagem e compostagem	7
Figura 3.2 – Quantidade de RSU reciclados e compostados nos EUA (1970 – 2014).....	11
Figura 3.3- Metas para redução de resíduos secos e úmidos dispostos em aterro.....	14
Figura 3.4 – Mesas de concreto para triagem: a) UTC no Rio de Janeiro (IACONO, 2007) e b) UTC em Minas Gerais (ANDRADE, 2010)	21
Figura 3.5 - Evolução da destinação final dos RSU no Estado de Minas Gerais.....	33
Figura 4.1- Localização dos municípios em que as UTCs foram estudadas.....	43
Figura 4.2- Localização dos municípios selecionados para as visitas técnicas.....	45
Figura 4.3– a) Fosso para descarga dos RS; b) Área de triagem dos RS com esteira de catação; c) Prensa hidráulica típica; d) pátio de compostagem impermeabilizado e) área para armazenamento dos recicláveis e f) balança típica utilizada nas UTCs (ano de 2016)	46
Figura 4.4- Desempenho operacional das UTCs, de acordo com a classificação da FEAM...	47
Figura 4.5 - a) Disposição inadequada de resíduos eletrônicos; b) Fardo de plásticos provenientes de REE; c) Armazenamento incorreto de lâmpadas fluorescentes (resíduos classe 1); d) Armazenamento de sucata de carro junto aos metais (ano de 2016).....	49
Figura 4.6- Valas de rejeitos com material espalhado sem compactação e sem recobrimento a) UTC Cristiano Otoni; b) UTC Catas Altas e c) UTC Dom Silvério (ano de 2016).....	52
Figura 4.7 – a) Fardos de material triado e prensado armazenados em local sem cobertura (nesse caso no pátio de compostagem), ano de 2016.....	53
Figura 4.8 – Modelo de Planta baixa com base no projeto de uma UTC visitada	54
Figura 4.9 - a) Pilhas de compostagem com dimensões inadequadas; b) Pilhas de compostagem com presença visível de inertes (ano 2016)	57
Figura 4.10 - a) Armazenamento de vidros, UTC Entre Rios e b) Acúmulo de vidros, UTC São Domingos do Prata (ano de 2016).....	62
Figura 4.11 - Trabalhadores na mesa de triagem, uniformizados e portando EPIs: a) São Domingos do Prata; b) Cristiano Otoni e c) Entre Rios (ano de 2016)	65
Figura 4.12 – Área de recepção e área de triagem dos resíduos a) UTC Entre Rios e b) UTC Cristiano Otoni	66
Figura 5.1–Caminhão caçamba típico utilizado na coleta de RS nos municípios estudados...	82
Figura 5.2 - Carroceria adaptada com gaiola acoplada utilizada no Município de Tibagi-PR	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Critérios para a qualificação do composto e para sua utilização em diferentes Estados-Membros europeus	9
Tabela 3.2 - Principais benefícios e limitações da compostagem de RSU	16
Tabela 3.3- Número de municípios com unidades de compostagem (2000 e 2008).....	18
Tabela 3.4 - Massa de resíduos totais recebidos pelas unidades de processamento dos municípios participantes do SNIS, ano 2014	19
Tabela 3.5 - Situação da disposição final de RSU em Minas Gerais no ano de 2015	34
Tabela 4.1 –Principais questões operacionais observadas nas fiscalizações	48
Tabela 4.2 – Itens avaliados sobre a situação da compostagem nos municípios com UTC	55
Tabela 4.3 - Teores de metais pesados e coliformes contidos no composto das UTCs visitadas	59
Tabela 4.4 - Resumo das características das unidades de triagem e compostagem de Minas Gerais visitadas para este estudo	63
Tabela 5.1- Perfil dos sujeitos da pesquisa	69
Tabela 5.2- Vantagens e desvantagens na implantação de Unidades de Triagem e Compostagem como solução para os RSU.....	71

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AAF	Autorização Ambiental de Funcionamento
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ACR	<i>Association of Cities and Regions for Recycling</i>
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
BDMG	Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CEMPRE	Compromisso Empresarial para a Reciclagem
COEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPAM	Conselho Estadual de Política Ambiental
COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
DN	Deliberação Normativa
EEA	<i>European Environment Agency</i>
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
EU	União Europeia
EUA	Estados Unidos da América
FEAM-MG	Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais
FIP -MG	Fundação Israel Pinheiro (MG)
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GAO	<i>Government Accountability Office</i>
GESAN	Gerência de Saneamento Ambiental da FEAM
GEE	Gases de Efeito Estufa
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
MAPA	Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MBT	<i>Mechanical and biological treatment plants</i>
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PECS	Plano Estadual de Coleta Seletiva
PGIRS	Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
REE	Resíduos eletroeletrônicos
RS	Resíduos Sólidos
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SEMAD	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SIAM	Sistema Integrado de Informação Ambiental
SNIS	Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento
SUPRAM	Superintendência Regional de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFV	Universidade Federal de Viçosa
UTC	Unidade de Triagem e Compostagem

1 INTRODUÇÃO

A valorização dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é obrigatória por lei e espelha avanços civilizatórios. Na Europa, é proibido aterrar resíduos orgânicos, sendo as comunidades obrigadas a lhes dar uma destinação mais adequada, onde sobressai a técnica de compostagem. Visto que nos aterros sanitários o alto teor desses resíduos implica em maiores gastos para o confinamento seguro.

No Brasil, a compostagem passou a ser uma obrigação legal a partir do ano de 2010. Os responsáveis (titulares) dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos têm a obrigação da implantação de sistemas de compostagem (Lei Federal 12.305/2010, art. 36, inciso V). No entanto, há certa imagem negativa sobre a técnica da compostagem no país, à custa de inúmeras experiências mal sucedidas, sobretudo, com o insucesso das chamadas Unidades de Triagem e Compostagem (UTCs) popularizadas na década de 90 no Brasil.

Quando se popularizaram, tais empreendimentos eram ditos como solução definitiva para a questão dos resíduos sólidos municipais, onde os recicláveis seriam reaproveitados, os orgânicos compostados e ao final restariam os rejeitos a serem dispostos adequadamente. No entanto, na prática não é o que ocorre e estas unidades não têm obtido a eficiência operacional esperada, com baixo aproveitamento dos materiais recicláveis, grande quantidade de inertes na compostagem e elevada porcentagem de rejeitos encaminhados para a disposição final (PESSIN *et al.*, 2006).

A história das experiências com UTCs no Brasil não segue uma regularidade, pois algumas (relativamente poucas) foram bem-sucedidas e se mantiveram em operação, outras tiveram seu funcionamento modificado para que permanecessem operacionais e muitas foram desativadas (FERNANDES *et al.*, 2007). A inviabilidade técnica, econômica e gerencial foram um dos principais motivos pelo qual a maioria das UTCs foram desativadas no Brasil desde a década de 1980 (BARREIRA *et al.*, 2009; ENGENHEER; FERREIRA; ADLER, 2005).

Em Minas Gerais, desde 1995, políticas e programas criados pelo governo estadual através da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) têm

motivado as prefeituras dos municípios mineiros a se posicionarem mais determinadamente sobre a problemática do gerenciamento dos RSU. O aporte para a implementação de unidades de triagem e compostagem se deu em maior grau com a Lei Estadual nº 12.040/95 (referente ao ICMS Ecológico), substituída posteriormente pela Lei nº 18.030 de 12 de janeiro de 2009, que incentiva as administrações municipais a buscarem soluções para os problemas socioambientais que se relacionam com os RSU.

Os municípios mineiros contemplados com a instalação de UTCs seguem enfrentando dificuldades diversas. Prado Filho e Sobreira (2007) já destacava que elas eram bastante rudimentares sob o ponto de vista de desenvolvimento tecnológico (o que em si não seria um problema se tivessem boas condições de operação e manutenção). Além de problemas com as condições de coleta convencional na maior parte das cidades – onde em geral não há coleta seletiva -, é visto que as experiências com o reaproveitamento dos materiais recicláveis e a compostagem da parcela orgânica através de UTCs têm esbarrado em aspectos técnicos e operacionais, implicando em resultados pouco satisfatórios.

Passada mais de uma geração desde a popularização das UTCs verifica-se que são poucos os registros sobre a situação dessas unidades pelo país. Não há na literatura a indicação com exatidão do número de empreendimentos operantes e inoperantes no Brasil. Apesar disso, sabe-se que boa parte das UTCs implantadas nas décadas anteriores encontra-se em estado precário por terem sido mal administradas. Contudo, em Minas Gerais as UTCs configuram-se na principal alternativa para os RSU em municípios de pequeno porte. É visto que tais unidades estão operando há mais de uma década em municípios mineiros, mesmo que com certas dificuldades e limitações.

Os pontos de partida para a realização desse trabalho foram às pesquisas do Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SMARH que utilizaram a metodologia qualitativa como ferramenta para investigação da percepção de trabalhadores e gestores municipais sobre as UTCs mineiras. O tema escolhido tem sua importância fundamentada por não ter sido realizado em outros estudos, no âmbito de Minas Gerais, uma análise das vulnerabilidades, fragilidades e precariedades na operação das UTCs e da situação delas após um certo tempo operantes. Um dos pontos positivos deste trabalho é fornecer elementos para a tomada de decisões com relação à UTC como alternativa no gerenciamento

dos RS, como também, contribuir para as discussões sobre essa tecnologia de tratamento de resíduos sólidos.

O estudo aqui apresentado foi organizado em seis capítulos, da seguinte forma: o primeiro capítulo e o segundo referem-se à introdução e aos objetivos da pesquisa. O terceiro capítulo (construído por meio de revisão bibliográfica) introduz conceitos, discute sobre o reaproveitamento de RSU por via da reciclagem e da compostagem e aborda o contexto do desenvolvimento da reciclagem e compostagem no Brasil. No quarto capítulo é realizado um diagnóstico da operação das UTCs presentes no estado de Minas Gerais, para que posteriormente, no quinto capítulo, sejam contextualizadas as dificuldades enfrentadas na operacionalização desses empreendimentos nos pequenos municípios. Nele são abordadas também, propostas de melhorias a partir das constatações realizadas sobre a realidade das UTCs mineiras. A conclusão é apresentada no sexto capítulo e contém uma síntese sobre os aspectos observados durante a realização da pesquisa, como também, traz recomendações cuja intenção é contribuir para a efetividade das ações voltadas a gestão de resíduos em Minas Gerais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar aspectos do desempenho operacional e ambiental das Unidades de Triagem e Compostagem (UTCs) instaladas em Minas Gerais.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar um diagnóstico da situação das UTCs de pequenos municípios de Minas Gerais em relação às condições de infraestrutura, às condições operacionais e às condições ambientais;
- Analisar o processo de compostagem de RSU realizado nas UTCs em Minas Gerais;
- Identificar as dificuldades e fragilidades no gerenciamento e na operação das UTCs instaladas em pequenos municípios de Minas Gerais,
- Discutir melhorias para esse sistema de gerenciamento de RS a partir dos levantamentos sobre a realidade das localidades.

3 PERSPECTIVAS DA GESTÃO DE RSU: RECICLAGEM E COMPOSTAGEM

Os problemas relacionados aos resíduos sólidos (RS) têm se acumulado nas sociedades contemporâneas, impondo a necessidade de políticas públicas eficientes para assegurar a qualidade de vida, particularmente nos centros urbanos. Figueiredo (2009) destaca que, até há bem pouco tempo, as propostas para o equacionamento da questão dos RS eram estritamente técnicas e restritas à disposição final. Este mesmo autor diz ser necessária a reflexão acerca dos padrões de consumo e de produção, frente aos limites do meio ambiente.

De acordo com Kollikkathara *et al.* (2009), à medida que as sociedades industriais começaram a produzir quantidades cada vez maiores de resíduos, a reciclagem foi assumindo um novo significado. Em consequência, além de reciclar por razões econômicas, as comunidades começaram a pensar em como reduzir a proporção de resíduos destinados para aterros e incineradores.

No Brasil, a discussão ambiental na gestão de RS é relativamente recente, buscaram-se soluções para os graves problemas acarretados por volumes elevados na geração e na destinação inadequada dos resíduos sólidos urbanos (RSU). Com isso, a reciclagem e a compostagem apresentam-se como uma alternativa sustentável para a gestão integrada de RSU devido, principalmente, ao fato de que no processo os produtos reciclados retornam ao mercado e, ainda, recicla-se a matéria orgânica e deixa-se de destinar aos aterros, evitando os impactos ambientais daí decorrentes (BARREIRA, 2006).

A Agenda 21, elaborada durante a Rio 92, em seu Capítulo 21, enfatiza a necessidade de redução das quantidades de resíduos produzidas pela sociedade, a ampliação da reciclagem de materiais e a ampliação dos serviços relacionados à coleta e o tratamento ambientalmente saudável desses tipos de materiais. Dezoito anos depois, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), incorporou esse entendimento da necessidade de fomento às alternativas que minimizem a geração resíduos e de mudanças comportamentais (BRASIL, 2010).

Desse modo, a partir da PNRS, lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010), existe uma hierarquia a ser seguida na gestão de resíduos sólidos, com ordem de prioridades das ações a serem seguidas: não geração, redução, reutilização, tratamento e, em último caso, disposição final, de forma que apenas rejeitos devem ser encaminhados para disposição final.

Sendo assim, sancionada há sete anos a PNRS abriu horizontes e representou um marco para a gestão dos RSU no Brasil. Consolida-se um modelo inovador de lidar com a questão dos RSU, fruto de um debate que durou duas décadas no Legislativo, que expôs a complexidade do desafio que o Brasil tem pela frente e o tamanho do esforço a ser empreendido conjuntamente pelo governo, empresas e sociedade (CEMPRE, 2015). Dessa forma, assim como em outros países há algumas décadas, o Brasil está começando um processo de mudança na gestão dos seus RSU.

3.1 Gestão de resíduos sólidos urbanos: experiências internacionais

Ao redor do mundo, com variados graus de estímulo e cobertura, sistemas de compostagem de resíduos urbanos têm sido desenvolvidos. Diferentes tipos – de sistemas artesanais a tecnologias de alto custo, abertos ou fechados, de pequena a grandes escalas – são praticados em todo o mundo, considerando a economia do processo, qualidades do produto e a demanda do mercado por composto (HASAN *et al.*, 2012). Entretanto, apesar de já conhecidos os inconvenientes da disposição final da matéria orgânicos em aterros, são poucos os países que apresentam taxas elevadas de reaproveitamento de resíduos orgânicos. Contudo, nos últimos anos, em países da União Europeia (EU) e Estados Unidos (EUA), por exemplo, tem sido registrado aumento no volume de resíduos enviados à compostagem (UFPE, 2013).

Na Europa, as primeiras tentativas de implantação de compostagem em larga escala para tratar RSU indiferenciados, iniciaram-se nos anos 70, com as chamadas unidades de tratamento mecânico e biológico (*mechanical and biological treatment plants - MBT*). Essas unidades compreendiam a separação mecânica da fração orgânica dos RSU e a reciclagem limitada de alguns metais e de plásticos. Contudo, a qualidade dos materiais reciclados, incluindo o composto, produzidos nestes empreendimentos era muito baixa. Em relação ao composto, com a utilização de trituradores para reduzir o tamanho das partículas destinadas a compostagem, a fração compostada era frequentemente contaminada por pedaços de vidro e plásticos (SLATER; FREDERICKSON, 2001).

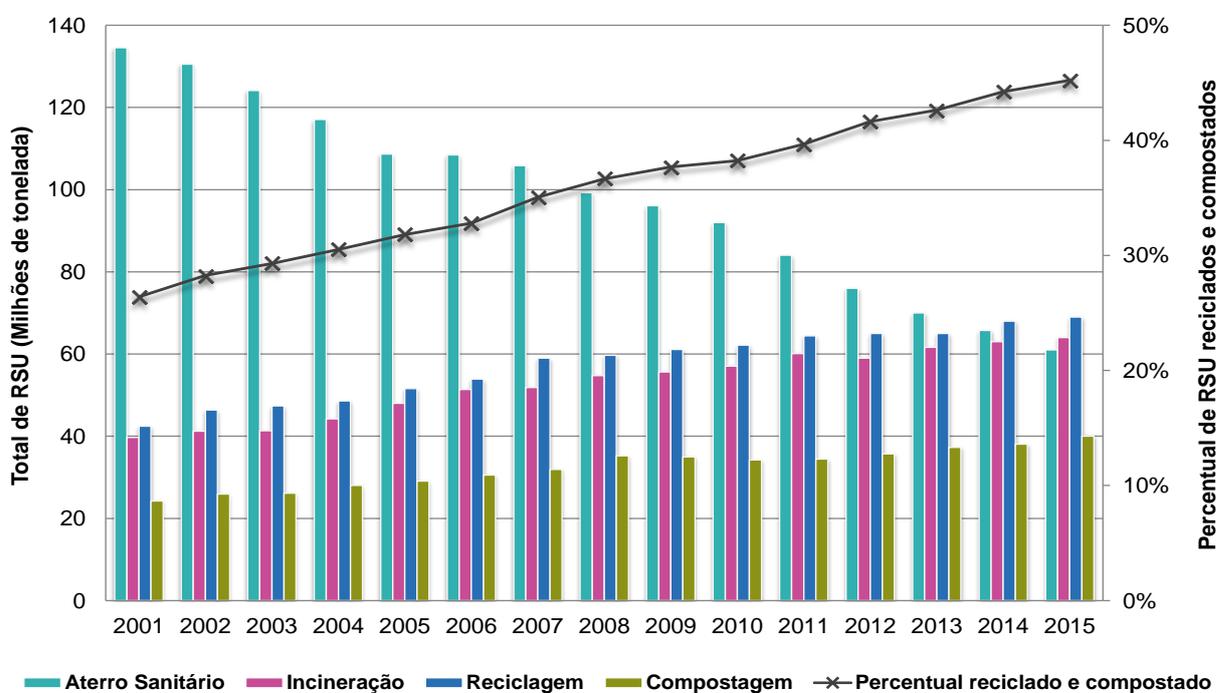
Segundo Slater e Frederickson (2001), devido a estas dificuldades e a crescente consciência ambiental, o número de empreendimentos como estes começou a declinar na Europa durante a década de 80. A partir de 1985, a maioria dessas antigas usinas tinha fechado as portas e um novo tipo de unidade de compostagem começou a surgir. Esta nova abordagem da

compostagem na Europa envolveu o processamento de resíduos biodegradáveis "mais limpos" do que os resíduos provenientes de coleta convencional, a fim de produzir um composto de qualidade mais elevada para comercialização.

As mudanças na gestão de RSU na Europa podem ser atribuídas em grande parte à legislação local, que determina metas para a evolução do setor. Destaca-se a Diretiva 1999/31/EC, que trata da disposição de resíduos em aterros. Essa lei determina metas progressivas de redução da disposição de matéria orgânica biodegradável diretamente nos aterros sanitários, que deveria ser de no máximo 35% da quantidade total dos resíduos biodegradáveis produzidos até o ano 2016 (BLANCO, 2012).

Dessa forma, a diretiva 1999/31/EC tem levado os países da UE a adotarem diferentes estratégias, a fim de evitar o envio da fração orgânica dos RSU para aterros. Como resultado, o reaproveitamento da matéria orgânica por compostagem tem crescido na Europa a uma taxa média anual de 5,4%, entre os anos de 1995 e 2015 (Figura 3.1). Assim, a reciclagem e compostagem juntos representaram em 2015, 45% da destinação final dos RSU (EUROSTAT, 2017).

Figura 3.1- Evolução da destinação de RSU na Europa por tipo de tratamento e percentual de reciclagem e compostagem



Fonte: Adaptado de Eurostat (2017).

Entre os países integrantes da União Europeia, com a evolução da gestão de resíduos sólidos, percebe-se uma tendência de redução de destinação de RSU para aterros sanitários, que, entre os anos de 1995 e 2015, foi de 58% em peso. Com respeito ao tratamento e destino final dos RSU na União Européia, no ano de 2015, registrou-se que 29% dos resíduos eram encaminhados para reciclagem, 17% para compostagem, 26% para incineração e 25% destinados para aterros sanitários (EUROSTAT, 2017).

Em 2008, através de uma diretiva, novas metas foram estipuladas para os Estados-Membros da EU, pela qual 50% de todos os seus resíduos deverão ser reciclados até 2020 (EEA, 2013). Segundo Abramovay *et al.* (2013), na discussão europeia, o fundamental – e isso faz parte do objetivo político de que o continente se torne uma sociedade de reciclagem – é reduzir ao mínimo o que se envia para os aterros e mesmo para a incineração, ampliando o reaproveitamento dos materiais em que se apoia a riqueza econômica.

De acordo com a Agência Ambiental Europeia (*European Environment Agency* – EEA, 2013), reduziu o número de países que destinam mais de 75% de seus resíduos a aterros e aumentou a quantidade dos que reciclam mais de 25%. Dos RSU, é observado que uma das maiores dificuldades (e isso não só na Europa) está no reaproveitamento do resíduo orgânico. É evidente o tamanho do desafio de chegar até 2020 com 50% do RSU destinado à reciclagem, apesar de países como a Suécia, Suíça, Holanda, Alemanha, Áustria e França já terem ultrapassado esse patamar.

A Alemanha é pioneira na adoção de medidas destinadas a equacionar a questão dos RS, em que passou a aplicar os princípios de valorizar os resíduos antes da eliminação ainda na década de 1990, tendo sido, portanto, um dos primeiros países europeus a introduzir políticas para limitar a quantidade de RS destinados aos aterros. O resultado disso foi que em 2001 a Alemanha já reciclava cerca de 48% dos RSU, enquanto que 25% foram aterrados e 22% incinerados. Em 2010, o nível de reciclagem aumentou para 62% e o aterramento foi de quase 0% (EEA, 2013).

Há também na Europa, o sistema de garantia de qualidade do composto, que está baseado nas normas legais existentes e que pode ser considerado um instrumento finalizador do ciclo da matéria orgânica. Isso porque, segundo a *Association of Cities and Regions for Recycling and Sustainable Resource Management* (ACR, 2005), o sistema faz uma ligação entre a produção do composto e sua comercialização, influenciando todas as etapas do tratamento (coleta

seletiva de orgânicos, concepção e gerenciamento das instalações, produção do composto etc.). Contudo, a norma que o composto proveniente de RSU deve cumprir para ser qualificado como produto difere consideravelmente entre os países membros. Na tabela 3.1 são apresentados os critérios normativos para a utilização do composto de RSU nos países europeus.

Tabela 3.1 - Critérios para a qualificação do composto e para sua utilização em diferentes Estados-Membros europeus

País	Classificação do composto	Critérios para a definição do estado do composto e sua utilização
Áustria	Produto	- Produção em unidade registrada; - Origem específica dos materiais de entrada; - Ciclo de vida documentado (desde recepção de resíduos até venda de produtos); - Certificação do produto por institutos reconhecidos.
Espanha	Produto	- Origem específica dos materiais de entrada; - Ciclo de vida documentado (desde recepção de resíduos até venda de produtos); - Requisitos para a caracterização qualitativa do composto.
França	Resíduo/produto	Os requisitos da Normatização regional (NF U 44-051) devem ser cumpridos. Caso contrário, o composto é considerado resíduo.
Holanda	Produto	O cumprimento de garantia de qualidade: - características dos materiais de entrada; - condições de funcionamento do processo; - propriedades do produto (agentes patogênicos, metais pesados) e rotulagem; - Propriedades do produto, incluindo estabilidade (sem valor limite);
Itália	Resíduo/produto	Os requisitos do Decreto Legislativo 75/2010 devem ser cumpridos para o uso do composto como adubo. Caso contrário e, atendendo aos valores limite do Decreto 27/7/84, pode ser utilizado para recuperação ambiental de áreas. Caso contrário, o composto é considerado resíduo.
Luxemburgo	Produto	O cumprimento do sistema de garantia de qualidade baseado em: - características dos materiais de entrada; - condições de funcionamento do processo; - propriedades dos produtos (agentes patogênicos, metais pesados) e rotulagem.
Reino Unido	Resíduo/produto	Avaliação é feita caso a caso, com base no possível benefício agrícola. Quando considerado produto, os protocolos de certificação padrão são seguidos.
Suécia	Resíduo	Padrão definido pelo Instituto Sueco de Normalização.

Fonte: Adaptado de Cesaro *et al.* (2015).

Em alguns países, incluindo a Áustria, a França, a Alemanha e a Itália, existem regras explícitas e pormenorizadas estabelecidas através de legislação específica. Na grande maioria dos países restantes, existe uma suposição implícita de que o composto deixa de ser resíduo

quando registrado como um produto (Sayen; Eder, 2014). Do mesmo modo, os regulamentos e as normas relativas à qualidade do composto não estão igualmente estabelecidos em nível europeu, com exceção dos limites fixados pela Decisão 2006/799/CE que estabelece os critérios ecológicos e os respectivos requisitos de avaliação e verificação para a atribuição do rótulo ecológico aos corretivos de solos.

De acordo com Cesaro *et al.* (2015), a falta de harmonização das normatizações referentes ao composto de componentes orgânicos dos RSU cria incerteza jurídica para as decisões de gerenciamento de resíduos e para a promoção da garantia de qualidade do produto, pois um nível elevado de proteção do ambiente só pode ser alcançado se existirem informações comparáveis sobre as propriedades relevantes do produto, cuja variabilidade deve estar dentro dos limites conhecidos.

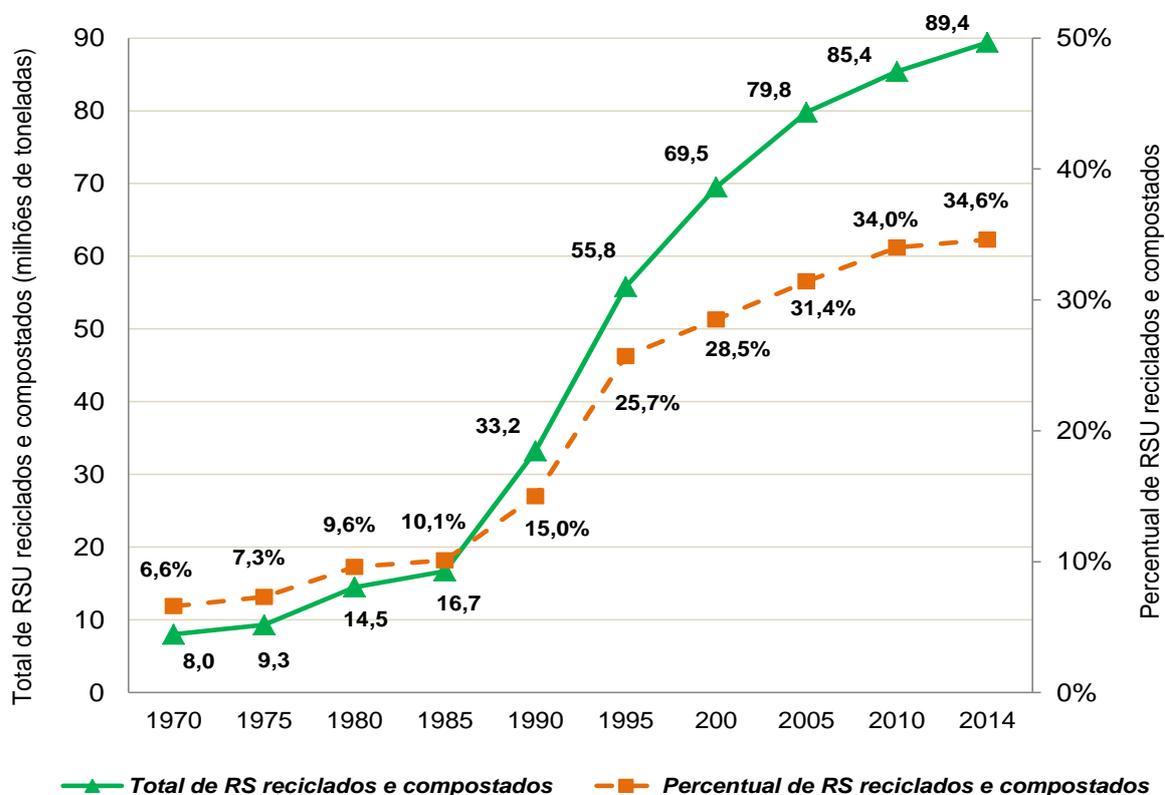
Nos Estados Unidos, ao longo do tempo, as tecnologias de tratamento de RSU têm passado por modificações. Em parte, isso é devido ao desenvolvimento da educação da população, que vem enfatizando as práticas de reciclagem e recuperação dos resíduos em substituição à simples disposição final. Outros fatores que têm influenciado a mudança de paradigma são as crescentes preocupações com as questões ambientais, a redução dos efeitos indesejáveis das mudanças climáticas, a conservação dos recursos naturais, o ganho econômico na recuperação e venda dos materiais e o aumento dos custos para o uso das tecnologias de disposição final de resíduos, definidas em políticas e marcos regulatório (UFPE, 2014).

Por conta disso, os resíduos encaminhados ao processo de reciclagem e compostagem têm aumentado gradativamente e, assim, a destinação em aterros sanitários tem diminuído nos EUA. Em um estudo conduzido pelo *US Government Accountability Office* (GAO, 2006), os coordenadores de reciclagem em cidades selecionadas dos EUA identificaram as modalidades de práticas-chave implantadas visando a aumentar a taxa de reciclagem. Dentre as práticas citadas, destacou-se a ação de tornar a reciclagem conveniente e fácil para seus moradores, oferecendo incentivos financeiros e conduzindo a educação pública.

De acordo com Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*U.S. Environmental Protection Agency- EPA*, 2016) em 2014 foram reciclados cerca de 66,4 milhões de toneladas de RSU e 23 milhões de toneladas foram compostadas. É visto que a taxa de reciclagem e compostagem dos RSU não excedia 15% em meados 1990. No entanto, o crescimento dessa taxa foi significativo nos 15 anos subsequentes, mas ao longo dos últimos cinco anos observa-

se que essa taxa estabilizou. Na Figura 3.2, é apresentada a evolução da reciclagem e compostagem no país em termos absolutos e percentuais.

Figura 3.2 – Quantidade de RSU reciclados e compostados nos EUA (1970 – 2014)



Fonte: U.S. Environmental Protection Agency (EPA), (2016).

Segundo Abramovay *et al.* (2013), nos EUA, poucas cidades (entre elas São Francisco e Seattle) recuperam resíduos orgânicos. Em Seattle, a partir de 2009 a coleta seletiva de orgânicos semanal e obrigatória era realidade para residências unifamiliares, dessa forma a coleta de orgânico triplicou no ano seguinte, passando de 11.200 toneladas em 2009, para 35.000 toneladas em 2010, o que representou uma taxa global de reciclagem em Seattle de 53,7%. Nos anos seguintes, após esta regra se estender para residências multifamiliares (em 2011), a quantidade de resíduos orgânicos coletados atingiu um máximo histórico de 83.666 toneladas em 2012 (SCHULMAN, 2016).

Em São Francisco (Califórnia), a reciclagem e a compostagem tornaram-se obrigatórias no ano de 2009. A questão chave da gestão de resíduos na cidade é a busca por separação máxima na fonte para o melhor uso dos materiais, especialmente dos produtos orgânicos para

compostagem. Dessa forma, coletam-se separadamente resíduos recicláveis, compostáveis e rejeito (SULLIVAN, 2011).

3.2 Desafios da gestão dos resíduos no Brasil e o novo marco legal

Ao longo dos anos, a gestão de resíduos sólidos no Brasil vem sendo conduzida sem a devida atenção. Segundo ALBREPE (2015), estima-se que em 2015, diariamente mais de 20.000 (aproximadamente 9% do total RSU gerado) toneladas de resíduos nem sequer foram coletados, indo parar em terrenos baldios, córregos e outros locais impróprios. Portanto, na disposição final, os avanços percebidos pelo setor ainda não são suficientes para reduzir o volume total de RSU que são encaminhados para locais inadequados.

Em termos absolutos, em 2015, a quantidade de RSU gerados no Brasil foi de 79,9 milhões de toneladas, em que cerca de 30 milhões de toneladas de resíduos foram dispostos em lixões e aterros controlados, uma quantidade que é 1% maior do que o montante registrado em 2014. O índice de cobertura de coleta para o país no mesmo ano foi de 90,8%, ou seja, o montante coletado em 2015 foi de 72,5 milhões de toneladas, o que leva a cerca de 7,3 milhões de toneladas de resíduos sem coleta no país e, conseqüentemente, com destino impróprio (ABRELPE, 2015).

Em resposta aos impasses na gestão dos RS, foi aprovada em agosto de 2010 a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que visa a disciplinar as ações no setor por meio de diretrizes, metas e prazos. No entanto, com a maioria dos prazos já vencidos, governos municipais se esforçam para construir planos de gestão integrada que cumpram, ao menos minimamente, as exigências da PNRS. Encerrar lixões e aterros inadequados, construir aterros sanitários, instituir a reciclagem e a compostagem, assim como a logística reversa, são outras tarefas com prazos também vencidos.

A PNRS reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações a serem adotados com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos. A partir desse marco legal, os responsáveis pela gestão e gerenciamento dos RSU, deveriam reconsiderar as estratégias adotadas até então, que eram focadas, sobretudo, na coleta dos RSU e, em alguns casos, na disposição final desses. Desse modo, a PNRS tende a estimular mudanças consideráveis na forma de gerenciar resíduos sólidos no Brasil.

Como consequência, tornou-se necessário o estímulo ao gerenciamento dos RSU em todas as suas etapas e tendo como princípios a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem e o tratamento dos resíduos sólidos, bem como a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, conforme preconizado nessa legislação. Entre vários desafios, a PNRS estipulou o envio obrigatório de resíduos para reciclagem e compostagem. O objetivo da PNRS é contribuir para melhorar o cenário da gestão dos RSU no país, através da adoção de medidas que visam não só à disposição mais adequada dos resíduos, mas também a redução do volume gerado e a ampliação da reciclagem.

Após a PNRS, o aterramento deve ser efetuado como última alternativa e somente para a parcela que não apresenta condições de recuperação e reciclagem, pois os aterros sanitários passaram a constituir a forma legalmente adequada de disposição final somente para rejeitos – resíduos que depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos viáveis não possuem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente correta (BRASIL, 2010).

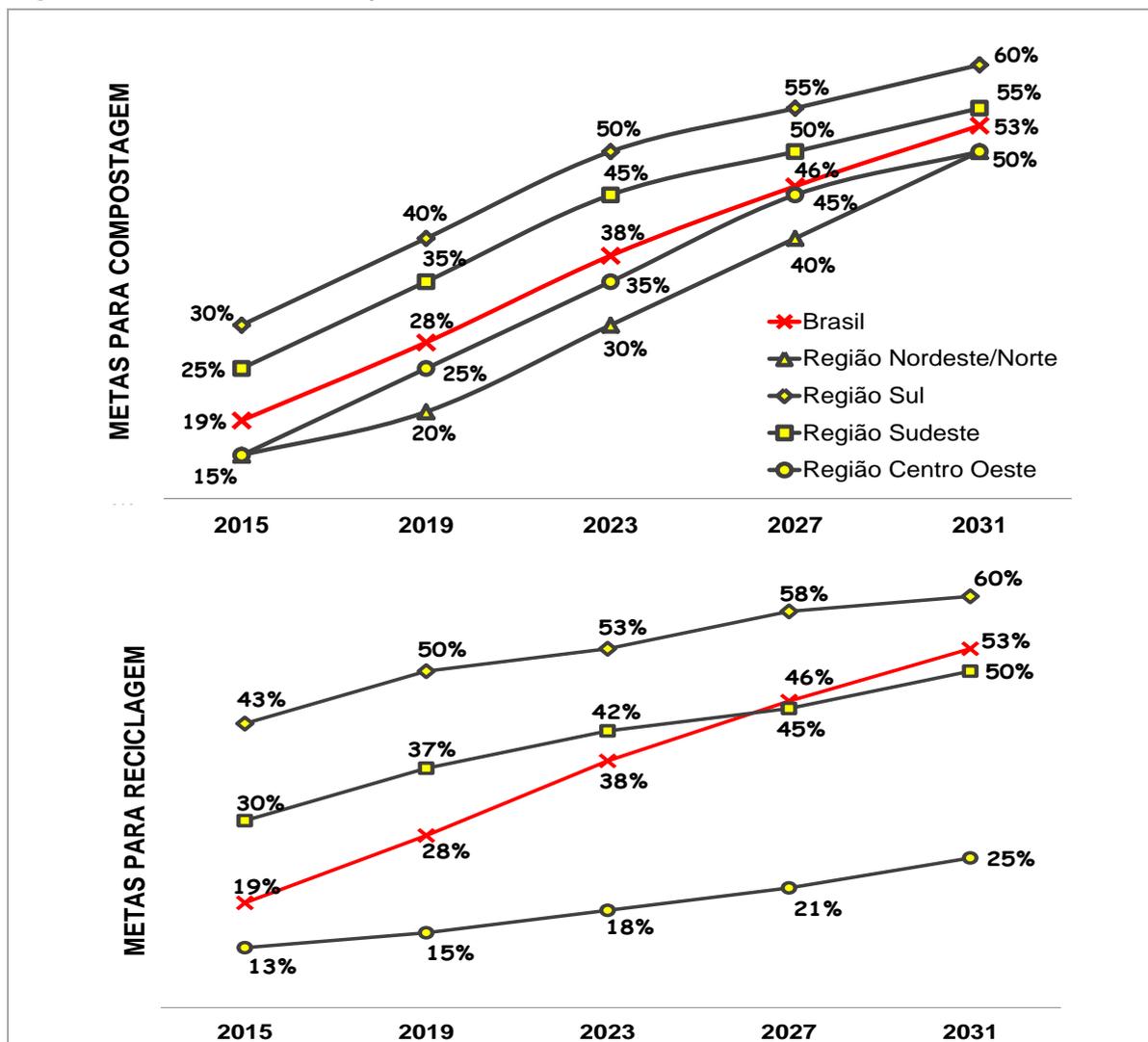
Visto isso, a PNRS, em seu Artigo 3º, inciso VII, considera a compostagem como uma forma de destinação final ambientalmente adequada de resíduos. Cabe destacar que esta mesma lei estabelece como atribuição do titular dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos a implantação da compostagem dos resíduos sólidos orgânicos, juntamente com a articulação com agentes econômicos e sociais das formas de utilização do composto produzido (BRASIL, 2010).

Assim, a adoção de atividades de compostagem pelos municípios é uma imposição legal e, não mais uma escolha tecnológica, uma opção para destino dos resíduos orgânicos gerados, pois deriva do próprio princípio da lei, de privilegiar soluções que reduzam a disposição final dos resíduos sólidos, ainda que realizados de forma ambientalmente adequada (MMA, 2010).

Para auxiliar o cumprimento de seus objetivos, a PNRS instituiu como instrumento o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2012). O documento estipula estratégias, metas, programas e ações de apoio. O plano propôs como meta para o país, uma redução de 19% da parcela orgânica e 22% dos resíduos secos (recicláveis) destinada aos aterros até 2015 (Figura 3.3), metas que certamente não foram alcançadas.

E como formas de estímulo à compostagem, menciona a implantação de novas unidades (acompanhadas prioritariamente de coleta seletiva de resíduos orgânicos) e o aproveitamento da capacidade já instalada de unidades de compostagem. O plano ainda recomenda a intensificação de campanhas de educação ambiental com relação à separação dos secos e da fração orgânica e a realização da coleta seletiva desses resíduos.

Figura 3.3- Metas para redução de resíduos secos e úmidos dispostos em aterro



Fonte: Adaptado de Brasil, 2012.

Visto isso, em 2016 iniciou-se o debate que resultará em um novo instrumento regulatório para auxílio do cumprimento das exigências legais sobre a compostagem de RSU. Através de grupos de trabalho coordenados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) tem sido discutida a proposta de resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), referente à compostagem de resíduos sólidos orgânicos, em que critérios e procedimentos para a produção de composto proveniente de RSU serão definidos, além dos critérios para o

licenciamento ambiental de unidades de compostagem, objetivando garantir o controle e a qualidade ambientais na compostagem; proposta que se encontra em tramitação no CONAMA (MORAES; MUNIZ, 2016).

De acordo com Moraes e Muniz (2016), a proposta em tramitação no Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) é o principal instrumento sugerido para regulamentar a gestão dos resíduos orgânicos, segundo os princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010). E ainda, representa um grande passo para a evolução da gestão nacional de RSU, traduz a transição da disposição tradicional dos resíduos orgânicos em aterros para a reciclagem/reutilização deste tipo de material.

3.3 Considerações sobre a compostagem e a reciclagem de RSU

De acordo com Pereira Neto e Lelis (2001), a compostagem é um dos processos de reciclagem de resíduos orgânicos mais antigos que o homem tem utilizado, em contradição, é um dos processos cuja filosofia e princípios estão entre os mais atualizados e de acordo com as exigências modernas, uma vez que se trata de um processo comprometido com os aspectos ambientais (devido ao tratamento dos resíduos, ao controle da poluição e à reciclagem de materiais), mas também com o resgate da cidadania (com a criação de oportunidades de empregos).

Para muitos autores, a prática da compostagem constitui umas das melhores alternativas para o tratamento de resíduos orgânicos, por que transforma uma externalidade negativa em uma positiva, em que sob o manejo adequado produz-se um composto orgânico com grande potencial para o uso agrícola e para recuperação de solos degradados (SILVA, 2008). De outro modo, para os serviços de manejo de resíduos sólidos, o que move o processo não é exatamente o produto, mas o fato de que a matéria orgânica presente nos resíduos urbanos pode ser transformada e reaproveitada, desviando resíduos que normalmente teriam que ser aterrados (MMA, 2010).

Na Tabela 3.2 são apresentados resumidamente os principais benefícios e limitações da tecnologia de compostagem.

Tabela 3.2 - Principais benefícios e limitações da compostagem de RSU

BENEFÍCIOS	LIMITAÇÕES
<ul style="list-style-type: none">- Tecnologia relativamente simples, durável e de baixo custo;- Reduz a quantidade de resíduos a serem dispostos em aterros, aumenta a vida útil do local de disposição final de resíduos;- Reduz a geração de lixiviado e emissões de metano no aterro sanitário;- Estabiliza e higieniza a matéria orgânica;- Permite a recuperação do resíduo orgânico, promovendo o aproveitamento da matéria orgânica pelo uso de composto orgânico;- Quando bem operadas, as unidades de compostagem não causam poluição atmosférica ou hídrica;- Permite uma significativa economia de energia, quando comparado a outros tratamentos possíveis;- Apresenta oportunidade de geração de emprego e renda;- Pode diminuir a necessidade de transporte de resíduos.	<ul style="list-style-type: none">- Requer uma separação eficiente de resíduos e um tempo de processamento que pode chegar a seis meses;- Quando mal operada, os líquidos e gases gerados podem contaminar o meio ambiente e comprometer a qualidade de vida;- Exige controle operacional eficaz, para que não surjam problemas na manutenção do composto e, portanto com sua qualidade;- O uso inapropriado do composto pode alterar a propriedade do solo;- Requer área relativamente grande para operação das leiras, para maturação dos resíduos;- O produto final tem preço relativamente baixo, em parte devido a percepção negativa sob o processo de compostagem;- Necessita do desenvolvimento e manutenção de um mercado para venda do composto;- Os custos com a coleta diferenciada da fração orgânica dos RSU são altos;- Gera baixo retorno econômico.

Fonte: Adaptado de Martínez (2009); Barros (2012); UFPE (2014).

Observa-se que a reciclagem de resíduos sólidos orgânicos através da compostagem é uma alternativa de tratamento que oferece vantagens diretas e indiretas em comparação ao aterro sanitário, dentre as quais se destaca a minimização dos riscos a saúde pública e do impacto ambiental, além da oportunidade de geração de empregos para as comunidades locais (WEI *et al.*, 2000;. ZURBRÜGG *et al.*, 2005; KARAGIANNIDIS *et al.*, 2010; SENG *et al.*, 2013). Sobre este último aspecto, em estudo realizado no município de Phnom Pehn, capital da Camboja, foi observado que a cada 4 toneladas de resíduo compostado por dia, 10 postos de trabalho eram criados na atividade (CSARO, 2010).

Além disso, dentre seus benefícios, o processo de compostagem reduz o volume de material, evita uma ocupação desnecessária em aterros sanitários e gera um produto que presta importantes funções ecológicas (SIQUEIRA, 2014). Respeitando-se determinados parâmetros, o composto de RSU pode tornar-se um produto passível de ser registrado como

fertilizante orgânico Classe C (adubo produzido com matéria prima oriundo de resíduo domiciliar com utilização segura na agricultura), conforme estabelecido na Instrução Normativa n° 25, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (BRASIL, 2009).

Em resumo, a compostagem é uma tecnologia facilmente adaptável, apropriada para o tratamento de resíduos de vários níveis sociais e áreas geográficas. E ainda, os sistemas de compostagem são também geralmente bem aceitos pela população, em contraste com a resistência normalmente associada à instalação de outros sistemas de tratamento de resíduos (como a incineração ou deposição em aterro). Ademais, a fração orgânica dos resíduos é uma das mais poluentes dos RSU e, a matéria orgânica encontra-se em grandes quantidades dentro dos resíduos urbanos e, ao ser transformada em composto, contribui para se atingir os objetivos locais de reciclagem (COMISSÃO EUROPEIA, 2000).

No entanto, é importante analisar os interesses distintos envolvidos na compostagem em que, segundo Ali (2004), a perda de foco é um dos problemas dos projetos de compostagem nos países em desenvolvimento; isto significa dizer que a maioria dos projetos tem muitas metas (solucionar o problema da quantidade crescente de resíduos encaminhados ao aterro, geração de emprego e renda, transformar o adubo em fertilizante para o solo), dificultando a sua continuidade, como foi observado em muitas experiências com compostagem de RSU no Brasil.

3.3.1 A situação da compostagem no Brasil

Tem-se que no Brasil 97,5% do volume de resíduos gerados continua sendo encaminhadas para disposição final em aterros ou lixões (IBGE, 2010). Em relação ao percentual de resíduos que foram destinados para unidades de compostagem, no período 2000 a 2008, este valor reduziu de 4,5% para 0,8%, sendo esta redução foi mais expressiva na região Sudeste, que em 2000 tratava 5.368,9 t/d de resíduos e em 2008 passou a tratar 684,6 t/d (Tabela 3.3).

Os dados apresentados na Tabela 3.3 são provenientes da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) nos anos de 2000 e 2008. A partir deles pode-se fazer algumas observações, primeiramente, é visto que, apesar do aumento no número de municípios com unidades de compostagem, a

quantidade tratada foi reduzida e, esta foi mais expressiva na região Sudeste, o que demonstra ser significativa a participação da região na contribuição do cenário nacional.

Tabela 3.3- Número de municípios com unidades de compostagem (2000 e 2008)

Unidade de análise	Número de municípios com unidades de Compostagem no próprio município		Quantidade total de resíduos encaminhados para unidades de compostagem no próprio município (t/dia)	
	2000	2008	2000	2008
Brasil	157	211	6.364,5	1.519,5
Centro-Oeste	1	3	685,6	328,2
Nordeste	17	3	112,5	13,0
Norte	1	3	5,0	18,4
Sudeste	68	92	5.368,9	684,6
Sul	70	110	192,5	475,3

Fonte: IPEA (2012).

Provavelmente essa redução seja atribuída especificamente ao município de São Paulo que, em 2000, contribuía com 4.290 t/d e em 2008 não encaminhava mais resíduos para unidades de compostagem, com o fechamento da usina de compostagem de Vila Leopoldina, em 2004. Este fato não significou exatamente um cenário ruim para a gestão de resíduos, uma vez que a usina produzia um composto de baixa qualidade, pois os resíduos eram provenientes da coleta convencional, cuja separação nas esteiras não era eficiente. Além disso, a localização da própria usina gerava muitas reclamações por parte da população (IPEA, 2012). Atenta-se também, para o aumento relevante da quantidade de resíduos orgânicos sendo reciclado na região Sul e para a situação oposta de perecimento dessas unidades na região Nordeste.

Segundo o diagnóstico dos RSU do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 51,4 % da massa de RSU gerados no Brasil são de orgânicos, o que equivale a 94.000 toneladas por dia (t/dia) de resíduos. Desse total estima-se que apenas 1,6% são submetidos ao processo de compostagem. A maior parte continua sendo destinada a aterros sanitários, a aterros controlados e, na pior situação, a lixões (IPEA, 2012).

Em 2014, o Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS) apurou um montante total de 74,8 milhões de toneladas de RSU recebidos nas unidades municipais de processamento. Naquele ano, 3.765 municípios participaram do diagnóstico, ou seja, 67,6% do total do País. Em termos de população urbana, este percentual sobe para 86,1%, respondendo por 147,4 milhões de habitantes urbanos (BRASIL, 2016). Desse montante total de resíduos, verificou-se que as unidades de triagem e as unidades de compostagem,

representaram 3,8% da destinação final. Na tabela 3.4 apresenta-se a quantidade de RS processados diariamente nestas unidades por região do país.

Tabela 3.4 - Massa de resíduos totais recebidos pelas unidades de processamento dos municípios participantes do SNIS, ano 2014

Unidade de análise	Número de municípios com unidade processamento		Quantidade total de resíduos encaminhados para as unidades de processamento(t/dia)	
	Unidade de triagem	Unidade de Compostagem	Unidade de triagem	Unidade de Compostagem
Brasil	468	72	6.974,4	810,65
Centro-Oeste	39	4	577,08	618,13
Nordeste	7	2	2.051,94	0,06
Norte	1	1	2,83	0,77
Sudeste	268	56	2.795,76	161,63
Sul	153	9	1.546,8	30,07

Fonte: Adaptado de Brasil (2016).

No tocante ao conjunto das unidades de triagem (usinas e galpões), o mesmo recebeu, em 2014, um montante de 2,5 milhões de toneladas. Vale ressaltar que boa parte dos RS encaminhados às usinas e, principalmente, aos galpões de triagem não é pesada, sobretudo, por falta de equipamento adequado, no caso, a balança rodoviária, assim certamente esse montante está subestimado (BRASIL, 2016).

De maneira geral, no Brasil, os resíduos orgânicos são compostados com grandes quantidades de impurezas de inertes gerando um produto contaminado e com baixa qualidade agronômica. Dessa forma, permanecem classificados como resíduos (em vez de fertilizante orgânico); isso se deve aos riscos que representa a presença de metais pesados, juntamente com os riscos físicos de presença de cacos de vidro e o problema estético da presença de pedaços de plástico, que permanecem altamente visíveis, mesmo depois da compostagem. Farrel e Jones (2009) expõem que em muitos países o composto orgânico derivado de RSU esbarra em barreiras legais e, fica impedida a sua aplicação na agricultura/horticultura (potencialmente maior mercado para o composto).

Apesar disso, a compostagem é um processo capaz de gerar um produto comercial; sendo assim, Silva, Mendes e Barreira (2009) ressaltam a necessidade de maiores cuidados ambientais, ocupacionais, marketing, aplicação da legislação vigente e melhorias na qualidade do produto. A regulamentação sobre a qualidade sanitária de um composto, garantias e

tolerância dos insumos agrícolas é dada pela Instrução Normativa nº 25/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (BRASIL, 2009).

Logo, é visto que a grande proporção da fração orgânica no volume global de resíduos sólidos, a alta capacidade de contaminar o ar, a água e o solo e, os custos dispendiosos da disposição final adequada ainda não são razões suficientes para se definir estratégias que superassem as limitações técnicas, administrativas e políticas vividas pela gestão de resíduos no Brasil.

É fundamental questionar porque a compostagem não é mais conhecida e nem foi adotada como método de tratamento de resíduos orgânicos no meio urbano. Mesmo em áreas vulneráveis, a compostagem domiciliar, de baixo custo, nunca foi amplamente difundida pelos governos como forma de tratar resíduos e promover a saúde coletiva. Ademais, os resíduos orgânicos gerados em grandes volumes por estabelecimentos como feiras, supermercados e restaurantes são mais facilmente destinados aos aterros e lixões do que aproveitados por meio da compostagem (SIQUEIRA, 2015).

3.3.2 O desenvolvimento de unidades de triagem e compostagem no Brasil

De acordo com Eigenheer, Ferreira e Adler (2005), na década de 1980, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), ao introduzir a preocupação social às políticas públicas, financiou unidades de reciclagem e compostagem às prefeituras municipais por todo país, motivadas pela vertente ambiental e, ainda, pela oportunidade de promoção de postos de trabalho aos catadores, retirando-os da informalidade.

Por conta disso, alguns municípios adotaram a compostagem com a instalação de unidades de triagem e compostagem, em que os resíduos urbanos chegavam sem nenhuma seleção prévia nessas instalações. Em alguns casos, em municípios menores, houve experiências de implantação de instalações totalmente manuais, com utilização de mesa de concreto, ligeiramente inclinada, em lugar da esteira, barateando custos operacionais (Figura 3.4). Essas experiências, com poucas exceções, não foram bem sucedidas e, foram em grande medida abandonadas e sucateadas. No entanto, ainda existem algumas experiências em andamento, principalmente aquelas que adotaram a compostagem natural (MMA, 2010).

Figura 3.4 – Mesas de concreto para triagem: a) UTC no Rio de Janeiro (IACONO, 2007) e b) UTC em Minas Gerais (ANDRADE, 2010)



Já na década de 1990, iniciou-se um processo de popularização da instalação de unidades simplificadas de triagem e compostagem, para onde os RSU eram encaminhados para segregação dos materiais inertes (recicláveis e rejeitos) e compostagem dos orgânicos. Segundo Lopes e Lima (2008), muitos municípios brasileiros receberam recursos para implantação dessas unidades pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), através de programas que tinham por objetivo a melhoria ambiental e também integravam o combate à dengue e, assim, essa técnica foi experimentada pelos municípios como uma solução para os problemas ambientais e sanitários decorrentes da crescente produção de resíduos.

Segundo Fernandes *et al.* (2007), as experiências com UTC no Brasil englobam desde casos de unidades que foram bem sucedidas e permanecem em operação, em outros foram modificadas, mas continuam funcionais e, uma terceira parte foi desativada. Diversos são os motivos para essas variações e muitos deles serão tratados neste estudo. De maneira geral, observa-se que no país muitas dessas iniciativas logo após serem implantados são desativadas.

Muitas vezes o poder executivo monta projetos para compra de unidades de reciclagem sem deter-se em uma análise técnica e/ou econômica detalhada (SILVA, MENDES, BARREIRA; 2009). E, embora o Brasil seja considerado um país ideal para o processo de compostagem, a maioria das unidades implantadas nas décadas anteriores encontra-se com as atividades paralisadas por diversos motivos, tais como: a) falta de conhecimento e critérios técnicos na implantação; b) adoção de tecnologias importadas; c) implantação de sistemas incompletos; falta de participação da população e de qualificação de mão-de-obra; d) falta de controle

operacional do processo de compostagem e e) falta de monitoramento da qualidade do composto (LELIS, PEREIRA, NETO, 2001; SILVA, MENDES, BARREIRA; 2009).

Siqueira e Assad (2015) traçaram o panorama da compostagem de RSU no Estado de São Paulo, identificando experiências de compostagem centralizadas (UTCs) e descentralizadas (compostagem domiciliar, compostagem comunitária e compostagem institucional). Os resultados da pesquisa com essas experiências demonstram que há uma grande quantidade de UTCs desativadas indicando que modelos centralizadas que recebem resíduos provenientes de coleta convencional são cada vez menos frequentes no Estado.

Segundo Fehr (2006), modelos centralizados de gestão de resíduos são bem sucedidos em países de economia desenvolvida, mas pouco se adaptam aos países em desenvolvimento. Em substituição às grandes unidades que compõem os sistemas centralizados, a descentralização da compostagem tem sido adotada em vários países, onde passou a ser uma opção após inúmeros casos mal sucedidos de compostagem em grande escala de resíduos urbanos coletados de forma indiferenciada.

No estudo das UTCs de São Paulo, Siqueira e Assad (2015) reportam casos onde a utilização do composto para fins agrícolas estava proibida devido a problemas de contaminação, realidade comum a muitas UTCs instaladas no país. Mas também existem casos de Unidades que são bem sucedidas no alcance dos seus objetivos. Os autores citam como exemplo a Unidade de São José do Rio Preto, com capacidade para atender um município de médio porte, a qual foi a única que, em 2010 (21 anos após sua instalação), obteve do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) o registro de produtor de composto na categoria “fertilizante orgânico”.

Além disso, nas experiências avaliadas no Estado de São Paulo, foram raros os esforços para melhorar a qualidade dos resíduos que chegavam às unidades, sendo que apenas duas experiências que incluíam a coleta seletiva de resíduos orgânicos enviados para UTCs foram identificadas: a) o Programa Feira Limpa, em São Paulo e b) o Programa de Coleta Seletiva, em Itatinga, ambos extintos (SIQUEIRA; ASSAD, 2015).

No Rio de Janeiro, após uma análise das unidades de triagem e compostagem existentes no Estado, que foram financiadas pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), Iacono (2007), concluiu que independente da sofisticação das unidades, como no caso de usinas de São

Paulo, ou mesmos nas usinas mais simples, tal como as presentes no Rio de Janeiro, ficou evidente que, para os trabalhadores dessas unidades, a separação de materiais recicláveis se mostrou mais atraente do que a atividade da compostagem, em vista da possibilidade de retorno financeiro. A abertura do mercado mostrou-se mais rentável do que a venda de composto, explica o autor.

No Espírito Santo, 21 dos 78 municípios possuíam uma Central de Triagem e Compostagem em 2007, sendo que 71,4% delas encontravam-se fora de operação ou nunca operaram. Do total de centrais, 90,5% foram implantadas com o apoio da FUNASA e apenas 9,5% possuíam licença de operação. A desativação dos empreendimentos foi atribuída principalmente à descontinuidade política, à ausência de corpo técnico especializado para o gerenciamento dos empreendimentos, à não priorização desses serviços na administração pública e à falta de recursos financeiros (SILVA *et al.*, 2007).

Na região Nordeste também houve em grande grau o perecimento dessas unidades. Segundo Lopes e Lima (2008), os investimentos realizados em unidades de triagem e compostagem na década de 1990 no Rio Grande do Norte foram sem efeito, uma vez que quase todas as unidades construídas conforme propostos pela FUNASA se encontravam desativadas ou demolidas. Do mesmo modo, das unidades de triagem e compostagem implantadas na Paraíba na em 1990, quase duas décadas depois, as quatro que funcionavam no Estado somente realizavam a triagem de recicláveis e, outras sete encontravam-se desativadas.

No estado de Pernambuco, constatou-se que as unidades implantadas pelo Governo do Estado ou pela FUNASA na década de 90 não mais se encontravam em funcionamento. Novas unidades continuaram a ser implantadas, mas permanecendo o mesmo histórico: em pouco tempo passaram a ser apenas locais de triagem, quando não foram desativadas. Os principais motivos alegados pelos municípios para a desativação das UTC foram à falta de capacitação técnica, a dificuldade de produção do composto e a qualidade do mesmo (LOPES; LIMA, 2008).

Disso, é visto que as experiências no Brasil com o reaproveitamento de resíduos urbanos através dessas unidades têm se mostrado falíveis e têm esbarrado em aspectos técnicos e operacionais, implicando em resultados pouco satisfatórios com respeito ao que objetivam. Conseqüentemente, muitas dessas unidades acabam paralisando suas atividades. Muito em função disso, a compostagem passou a ser considerada economicamente dispendiosa e

incapaz de gerar um produto de qualidade para fins agrícolas. Essa concepção de que a compostagem é um método inviável para o RSU e sua baixa aceitação entre gestores públicos decorre, segundo Eigenheer; Ferreira e Adler (2005), do processo histórico de usinas mal planejadas e falta de conhecimento e domínio sobre a tecnologia.

Verificou-se, de maneira geral, como fatores limitantes e determinantes que levaram as unidades de triagem e compostagem a não realizarem suas atividades de forma adequada, a falta de diagnóstico e planejamento, a ausência de coleta seletiva, a falta de conhecimento técnico, o baixo controle operacional do processo, a falta de comprometimento dos gestores e a má qualidade do composto.

3.3.3 Dificuldades encontradas no desenvolvimento da compostagem

A compostagem é vista como um tratamento simples dos resíduos sólidos orgânicos. No entanto, muitos fatores podem influenciar e interferir na qualidade do processo e do produto final. O processo de tratamento da fração orgânica via compostagem ainda é pouco utilizado em programas municipais de gerenciamento dos RSU, no Brasil, muito devido à dificuldade em se obter o resíduo orgânico já separado na fonte geradora, à ineficácia de manutenção do processo, ao preconceito com o produto e à carência de investimentos e de tecnologia adequada para a coleta deste tipo de material (MASSUKADO, 2008).

Diversos fatores têm contribuído para gerar descrédito quanto à utilização da compostagem como alternativa para o tratamento dos RSU, formando assim uma imagem negativa. Dentre os entraves que tem inviabilizado a implantação e o funcionamento destes sistemas, Lelis e Pereira Neto (2001) ressaltam que o principal motivo está relacionado à falta de conhecimento e domínio sobre a tecnologia envolvida no processo. Este fato aliado às falhas presentes em projetos atuais tem contribuído para que haja o desprestígio sobre estes sistemas, o qual por vezes não reflete a realidade.

Figueredo (2009) explica o porquê de a compostagem ser tão pouco utilizada no Brasil, mesmo diante de tantos benefícios evidentes e do potencial que pode representar para este país predominante agrícola. Segundo o autor, a resposta a esta questão aponta para a precariedade de nossas políticas públicas e para a falta de sensibilidade e competência dos organismos responsáveis pela tomada de decisão nas áreas de saneamento e gestão ambiental no país.

Sobre este aspecto Caprara (2016), em sua pesquisa com experiências de compostagem no Brasil, realizada com especialistas na área, identificou como fundamento principal no encerramento de atividades de unidades de compostagem, a “motivação política”. O autor explica que a descontinuidade política e o descomprometimento dos gestores responsáveis são fatores que contribuem diretamente para que as unidades não consigam dar seguimento ao seu processo, pois é essencial o apoio dos gestores, não só na questão de aporte de recursos financeiros, mas também no incentivo à promoção da conscientização constante da população na área de educação ambiental.

É visto ainda que os gestores municipais não valorizam a existência dessas unidades como uma ferramenta para minimizar os problemas relacionados ao mau gerenciamento dos resíduos sólidos na localidade (ANDRADE, 2010). Este autor, ao analisar a percepção de gestores em municípios mineiros, observou que eles desconhecem o total objetivo da implantação das UTCs em suas cidades e que esses apresentaram ainda uma visão um pouco distorcida quanto à verdadeira função da administração pública municipal na gestão urbana dos RS.

A falta de conhecimento e de capacitação são deficiências que atingem múltiplas áreas das prefeituras municipais brasileiras, o que pode potencializar os entraves inerentes ao contexto de descontinuidade administrativa (SIQUEIRA, 2014). Ainda acerca disso, Cortez (2011) relatou o desconhecimento de gestores públicos municipais sobre o manejo adequado de resíduos de poda urbana durante visitas de campo em municípios paulistas, evidenciando o despreparo e a pouca divulgação de alternativas de valorização de resíduos orgânicos entre gestores públicos.

Para Caprara (2016), além da falta de apoio político e técnico, questões relacionadas à sustentação financeira são causas reais do insucesso desses empreendimentos. Uma das principais dificuldades dos municípios é a administração da mão-de-obra, somados ao custo de manutenção e operação, que acabam por onerar bastante as prefeituras (IACONO, 2007). E, apesar do consenso de que essas unidades não devem ser concebidas para gerar lucros e sim para diminuir os impactos ambientais, são cometidas falhas no que diz respeito à administração financeira das unidades, em que não é dada a devida importância ao fluxo de caixa.

Lelis e Pereira Neto (2001) ressaltam ainda que, quando a administração pública se propõe a implantar um sistema de tratamento de RSU sem a efetiva participação da população, a possibilidade de fracasso é maior. De acordo com as informações obtidas, na maioria dos municípios em que se encontram unidades desativadas ou paralisadas não foi realizado um trabalho de conscientização da população, objetivando a melhoria da limpeza urbana e sua adesão às campanhas de coleta seletiva, sendo esta última considerada de suma importância para o bom funcionamento dos sistemas destinados à triagem e compostagem dos resíduos.

Sobre este aspecto, é amplamente sabido que a produção de um bom composto depende diretamente da qualidade da matéria prima, qualidade que somente pode ser garantida através da implementação de coleta seletiva (PIRES; ANDRÉ; COSCIONE, 2009). Silva (2009) observou que, em municípios onde a coleta seletiva é ao menos razoavelmente bem sucedida, a qualidade do composto orgânico é maior, mesmo quando processada em locais dotados de infraestrutura precária. Mas ainda assim, muitas usinas de compostagem continuam gerando um produto final com baixos valores nutricionais e com presença de inertes, devido à ausência ou a ineficiência de coleta seletiva (BARREIRA; PHILIPPI JUNIOR; RODRIGUES, 2006).

Além de tudo isso, Figueredo (2009) aponta que tudo indica que não interessa à indústria de fertilizantes químicos o fomento para o desenvolvimento científico e para as experiências-piloto envolvendo a compostagem. Este autor destaca que o setor produtivo de fertilizantes químicos é constituído por grandes corporações internacionais que exercem influência nas tomadas de decisão de setores públicos, particularmente na área agrícola.

Neste mesmo sentido, Siqueira e Assad (2015) apontaram a influência do mercado já estabelecido de empresas de transporte e de aterros sanitários que dificultam a implantação e o estabelecimento de programas de compostagem, fato este apontado pelos próprios gestores de iniciativas de compostagem. Estes autores fazem relato de experiências bem sucedidas, logisticamente simples e economicamente rentáveis que foram interrompidas e os resíduos que haviam entrado em rota de valorização retornaram sistematicamente para aterros. Isso pôde inclusive ser observado depois da PNRS ter sido promulgada, em dezembro de 2010.

Dessa forma, percebe-se que os entraves inerentes à implantação e ao desenvolvimento do processo de compostagem vão desde questões relacionadas à política e à gestão pública, até mesmo a questões relacionadas com a influência de mercados já estabelecidos. Caprara (2016) indica que o potencial da compostagem não é bem utilizado pela gestão pública, pois

se considera mais fácil aterrar os resíduos e, refere-se a isto como sendo uma mudança cultural. Sendo assim, observa-se que é necessário incentivar a prática da compostagem, pois o processo precisa ser visto como uma alternativa de tratamento.

3.4 A gestão de resíduos sólidos em Minas Gerais

Em se tratando de disposição final, a situação dos RSU no estado de Minas Gerais tem evoluído positivamente desde o ano de 2001. Observa-se a redução da disposição em lixões e o aumento do número de UTC, demonstrando que essa alternativa de destinação passou por um período de expansão no estado e, com isso, verifica-se uma melhoria dos indicadores da gestão dos RSU.

Para tanto, observa-se que regularmente são instituídos instrumentos legais para dar suporte às ações voltadas ao saneamento ambiental, em que esforços iniciados em meados anos 2000 são praticados com o objetivo de erradicar a disposição inadequada de resíduos em lixões no Estado. Na sequência, elaborou-se um breve relato sobre os principais instrumentos da gestão de RS instituídos no Estado:

a) Programa “Minas Joga Limpo”

Foi lançado em 1997 e finalizado em 1999 pelo governo estadual, programa de saneamento ambiental para localidades de pequeno porte (até 20.000 habitantes), cujo objetivo maior era de possibilitar às administrações municipais se aparelharem ou se equiparem tentando definir alternativas para os problemas de saneamento ambiental, através de ações voltadas, dentre outros itens, para a disposição adequada dos RSU. Para participar do Programa, os municípios teriam que viabilizar um terreno e teriam prioridade aqueles que possuíssem recursos próprios para implantação dos serviços e obras.

Participavam do programa secretarias de estado e órgãos do governo, entre eles: a Secretaria de Estado Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), a Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM); Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais (BDMG) e Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA). Para consecução do referido programa, foram formalizados convênios de cooperação técnica e contratos de prestação de serviços entre a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

(SEMAD), Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) e Universidade Federal de Viçosa (UFV) (BARBOSA, 2004).

Através do programa Mina Joga Limpo, dos 684 municípios inscritos, 300 foram contemplados com o projeto de UTC, dos quais 56 foram arquivados. Dentre os municípios que receberam os projetos, a maioria nem iniciou ou não concluiu a obra por falta de recursos, de terreno adequado ou de assessoria técnica. Foram identificados como problemas: a priorização de uma única técnica para a destinação dos RSU (UTC); a utilização de projeto-padrão não adaptado à realidade local; a disputa entre fabricantes de equipamentos (em muitos casos, de má qualidade e de operação difícil); a incapacidade dos gestores públicos e a desconsideração de programas de educação ambiental e de treinamento para operacionalizar a usina (SILVA; BARROS, 2006).

b) Deliberação Normativa COPAM (DN 52 COPAM – MG)

Em dezembro de 2001, o Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) editou a Deliberação Normativa – DN 52/2001, iniciando-se, assim, a política de eliminação dos lixões, em que no seu artigo 1º convoca os municípios mineiros com população urbana superior a 50.000 habitantes para o licenciamento ambiental de sistema adequado de destinação final de RSU e estabelece um cronograma para o seu cumprimento.

Essa norma determinou ainda, em seu Artigo 2º, que todos os municípios do Estado de Minas Gerais, com população inferior a 50.000 habitantes, no prazo máximo de seis meses, contados a partir da data da publicação da Deliberação – dezembro de 2001, estariam obrigados a minimizar os impactos ambientais nas áreas de disposição final de RSU, implementando medidas simples, com baixo custo de investimento, não passíveis de licenciamento ambiental no âmbito estadual. A administração dos prazos inicialmente estabelecidos pela DN 52/01, bem como a convocação e instituição de prazos para o licenciamento dos municípios e o estabelecimento de novas diretrizes para adequação da disposição final de RSU no Estado, foram objeto de deliberações complementares editadas a posteriori.

Em 2006, Silva e Barros ressaltaram que a DN 52 vinha se mostrando, apesar de sucessivas prorrogações nos seus prazos, um mecanismo relativamente eficiente para pressionar os municípios a minimizarem impactos provocados pelos RSU. Estes autores ressaltam que os

adiamentos dos prazos da DN 52 mostram, por um lado, tanto o desinteresse e o despreparo dos municípios mineiros em relação à questão quanto, por outro lado, a incapacidade do Estado de (i) prestar assistência técnica aos municípios (mesmo em nível de concepção de projeto); (ii) se articular politicamente, de modo a fazer valer suas decisões e (iii) controlar e fiscalizar o cumprimento das leis.

c) O programa “Minas Sem Lixões”

Este programa, foi criado com o objetivo de apoiar os municípios na implementação da DN 75/2004 e do artigo 2º da DN 52/2001. Segundo a FEAM, a proposta do programa abrangia não só eliminar os depósitos de resíduos a céu aberto, mas também treinamento e capacitação de agentes municipais para a gestão das políticas ambientais públicas. A programação contou com fiscalizações realizadas pela FEAM-MG e pelas Superintendências Regionais para verificar o fim de lixões e, contou ainda, com um ciclo de seminários promovido pela FEAM, com o objetivo de prestar apoio técnico à implantação de aterros controlados em substituição aos lixões.

No desenvolvimento do Programa Minas sem Lixões foram realizadas, principalmente, as seguintes atividades:

- diagnóstico da situação de disposição final de resíduos dos municípios mineiros, realizado por meio de vistorias técnicas;
- edição de manuais de orientações e realização de seminários realizados com participação dos administradores e técnicos municipais, ministrados pelos técnicos da Gerência de Saneamento Ambiental - GESAN da FEAM;
- realização de monitoramento das unidades licenciadas e que recebiam ICMS-Ecológico;
- assinatura e acompanhamento de Termos de Ajustamento de Conduta entre os municípios multados, o COPAM e a FEAM, com o objeto de registrar o compromisso individual de cada município em executar a minimização dos impactos ambientais na área de disposição final de RS, convertendo, no mínimo, a multa a ele aplicada em medidas de recuperação total da área degradada.

De 2003 a 2011, a FEAM-MG, por meio do Programa Minas Sem Lixões, em parceria com a Fundação Israel Pinheiro (FIP) e com universidades federais, foi responsável por alterar o cenário dos RSU em Minas Gerais. Ainda nesse período, em 2009 e 2010, foi publicada a

Política Estadual de Resíduos Sólidos e a Política Nacional de Resíduos Sólidos, respectivamente, estimulando a gestão dos resíduos sólidos em todas as suas etapas e tendo como princípios a não geração, a prevenção da geração, a redução da geração, a reutilização, a reciclagem, o tratamento, a destinação final ambientalmente adequada e a valorização dos resíduos sólidos (FEAM, 2016).

d) ICMS “Ecológico”

O ICMS Ecológico, por sua vez, tem por objetivo estimular os municípios a adotarem soluções ambientalmente adequadas na área do saneamento. Regido pela Lei nº 18.030 de 12 de janeiro de 2009 (revisa as leis estaduais Nº 12040/95 e Nº 13.803/2000), é instituído que estão aptos a receber o incentivo todos os municípios que possuem sistema de tratamento ou disposição final de RSU, com operação licenciada ou autorizada pelo órgão ambiental estadual.

A iniciativa pressupõe que 1,1% da receita do ICMS estadual recolhido anualmente seja destinada aos municípios. Dessa forma, para que as Prefeituras Municipais se habilitem no ICMS-Ecológico no subcritério Saneamento Ambiental, o município precisa possuir sistema de tratamento ou disposição final de RSU que atenda a, pelo menos, 70% da população, ou sistema de tratamento de esgoto sanitário, que atenda a, pelo menos, 50% da população.

Outras diretrizes estipuladas no Artigo 4º da Lei nº 18.030, de 12 de janeiro de 2009, são:

- o valor máximo anual destinado ao município não poderá ultrapassar o valor do investimento realizado na implantação do sistema de tratamento de esgotos sanitários ou disposição final de RSU;
- sobre o valor calculado da cota-parte, incidirá um fator de qualidade variável de 0,1 (um décimo) a 1 (um), apurado anualmente, conforme disposto em regulamento, com observância de pressupostos de desempenho operacional, gestão multimunicipal e localização compartilhada do sistema, tipo e peso de material reciclável selecionado e comercializado no Município por associação ou cooperativa de coletores de resíduos e energia gerada pelo sistema, e
- o limite previsto de 45,45% decrescerá, anualmente, na proporção de 20% (vinte por cento) de seu valor, a partir do décimo primeiro ano subsequente àquele do licenciamento ou autorização para operacionalização do sistema.

Até o 4º trimestre de 2015, 248 municípios foram habilitados no ICMS Ecológico pela destinação adequada dos resíduos urbanos. Vale lembrar que outros 22 municípios atingiram o tempo máximo de recebimento, que corresponde a 15 anos, segundo os critérios estabelecidos na Lei (FEAM, 2016).

e) Política Estadual de Resíduos Sólidos (Lei 18.031/2009) e os Planos de gestão

O marco regulatório da gestão de RS em Minas Gerais é resultante do estabelecimento da Lei 18.031, de 12 de janeiro de 2009, que dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos. As diretrizes e formas de implementação da Política Estadual de RS são pautadas por princípios como os da não geração, redução, reaproveitamento, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada. Destaca-se como aspecto importante a responsabilidade socioambiental compartilhada entre setor público, geradores, transportadores, distribuidores e consumidores.

Entre suas determinações, disciplina os instrumentos de gestão, destacando-se os Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS), elaborados com base em padrões setoriais, com definição de metas e prazos; o inventário estadual de RS industriais; auditorias para os projetos que recebam recursos públicos de instituições financeiras; os incentivos fiscais, financeiros e creditícios destinados às atividades que adotem medidas de não geração, reaproveitamento, reciclagem, tratamento ou disposição final de resíduos sólidos.

Em outubro de 2011, foi editada a DN COPAM nº 170, que estabelece prazos para o cadastro dos Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PGIRS, pelos municípios, no Estado. Segundo a DN 170, o PGIRS deverá ser elaborado segundo conteúdo mínimo estabelecido no Art. 23, da Lei 18.031/2009. Os prazos foram estabelecidos considerando o número de habitantes do município. Assim, o Estado foi dividido em três grupos de municípios – acima de 50.000 habitantes, entre 20.000 e 50.000 habitantes e inferior a 20.000 habitantes, com prazo final para cadastro de seus PGIRS para setembro de 2012, setembro de 2013 e setembro de 2014 respectivamente, segundo determinação desta DN.

Até 2015, dos 853 municípios do Estado, somente 146 realizaram o cadastro do PGIRS, representando 17% do total de municípios. Desses 146 cadastrados, 98 (11,5%) foram considerados efetivados e 48 (5,60%) ainda apresentavam pendências. Quanto a isso, a FEAM

vem promovendo cursos à distância voltados aos gestores municipais que têm interesse em receber orientações para elaborar o PGIRS. A FEAM também fornece apoio técnico aos municípios que desejam implantar ou ampliar seus serviços de coleta seletiva (FEAM, 2016).

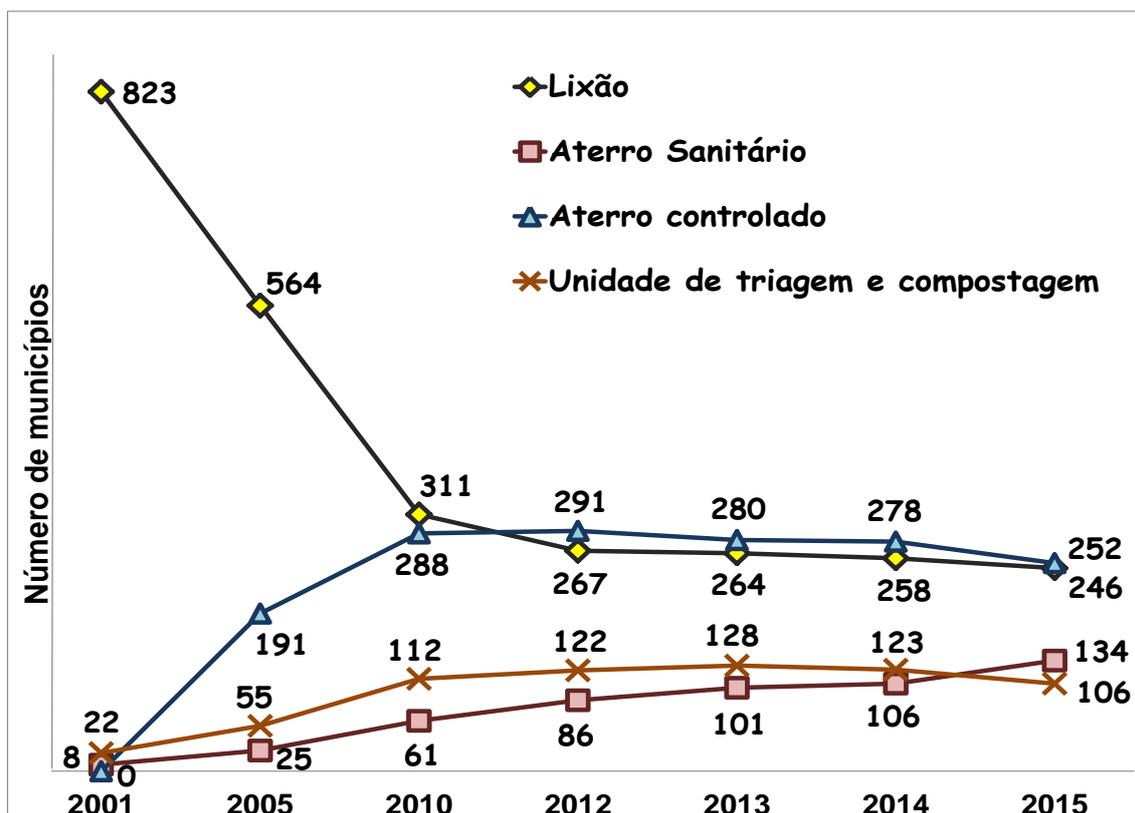
Dessa forma, observa-se que, no primeiro momento, foram adotadas políticas de comando e controle, com ações fundadas na autuação por não adotarem os requisitos mínimos estabelecidos nas legislações vigentes. Em um segundo momento, verificou-se que a complexidade das questões sociais, políticas e ambientais relacionadas à gestão dos RSU demonstrava a necessidade de intensificar a fiscalização, mas com maior ação orientativa às prefeituras, exigindo, dessa forma, a busca por parcerias técnicas e convênios para a efetiva execução das ações (FEAM, 2016).

3.4.1 Situação da disposição dos resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais

Em 2001, dos 853 municípios mineiros, 823 dispunham seus RSU em lixões. Já em 2005, eram 564 municípios fazendo a disposição final em lixões no Estado, chegando a 246 em 2015, registrando uma redução de 70% no período 2001-2015. Em termos de percentual de população urbana com disposição dos RSU em lixões, também houve melhoria: esse percentual passou de 29,57% em 2010 para 18,62% em 2015 (FEAM, 2016).

Os melhores resultados no que diz respeito à redução do número de lixões foram obtidos entre os anos de 2001 e 2005. De acordo com a FEAM (*apud* TRINDADE, 2012) o destaque no desempenho está diretamente associado aos esforços iniciais, decorrentes, especialmente, dos efeitos da DN nº 52/2001, concentrados nos municípios de maior população do Estado, acima de 50.000 habitantes, por serem esses os responsáveis pelos maiores impactos negativos sobre o meio ambiente. O desempenho mais discreto, a partir de 2005, pode ser atribuído ao fato da maior parte dos lixões estarem concentrada nos municípios com população abaixo de 20.000 habitantes e que apresentam restritos recursos financeiros, técnicos e humanos, entre outros. O progresso da destinação final dos resíduos no Estado é apresentado na Figura 3.5.

Figura 3.5 - Evolução da destinação final dos RSU no Estado de Minas Gerais



Fonte: Adaptado de FEAM (2016).

De acordo com a FEAM (2016) no ano de 2005, Minas Gerais apresentava 55 municípios atendidos por UTCs regularizadas, ou seja, unidades que possuíssem licença ou autorização ambiental para operar. Em 2014, já eram contabilizados 123 municípios com UTCs licenciadas (5 UTCs a menos que no ano anterior), reduzindo para 106 UTCs regularizadas em 2015. O motivo principal na diminuição de UTCs regularizadas refere-se à perda ou não renovação da licença ambiental pelos municípios. Em alguns, por poder de fiscalização verifica-se unidades operando inadequadamente e, portanto, tais empreendimentos têm suas atividades embargadas.

Na Tabela 3.5, é apresentado o panorama da destinação final de RSU, em Minas Gerais, no ano de 2015. De acordo com a FEAM, em 2015, quanto ao tratamento e/ou disposição final dos RSU, dos 853 municípios do Estado, 248 estão cadastrados no ICMS Ecológico, representando 29% do total de municípios do Estado, sendo: 120 (14%) por destinação a UTC e 112 (13%) por disposição em aterros sanitários.

Tabela 3.5 - Situação da disposição final de RSU em Minas Gerais no ano de 2015

<i>Tipologia de destinação final</i>	<i>Nº de municípios</i>	<i>% de população urbana (IBGE, 2010)</i>
<i>Aterro Sanitário</i>	134	51,40%
<i>Aterro Sanitário Não Regularizado¹</i>	23	7,76%
<i>Unidade de Triagem e Compostagem</i>	106	3,42%
<i>Unidade de Triagem e Compostagem Não Regularizada¹</i>	36	1,75%
<i>Aterro Sanitário + UTC</i>	11	1,12%
<i>Aterro Controlado</i>	252	14,16%
<i>Lixão</i>	246	18,62%
<i>Fora do Estado</i>	13	0,46%
<i>AAF's em verificação²</i>	32	1,31%
Total	853	100%

¹ empreendimento com a licença de operação vencidos; ² AAF = Autorização Ambiental de Funcionamento

Fonte: Adaptado de FEAM (2016).

Em termos de percentual de população urbana com disposição dos RSU por tipo de tratamento, apesar da maioria dos municípios ainda dispor de lixão e aterro controlado como forma de disposição final dos RSU, por outro lado pouco mais da metade da população urbana é atendida por aterro sanitário, isso por que estão concentrados, em sua maioria, em municípios de maior porte populacional. Em relação às UTC em Minas Gerais, pôde-se concluir que isso tipo de empreendimento teve um aumento significativo entre os anos de 2001 e 2013 e constituem-se como um dos principais sistemas de tratamento/destinação final dos RSU em municípios com população inferior a 20.000 habitantes.

3.4.2 Unidades de triagem e compostagem financiadas pelo ICMS ecológico

Em Minas Gerais o aporte para a implementação de unidades de triagem e compostagem se deu em maior grau com a Lei Estadual nº 12.040/95 (referente ao ICMS Ecológico), substituída posteriormente pela Lei 18.030/2009, que incentiva as administrações municipais a buscarem soluções para os problemas socioambientais que se relacionam com os RSU.

Sobre o processo de implantação dessas unidades no Estado, segundo Barbosa (2004), para alguns municípios, a fase de implantação antecedeu a fase de licenciamento; assim quando as licenças de instalação foram solicitadas, as UTC já estavam sendo construídas. Ressalva o autor que, na etapa posterior a implantação, a etapa de operação do sistema, os municípios seguiram enfrentando dificuldades diversas, sendo as principais delas: a escassez de recursos

financeiros para a adequação das UTC (aliada ao fato de que as UTC não são rentáveis) e a falta de interesse da administração.

Prado Filho e Sobreira (2007) realizaram estudo para a verificação do desempenho operacional e ambiental de 20 unidades de triagem e compostagem de RSU localizadas em Minas Gerais, devidamente licenciadas pelo órgão ambiental e que recebiam incentivos fiscais definidos pela Lei Estadual nº 13.803/2000. Os autores observaram que a maioria delas apresentava problemas ligados às questões gerenciais e operacionais, além de que o desempenho operacional e ambiental das unidades mostrou-se bastante dependente do trabalho desenvolvido, exigência e envolvimento nas tarefas pelo encarregado geral de cada usina.

De acordo com Vimeiro (2012), estas unidades vêm sendo utilizadas, principalmente em municípios de pequeno porte, por constituírem um sistema simplificado e que pode proporcionar o tratamento de toda a massa de resíduos coletada. Em pesquisa realizada junto a 22 UTC em Minas Gerais, esta autora revelou que, apesar das unidades desempenharem o papel para o qual foram projetadas, a grande maioria apresentava diversas inadequações operacionais. Destacando que alguns parâmetros dos projetos avaliados não se adequavam ao porte populacional do município ou à quantidade diária de RSU recebidos, a exemplo, do parâmetro número de funcionários.

Destaca-se que todas as unidades de triagem e compostagem avaliadas no estudo de Prado Filho e Sobreira (2007) operavam valas para a disposição final dos rejeitos e que, as mesmas não estavam sendo operadas de maneira a atender aos aspectos de ordem sanitária, geotécnica e ambiental, pois nenhuma das valas possuía sistema de impermeabilização da base. Em alguns casos, os resíduos não segregados, em épocas de maior produção, estavam sendo lançados diretamente nas valas. Ressaltou-se que se tratava de um problema ambiental que necessitava ser urgentemente resolvido.

Foi visto ainda que, se for comparada à realidade dos lixões, o trabalho nas UTC seria realizado em condições aparentemente mais seguras do contato direto com os resíduos, com a utilização de equipamentos de segurança que protegeriam especialmente os funcionários que permanecem junto à mesa ou esteira de triagem. No entanto, como geralmente não há separação prévia nos locais de geração dos resíduos recebidos pelas usinas, ocorrendo a

contaminação desses por matéria orgânica, o trabalho torna-se mais desagradável e o valor dos materiais recicláveis mais baixo para a venda (VIMIEIRO, 2012).

De acordo com Vimieiro, Pereira e Lange (2009), a situação de exposição desses trabalhadores ao ambiente insalubre e o descontentamento com a função são elementos que contribuem para o funcionamento ineficiente das UTC. No estudo de Vimieiro (2012), dentre as sugestões de melhorias realizadas pelos trabalhadores das unidades, destacam-se a implantação de coleta seletiva nos municípios e a realização de trabalho de conscientização com a população.

Assim, percebeu-se que reciclar e compostar resíduos requer certo *know-how* e muitos são os entraves inerentes à implantação e ao funcionamento desses sistemas de tratamento. Logo, são diversos os obstáculos a serem vencidos para que se possa gerenciar adequadamente os RSU através de unidades de triagem e compostagem e, assim, atestar os ganhos ambientais referentes ao desvio destes de lixões e aterros.

3.4.3 Contextualização do licenciamento e monitoramento das UTC

As UTC, como outros empreendimentos do gênero, eram licenciados pela FEAM, a qual além de emitir a licença analisava o projeto e fiscalizava o cumprimento das condicionantes da licença ambiental. No entanto, segundo Lopes (2009) a partir de 2003, foi iniciado o processo de descentralização da tomada de decisão, visando a agilizar e desburocratizar o processo de licenciamento ambiental, haja vista grande diversidade de atividades econômica dispersa por todo território estadual. No entanto este processo de descentralização ganhou contornos mais nítidos a partir de 2006 com a criação das Superintendências Regionais de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SUPRAMs¹.

Das mudanças ocorridas, destaca-se o fato de que a análise dos processos de licenciamento ambiental torna-se competência das SUPRAMs. Entre outras alterações, acrescentou às três modalidades de licenças vigentes, a figura da Autorização Ambiental de Funcionamento

¹As **Superintendências Regionais de Meio Ambiente** (SUPRAMs) têm como competência o planejamento e a coordenação da execução das atividades relativas à regularização ambiental de empreendimentos, definidas na legislação federal e estadual, dentro de suas áreas de abrangência territorial. Atualmente, existem nove SUPRAMs distribuídas no Estado.

(AAF)², que passa a compor a regularização ambiental de estado, aplicável em situações distintas tendo em vista o porte dos empreendimentos e o seu potencial poluidor.

Desde então as UTC existentes em Minas Gerais, visto seu pequeno porte (processamento de menos de 15 t/dia), estão dispensadas do processo de licenciamento ambiental no nível estadual, mas sujeitos obrigatoriamente à AAF expedida pelo órgão ambiental competente, mediante cadastro iniciado com o preenchimento pelo requerente do Formulário de Caracterização do Empreendimento Integrado (FCEI), apresentação de um Termo de Responsabilidade assinado pelo representante legal do empreendimento e da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do responsável pelas práticas, projetos e sistemas de controle ambiental do empreendimento.

A Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF) é documento emitido pelo Sistema Estadual de Meio Ambiente (SISEMA) que autoriza o início da operação de empreendimentos considerados de pequeno potencial poluidor. Esse processo de regularização ambiental é realizado em uma única fase e avalia a autodeclaração do empreendedor e de seu responsável quanto às características dos empreendimentos propostos e às medidas ambientais para mitigação dos impactos advindos da implantação e operação (BRUSCHI, 2011).

De acordo com Bruschi (2011), empreendimentos de destinação final de RSU regularizados mediante AAF apresentam condições de monitoramento limitadas, uma vez que não se conhecem detalhes técnicos dos projetos implantados, sendo assim requer visita técnica posterior para verificação da veracidade das informações prestadas, além do acompanhamento do desempenho das atividades desenvolvidas.

Lopes (2009) destaca que o fato de não ter que apresentar ao órgão ambiental competente os estudos e os projetos dos sistemas de controle ambiental, não significa que o requerente da AAF esteja dispensado de elaborar tais estudos e projetos. Ele deve elaborá-los e implementá-los, sob pena de não conseguir fazer a correta gestão ambiental de seu empreendimento e,

² Os empreendimentos cuja atividade desenvolvida encontra-se listada no Anexo Único da DN COPAM 74/2004 e são enquadrados nas classes 1 (pequeno porte e pequeno ou médio potencial poluidor) e classe 2 (médio porte e pequeno potencial poluidor), considerados de impacto não significativo, estão dispensados do licenciamento ambiental e devem, obrigatoriamente, requerer a Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF).

consequentemente, sofrer as penas previstas em lei, tais como ser multado por causar poluição, ter a AAF cancelada, ter a atividade do empreendimento embargada, dentre outras.

Face à introdução da AAF como um dos instrumentos de gestão ambiental no Estado de Minas Gerais, em dezembro de 2004, face às peculiaridades do processo de concessão de AAF, fica claro que a ação necessária para a consolidação desse novo instrumento é a fiscalização intensiva, *a posteriori*, dos empreendimentos contemplados com essa autorização (LOPES, 2009).

Dessa forma, a FEAM - através de vistorias técnicas - realiza o monitoramento da operação das UTC, a fim de acompanhar o desenvolvimento das atividades do empreendimento, em conformidade com as principais normas ambientais. A vistoria das unidades é feita com o objetivo de verificar se estão sendo cumpridas as condições mínimas estabelecidas no projeto, assim como as recomendações feitas pelo órgão ambiental. Para orientar e reduzir a parcialidade inerente à realização dessas visitas é utilizado uma lista de verificação³ para levantamento das condições estruturais e de operação das unidades.

Na lista de verificação das UTC são registrados dados referentes às condições de manutenção da unidade como um todo e das características operacionais das estruturas e equipamentos da UTC, tais como as condições de manutenção do paisagismo da unidade, as condições de operação da recepção, da triagem e do pátio de compostagem. São apontadas também as condições de acondicionamento dos recicláveis e das valas de rejeitos. A padronização das informações e dados possibilita comparações objetivas entre registros obtidos em diferentes ocasiões, empreendimentos ou anos variados, obtidos por técnicos diversos.

A exigente avaliação por parte da FEAM nesses sistemas de disposição deve ser também entendida como fator importante para que as unidades licenciadas apresentem desempenho satisfatório. Esta ação tem grande importância na manutenção da qualidade operacional destas unidades de tratamento e inibe práticas inadequadas que podem interferir no desempenho da unidade ou, mesmo, acarretar em impactos ao meio ambiente.

³ *check List (lista de verificação)* GERUB – FEAM: utilizado na avaliação do desempenho operacional de UTCs para fins de ICMS Ecológico. Tal *check list* abrange 67 parâmetros de verificação que são pontuados e agrupados em 9 itens, sendo eles: manutenção geral da unidade; manutenção e paisagismo; recepção e triagem; pátio de compostagem; acondicionamento dos materiais; vala de rejeitos; Resíduos de Serviços de Saúde - RSS; sistema de tratamento de efluentes e equipamentos (**vide Anexo C**).

Além disso, os municípios com UTC devem contar com uma rotina de automonitoramento. No programa de automonitoramento das UTCs os municípios devem encaminhar um relatório semestral⁴ e outro relatório anual⁵ dos resultados de análise do composto e um relatório trimestral de supervisionamento da operação da UTC⁶, cujo modelo é disponibilizado pela própria FEAM. O monitoramento das UTCs se dá mediante a verificação dos quantitativos referentes aos recicláveis segregados e do volume e qualidade dos resíduos orgânicos usados na produção de composto. Os relatórios contam com informações relativas ao controle operacional - quantidade de RSU processada, volume de recicláveis segregados e comercializados e quantidade de rejeitos encaminhados para aterramento.

Sendo assim, o automonitoramento é parte importante no acompanhamento operacional dos empreendimentos, sendo utilizado como forma de alerta aos operadores e responsáveis técnicos quanto à necessidade de ajustes que garantam bons resultados na gestão de resíduos. Apesar disso, de acordo com a FEAM (2014), para o ano de 2013, apenas 29 municípios apresentaram algum relatório trimestral, destes, somente um terço (13) apresentou os relatórios referentes aos 4 trimestres do ano; 48 municípios não enviaram nenhum documento que informe sobre a venda de materiais recicláveis ou outro tipo de documento que leve em conta o monitoramento da UTC.

De acordo com os técnicos da FEAM, enquanto o licenciamento era atribuição da própria FEAM, os relatórios de automonitoramento da operação compunham a lista de condicionantes da licença de operação. Após as mudanças no licenciamento ambiental, entram em definição novos procedimentos para retomar a obrigatoriedade do encaminhamento dos relatórios trimestrais de monitoramento.

Sendo assim, percebe-se que o acompanhamento sistemático dos empreendimentos de destinação final de RSU em operação no estado é desenvolvido em várias frentes (relatórios, monitoramentos, vistorias e outras), que têm sua importância para definição da qualidade ambiental desses empreendimentos. No entanto, ainda necessita-se avançar, no sentido de que os dados produzidos sejam constantes e consistentes, de modo a permitir o efetivo monitoramento dos empreendimentos.

⁴ Relatório em que constam os resultados das análises físico-químicas do composto maturado.

⁵ Relatório em que constam os resultados bacteriológicos e teores de metais pesados do composto maturado.

⁶ Relatório em que constam as quantidades de RSU (t/mês) processados e o escoamento de recicláveis.

4 AS UNIDADES DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM INSTALADAS EM MINAS GERAIS: UM DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS E AMBIENTAIS

A ideia de tratamento total dos resíduos sólidos urbanos através em uma única unidade se lançou em municípios do Estado de Minas Gerais. Contudo, a exequibilidade do modelo esbarrou na qualidade dos produtos gerados, além das dificuldades operacionais e gerenciais. Em contrapartida, a alternativa possibilitou a geração de emprego e renda e a redução do número de vazadouros à céu aberto no estado, portanto reduzindo a poluição ambiental.

Os municípios mineiros contemplados com a instalação de UTC seguem enfrentando dificuldades diversas, sendo as principais delas: a escassez de recursos financeiros para a adequação das UTC, aliada ao fato de que as UTC não são rentáveis. Foram ainda identificados como problemas nesse processo: a priorização da UTC como uma única técnica para a destinação dos RSU; a utilização de projeto padrão não adaptado à realidade local; a incapacidade dos gestores públicos e a desconsideração de programas de educação ambiental e de treinamento (SILVA; BARROS, 2006).

Apesar disso, sistemas como este estão operando há quase duas décadas em pequenos municípios no estado de Minas Gerais, permitindo a recuperação de recicláveis e matéria orgânica presente nos RSU, mesmo com certas limitações. Neste capítulo, é apresentado um diagnóstico da operação das UTC mineiras, em que a análise dos dados obtidos por meio de visitas técnicas e de relatórios de monitoramento fornece indicativos que subsidiam a discussão sobre as condições operacionais das UTCs instaladas no estado.

4.1 METODOLOGIA

4.1.1 Pesquisa documental

Nesta etapa da pesquisa foram trabalhados, principalmente, dados que foram gerados a partir documentos oficiais do órgão ambiental estadual responsável pela fiscalização das UTCs, a FEAM-MG. A coleta dos dados foi desenvolvida a partir de um extenso e detalhado levantamento, por meio de análise documental, de relatórios de monitoramento e de pareceres técnicos da FEAM, além de visitas e conversas com os analistas do referido órgão ambiental.

De acordo com Marconi e Lakatos (2011), a pesquisa documental caracteriza-se pela fonte de coleta de dados restrita a documentos, escritos ou não. Estes autores destacam que documentos oficiais constituem, geralmente, na fonte mais fidedigna de dados. Nesse caso, o cuidado do pesquisador diz respeito ao fato de que ele não exerce controle sobre a forma como os documentos foram criados, sendo assim, além de selecionar o que lhe interessa, deve também interpretar e comparar o material, para que se torne utilizável. Chama-se atenção para o fato de que, na pesquisa documental, o trabalho do pesquisador requer uma análise cuidadosa, visto que os documentos não passaram por um tratamento científico anteriormente (OLIVEIRA, 2007).

A opção pela utilização da pesquisa documental está relacionada à possibilidade de trabalhar com materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetos da pesquisa, como também documentos que já foram processados, mas podem receber outras interpretações. São alguns desses documentos:

- relatórios de monitoramento das atividades das UTCs: relatórios trimestrais ou semestrais em que são apresentados o quantitativo de resíduos processados nas unidades, registros fotográficos e, por vezes, análises laboratoriais do composto orgânico;
- documentos das vistorias: as vistorias realizadas pelo corpo técnico da FEAM geram registros fotográficos, parecer técnico sobre as condições das UTC e um *check list* de parâmetros com atributos de pesos e notas parciais e finais das UTC vistoriadas;
- Licenças de instalação e operação (LI e LO): projetos básico e locacional, projeto executivo e relatório e plano de controle ambiental.

Foi realizada, inicialmente, uma organização do material, quando se tornou indispensável olhar para o conjunto de documentos de forma analítica, buscando averiguar como poderia proceder para torná-lo inteligível, de acordo com o objetivo da pesquisa. Esta etapa comportou algumas técnicas, tais como fichamento, levantamento quantitativo e qualitativo dos dados referentes às unidades em estudo.

Portanto, a organização inicial permitiu identificar duas situações: a) a má qualidade das informações presentes nos relatórios de monitoramento que são encaminhados pelos Municípios à FEAM; b) a quantidade de informações válidas e fidedignas, sobre a operação das unidades, que continham os relatórios produzidos através dos eventos de vistorias técnicas da FEAM. Devido a isso, optou-se por trabalhar, principalmente, os municípios que dispunham de dados referentes às fiscalizações realizadas pelo órgão ambiental.

4.1.2 Seleção das UTCs a serem estudadas

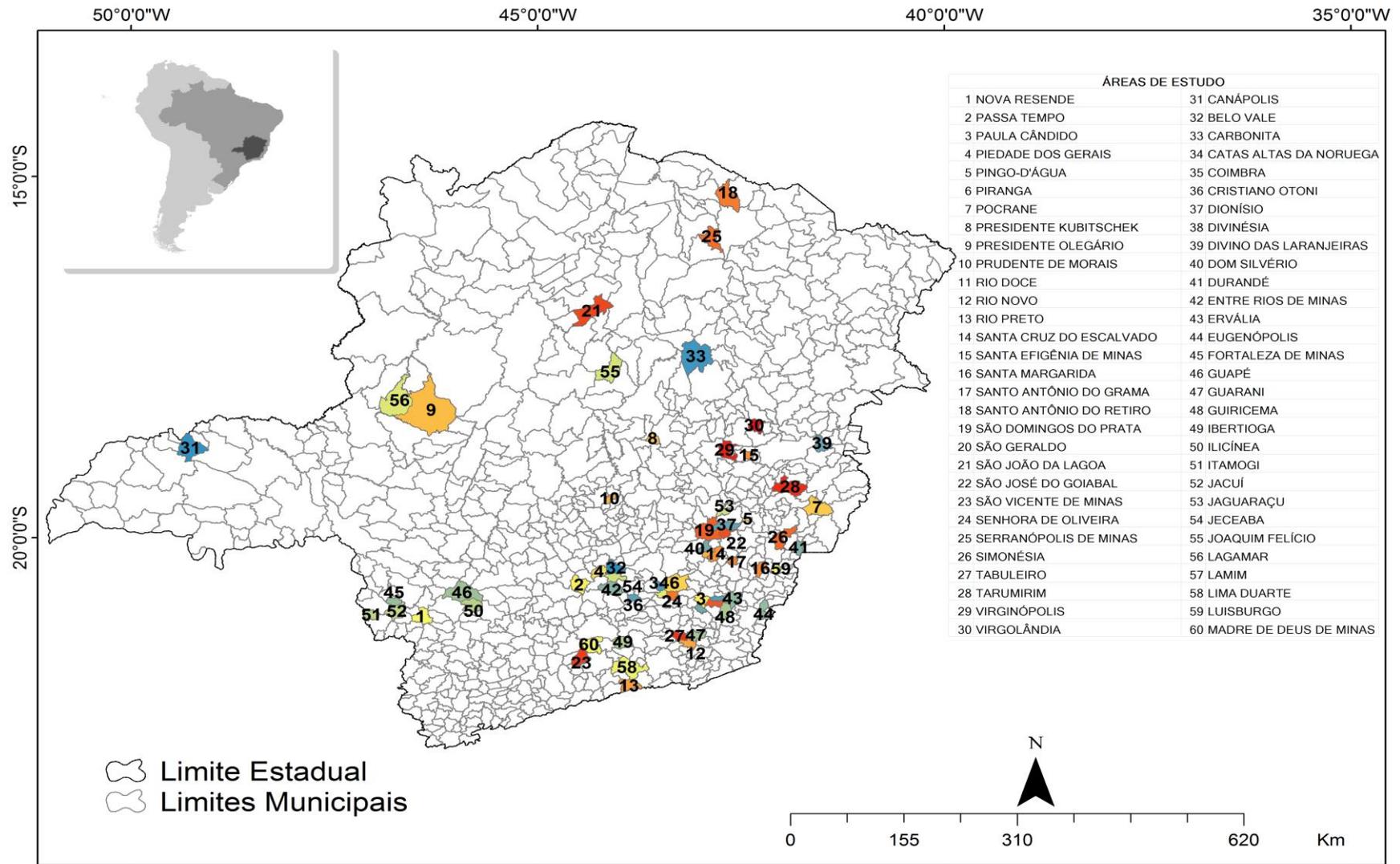
Dessa forma, após esse procedimento inicial de organização das informações, iniciou-se o julgamento dos critérios para definição da amostra de UTCs que seriam estudados. A amostra foi definida por conveniência, de acordo com a disponibilidade dos elementos que atendessem às necessidades desse estudo, sendo que o principal critério utilizado foi o da disponibilidade de dados de fiscalizações.

Um segundo critério abalizado referiu-se a regularização ambiental desses empreendimentos, portanto, consideraram-se apenas as unidades que apresentavam Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF) dentro do prazo de validade, verificados através de consulta no Sistema Integrado de Informação Ambiental (SIAM). Em razão de acreditar-se que, para a pesquisa, os empreendimentos com as atividades licenciadas iriam fornecer uma visão mais adequada de como é o desempenho operacional e ambiental dessas unidades.

Por fim, através da consulta aos relatórios de fiscalização, observaram-se alguns casos de municípios operando a UTC apenas para a triagem, ou seja, com as atividades de compostagem de resíduos orgânicos paralisadas. Tendo em vista que a não operação da compostagem descaracteriza a regularidade destes empreendimentos, esses casos foram desconsiderados na avaliação.

Sendo assim, foram identificados 95 municípios com UTC, que apresentavam as informações decorrentes de vistorias realizadas pela equipe FEAM nos anos de 2014, 2015 e 2016. Dos quais, cerca 37% não estavam realizando a compostagem de resíduos orgânicos, portanto não participaram do estudo. Dessa forma, foram eleitos 60 municípios para compor a amostra desta etapa do estudo (Figura 4.1).

Figura 4.1- Localização dos municípios em que as UTCs foram estudadas



4.1.3 Visitas técnicas

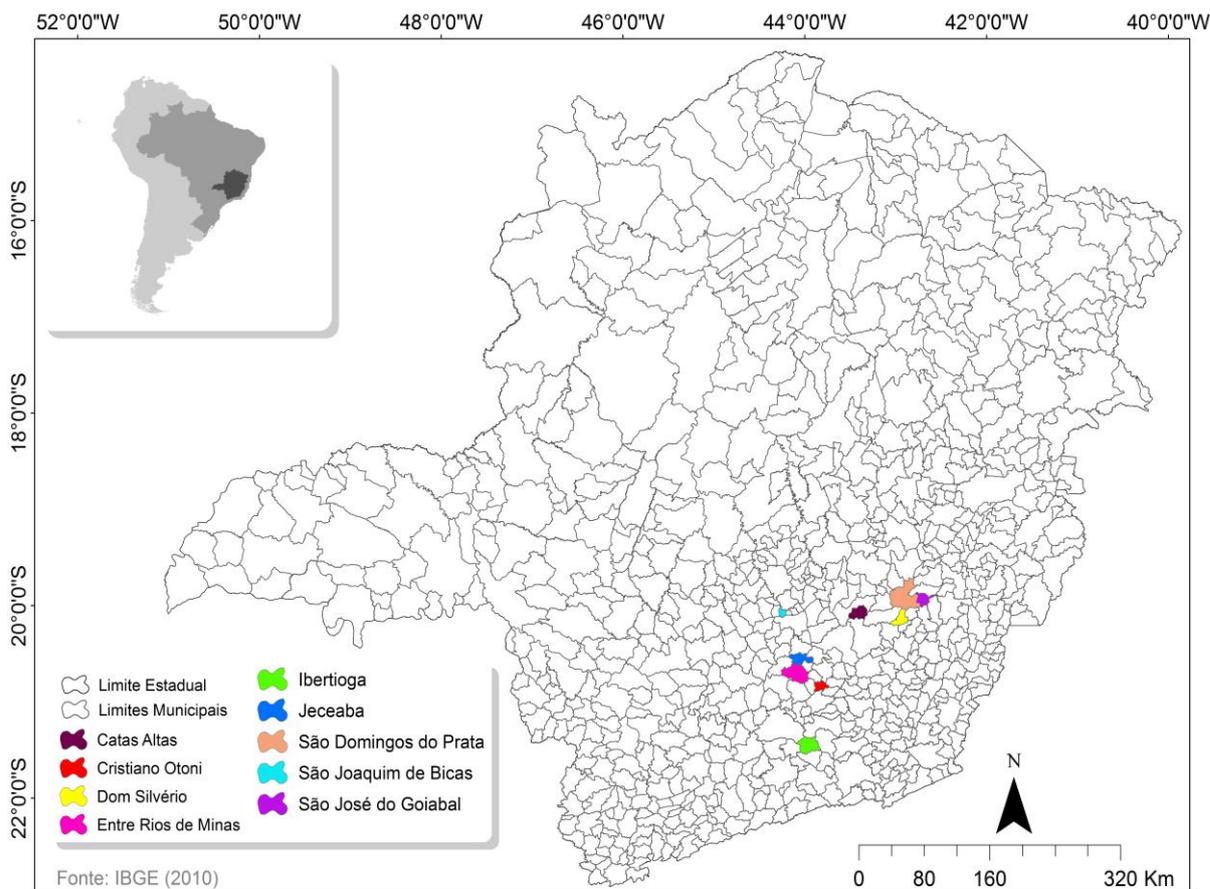
Complementarmente à etapa anterior, para melhor apreensão das condições operacionais das UTC, buscaram-se informações adicionais através de observações em campo por meio das visitas técnicas às unidades, como também foram analisados documentos repassados à pesquisadora pelos entrevistados. Neste contexto, a visita técnica “*in loco*” serviu para consolidar a construção do conhecimento sobre estas instalações, tendo em vista a percepção do pesquisador sobre as atividades executadas nestes empreendimentos.

As visitas técnicas às UTCs consistiram em analisar toda a estrutura física, os aspectos gerais e as condições das unidades, assim como o gerenciamento operacional dos empreendimentos. Durante estas visitas foram colhidos dados sobre a capacidade das unidades, sobre a produção e comercialização e/ou destinação dos recicláveis e do composto, sobre a existência de iniciativas de coleta seletiva, dentre outros, que se julgavam relevantes para pesquisa.

Foram selecionados nove municípios do estado de Minas Gerais para realização das visitas às UTCs, são estes: i) Cristiano Ottoni, ii) Catas Altas, iii) Dom Silvério, iv) Entre Rios de Minas, v) Ibiritoga, vi) Jeceaba, vii) São Domingos do Prata, viii) São Joaquim de Bicas e ix) São José do Goiabal. Outros municípios foram contatados sem êxito para participação na pesquisa, em que a dificuldade para o estabelecimento de contato com os municípios se deu devido ao período eleitoral, pois é quando os governantes estão totalmente envolvidas em atividades de campanhas eleitorais.

Os aspectos considerados na escolha dos municípios foram os seguintes: sugestões feitas pelos agentes do órgão ambiental estadual e, ainda, questões logísticas de proximidade com a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), visando à diminuição dos custos para efetivação da pesquisa, devido a falta de recursos financeiros para cobrir o ônus com viagens a municípios distantes. Na Figura 4.2 é apresentada a localização dos municípios visitados.

Figura 4.2- Localização dos municípios selecionados para as visitas técnicas



As visitas às unidades foram realizadas nos meses de setembro, novembro, dezembro de 2016 e, janeiro de 2017. Inicialmente, foi realizado o contato com as prefeituras ou mesmo com a FEAM, para identificação dos encarregados e responsáveis técnicos. Todas as visitas foram agendadas de acordo com a disponibilidade dos mesmos e, portanto, realizadas na presença da figura do responsável técnico.

4.2 A infraestrutura e a operação das UTC de Minas Gerais

Considerando os municípios analisados, nota-se que as UTCs atendem particularmente as cidades de pequeno porte no Estado, sendo que 72 % (43) delas possuem população de até 10.000 habitantes e apenas 27 % (17 cidades) possuem população maior que 10.000 habitantes. Muito em função disso, as unidades instaladas em Minas Gerais são simples, com infraestrutura básica e apresentam um *layout* ou projeto padrão, pouco diferenciado e adaptado a cada realidade.

Os empreendimentos implementados em Minas Gerais contam, normalmente, com as seguintes instalações e equipamentos: área de recepção de RSU; mesa ou esteira de segregação de materiais; prensa para enfardamento dos recicláveis; baias cobertas para armazenamento dos recicláveis; pátio de compostagem impermeabilizado; equipamentos de controle do composto (peneiras, termômetros); valas para aterramento dos rejeitos oriundos da própria triagem dos resíduos; sistema de drenagem e tratamento dos efluentes sanitários e instalações de apoio (Figura 4.3).

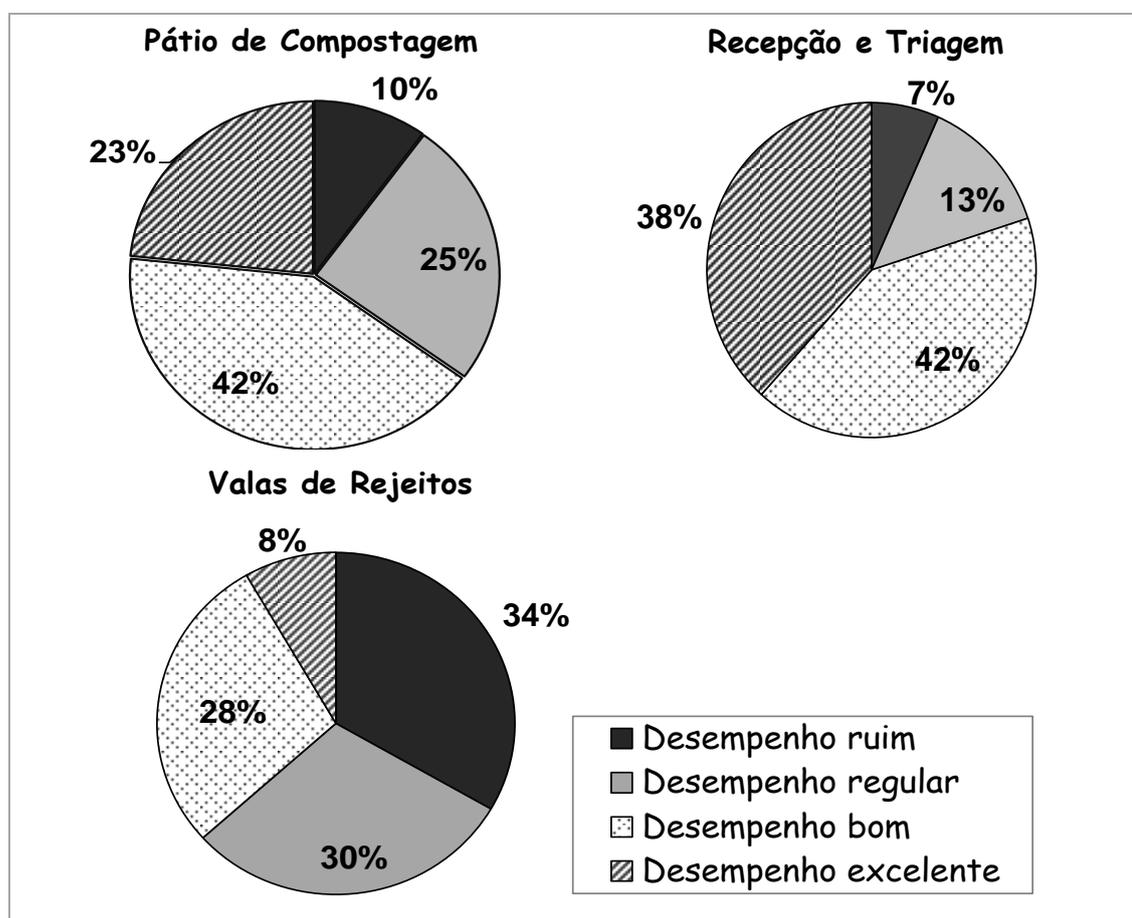
Figura 4.3– a) Fosso para descarga dos RS; b) Área de triagem dos RS com esteira de catação; c) Prensa hidráulica típica; d) pátio de compostagem impermeabilizado e) área para armazenamento dos recicláveis e f) balança típica utilizada nas UTCs (ano de 2016)



Em relação a equipamentos, em geral, as UTCs contam apenas com prensa, balança e, algumas delas dispõem de esteira mecanizada para a catação, mas em geral no lugar de esteira são utilizadas mesas de concreto na triagem dos resíduos. Logo são unidades pouco mecanizadas, em que a segregação dos resíduos e a compostagem são processados manualmente, não havendo, portanto, nenhum tipo de maquinário específico para as tarefas. Ainda assim as unidades instaladas no estado desempenham o seu papel, que é permitir a reaproveitamento dos resíduos sólidos urbanos.

Dentro dos critérios estabelecidos pela FEAM utilizados para o cálculo do Fator de Qualidade das UTCs cadastradas no ICMS Ecológico, poucas unidades apresentam-se em péssimas condições operacional. No entanto, com base nas observações realizadas durante as visitas, fica claro que a maioria delas compreende seus problemas particulares, geralmente ligados às questões operacionais e gerenciais. A classificação do desempenho das UTCs é realizada através do *check list* de parâmetros (vide descrição no item 3.4.3) que gera uma nota de 0 a 10 pontos para os parâmetros analisados. Foram estabelecidas as seguintes faixas de nota para avaliação: a) 0 a 2 pontos: desempenho péssimo; b) 2 a 4 pontos: desempenho ruim; c) 4 a 6 pontos: desempenho regular d) 6 a 8 pontos: desempenho bom; e) 8 a 10 pontos: desempenho excelente. Na Figura 4.4 é apresentada a classificação do desempenho das 60 UTCs avaliadas, em relação à triagem, à compostagem e à disposição de rejeitos.

Figura 4.4- Desempenho operacional das UTCs, de acordo com a classificação da FEAM



De maneira geral, estas unidades operam com um nível aceitável de triagem, possuindo estruturas físicas adequadas para a recepção e armazenamento dos resíduos e boa margem de aproveitamento de materiais recicláveis. Em relação ao pátio de compostagem, mais da

metade das UTCs apresentou boas condições de manutenção do pátio (Figura 4.4), com piso impermeabilizado e bem conservado e com canaletas para a drenagem do chorume, seguindo os requisitos mínimos que garantam a realização do processo de compostagem de orgânicos. A situação mais crítica é observada em relação às valas de rejeitos, tendo em vista que 64% dos municípios apresentaram-se com desempenho regular ou ruim, o que demonstra uma incapacidade por parte dos encarregados das UTC em operar o aterramento de rejeitos de forma adequada.

As faixas de avaliação estabelecidas na lista de verificação configuram-se em um instrumento importante, para reduzir a subjetividade na avaliação das unidades, pelos diferentes técnicos da FEAM. Por outro lado, os relatórios de vistoria pareceram apresentar maior fidelidade para a representação da realidade, por meio das observações particulares realizadas pelos técnicos durante as visitas. Na Tabela 4.1 são apresentadas as principais questões relativas às condições de operação e de infraestrutura observadas durante as fiscalizações da FEAM no período entre 2014 e 2016.

Tabela 4.1 –Principais questões operacionais observadas nas fiscalizações

Principais aspectos operacionais	Frequência	Frequência relativa (%)
<i>Resíduos de características especiais (volumosos, sucatas, lâmpadas fluorescentes, pneus, resíduos eletrônicos) manuseados de forma inadequada, ou ainda, acumulados na unidade.</i>	20	17,4
<i>Falta de controle do processo de compostagem (reviramento, temperatura, umidade, idade das pilhas) ou realizados de maneira equivocada (tamanho da pilha, tempo de compostagem).</i>	17	14,8
<i>Presença de resíduos expostos dentro e fora da vala de rejeito sem compactação e sem cobertura</i>	16	13,9
<i>Estrutura em condições ruins ou danificadas e/ou necessidade de reforma, ou não atende mais as necessidades locais.</i>	15	13,0
<i>Ausência do sistema de drenagem de água pluvial e/ou da cobertura vegetal e identificação nas valas encerradas.</i>	12	10,4
<i>Necessidades de limpeza da unidade em geral e presença de resíduos espalhados na área da UTC</i>	10	8,7
<i>Presença de moscas, urubus e outros animais na área da unidade.</i>	9	7,8
<i>Necessidade de manutenção dos sistemas de tratamento de efluentes e sistema de drenagem</i>	8	7,0
<i>Vestígio de queima de resíduos ou de podas e vegetação</i>	4	3,5
<i>Armazenamento inadequado do composto maturado (local sem cobertura)</i>	4	3,5
Total	115	100

As questões operacionais mais problemáticas recorrentes, totalizando 59% de frequência, estão relacionadas: a) ao manuseio inadequado de determinados tipos de resíduos com características especiais, b) às insuficiências no controle e no monitoramento do processo de compostagem, c) à má operação das valas de rejeitos e d) às infraestruturas defasadas ou desgastadas. O entendimento sobre tais aspectos é abordado a seguir.

a) Armazenamento e manuseio de resíduos especiais

Foi observado que a destinação adequada de resíduos com características especiais é um dos grandes problemas na operação das UTCs, visto que o projeto destes empreendimentos, executados na década de 2000, originalmente não compreendiam o recebimento e processamento de tais tipos de resíduos. Assim, para os resíduos como: sucatas, entulho, lâmpadas fluorescentes, pneus, pilhas e baterias e outros, é improvisado armazenamento temporário nas UTCs, muitas vezes realizado de maneira inadequada. Na Figura 4.5 pode-se observar, por exemplo, o armazenamento inapropriado de REE e de lâmpadas fluorescentes, resíduo perigoso classe 1 – NBR 10.004/04 (ABNT, 2004).

Figura 4.5 - a) Disposição inadequada de resíduos eletrônicos; b) Fardo de plásticos provenientes de REE; c) Armazenamento incorreto de lâmpadas fluorescentes (resíduos classe 1); d) Armazenamento de sucata de carro junto aos metais (ano de 2016)



Os resíduos eletroeletrônicos (REE) se encontram em grande medida acumulados na área das unidades, tendo em vista as recomendações do próprio órgão ambiental para que os municípios armazenem estes resíduos em local coberto, enquanto a destinação adequada não for viável tecnológica e economicamente, evitando-se assim que sejam destinados para as valas de rejeitos.

Curiosamente, em alguns casos, observou-se a realização do desmonte manual das partes da TV de tubo e outros REE e a separação dos vidros e do plástico, do restante dos componentes eletrônicos. Nem mesmo, o enfardamento desses plásticos, na tentativa de possibilitar a venda ou mesmo a doação desse material para reciclagem, teve resultado satisfatório.

De acordo com informações levantadas nas visitas, os responsáveis estão em busca de alternativa de destinação para estes resíduos, sem maiores prejuízos ao meio ambiente, já que não há compradores que se manifestem interessados, visto que muito deles possuem metais em sua composição e, portanto, devem ser dispostos de maneira ambientalmente segura. Há ainda o inconveniente de ter que comportar grandes volumes de resíduos por longo período de tempo e, dessa forma, interferir na área útil para armazenamento de outros materiais, tais como os fardos de recicláveis. Afinal, por ora o recebimento pelas unidades de resíduos especiais é inevitável, visto que nesses pequenos municípios tais UTCs ainda são a única alternativa de destinação final para os RSU. Desse modo, toda a responsabilidade pelo manejo dos RSU é transferida para estas unidades.

Os componentes dos REE podem ser reciclados; sendo assim, no primeiro momento é necessário organizar formas de coletar, receber e encaminhar tais resíduos para os locais corretos, onde se possa fazer a separação e, posteriormente, doações e encaminhamento para a reciclagem. No entanto, Alves *et al.* (2015) relata que no Brasil existem poucas empresas que trabalham com esse tipo de reciclagem. Trata-se de um tipo de negócio de que o mercado brasileiro está carente. Sendo assim, constata-se que esses tipos resíduos necessitam de uma rede que extrapola o município, que necessita ser bem articulada para que se possa aplicar preceitos da logística reversa. Como também se verifica a necessidade de identificar e estimular indústrias que aproveitem REE.

b) Controle no processo de compostagem

Outra questão operacional que merece destaque se refere à falta de controles do processo de compostagem, problema que compreende aproximadamente 25% das unidades em estudo (Tabela 4.1, pág 48). Muitos são os entraves para que o processo de compostagem nas UTC seja bem sucedido: observa-se que, quando não interrompem suas atividades de compostagem, elas executam muito mal os procedimentos adequados desta técnica. O detalhamento deste assunto será discutido no item 4.3 deste capítulo, em que será apresentada a situação da compostagem desenvolvida nestes empreendimentos.

c) Operação da vala de rejeitos

Um terceiro revés percebido diz respeito à disposição final de rejeitos das UTCs, já que as unidades estudadas operam valas para a disposição dos rejeitos do processo de triagem. Nota-se, com base nas visitas e relatórios, que tais dispositivos frequentemente não são operados de maneira a atenderem completamente aos requisitos de ordem sanitária, para redução dos impactos ambientais adversos da deposição do rejeito diretamente no solo.

De acordo com o constatado por Prado Filho e Sobreira (2007), as valas de rejeitos das UTC já se configuravam em um problema ambiental setorial ainda a ser integralmente resolvido, pois a forma desprovida de técnicas como as mesmas vinham e vêm sendo normalmente operadas permite a contaminação e a poluição do solo. Neste caso, as estruturas são normalmente construídas no terreno da própria unidade e muitas vezes não são operadas de maneira adequada.

É comum encontrar as valas com material espalhado (inclusive apresentando altos teores de recicláveis, portanto indevidamente dispostos) sem compactação e sem recobrimento (Figura 4.6), valas construídas e localizadas aleatoriamente, sem estudo geotécnico para instalação, sem critérios técnicos e sem planejamento e, ainda, valas executadas sendo encerradas sem cobertura vegetal, sem drenagem de águas pluviais e sem a devida identificação do local.

Figura 4.6- Valas de rejeitos com material espalhado sem compactação e sem recobrimento
a) UTC Cristiano Ottoni; b) UTC Catas Altas e c) UTC Dom Silvério (ano de 2016)



Salienta-se que a disposição de rejeito sem a compactação, compromete a vida útil das valas da UTC, que se esgotam rapidamente. Por conta disso, verifica-se que algumas das unidades estudadas terão, num futuro próximo, problemas com o esgotamento das áreas destinadas à construção de novas valas de rejeito. Ademais, em algumas unidades, o resíduo não beneficiado na esteira (ou mesa), em épocas de maior produção, também acaba sendo lançado diretamente nas valas, uma situação grave, uma vez que estes dispositivos não contam com medidas protetivas para o solo.

Além do mais, nestas unidades, alguns dos equipamentos necessários para a rotina operacional destes dispositivos, não estão integralmente disponíveis para o empreendimento. Geralmente, os maquinários como pá carregadeira, rolo compactador, tratores; são compartilhados com outras demandas das prefeituras locais. Assim, o aterramento dos rejeitos é problemático devido à falta de equipamentos (tratores) para o recobrimento das valas com solo. Para todos os municípios estudados, a pouca disponibilidade de equipamentos para operação das áreas de disposição final de resíduos é considerada um fator limitante à operação adequada dessas áreas.

Em alternativa ao recobrimento diário das valas com solo, poder-se-ia utilizar lona geotêxtil, uma opção operacionalmente mais simples, ainda que tenha seus custos. Alternativamente, podem-se usar sistemas simplificados para a execução da compactação dos rejeitos, a exemplo de rolos compactadores manuais, evitando onerar as prefeituras com contratação de serviços de hora/máquina.

d) Condições das instalações

Apesar da simplicidade das UTCs de Minas Gerais, tendo em vista o barateamento dos custos operacionais, muitas das unidades implantadas no estado na década de 2000 ainda mantêm-se operacionais. Assim, com mais de 10 anos de instalação destas unidades, verifica-se que parte das UTC em Minas Gerais não atende completamente as necessidades locais. Outra parte delas apresenta alguma estrutura danificada, como trincas, rachaduras, ou ainda, necessidade de pintura. Tudo isso lhes confere uma imagem de descuido, o que nem sempre é verdade, pois muitas vezes a manutenção das estruturas se faz através de improvisos por falta de recursos.

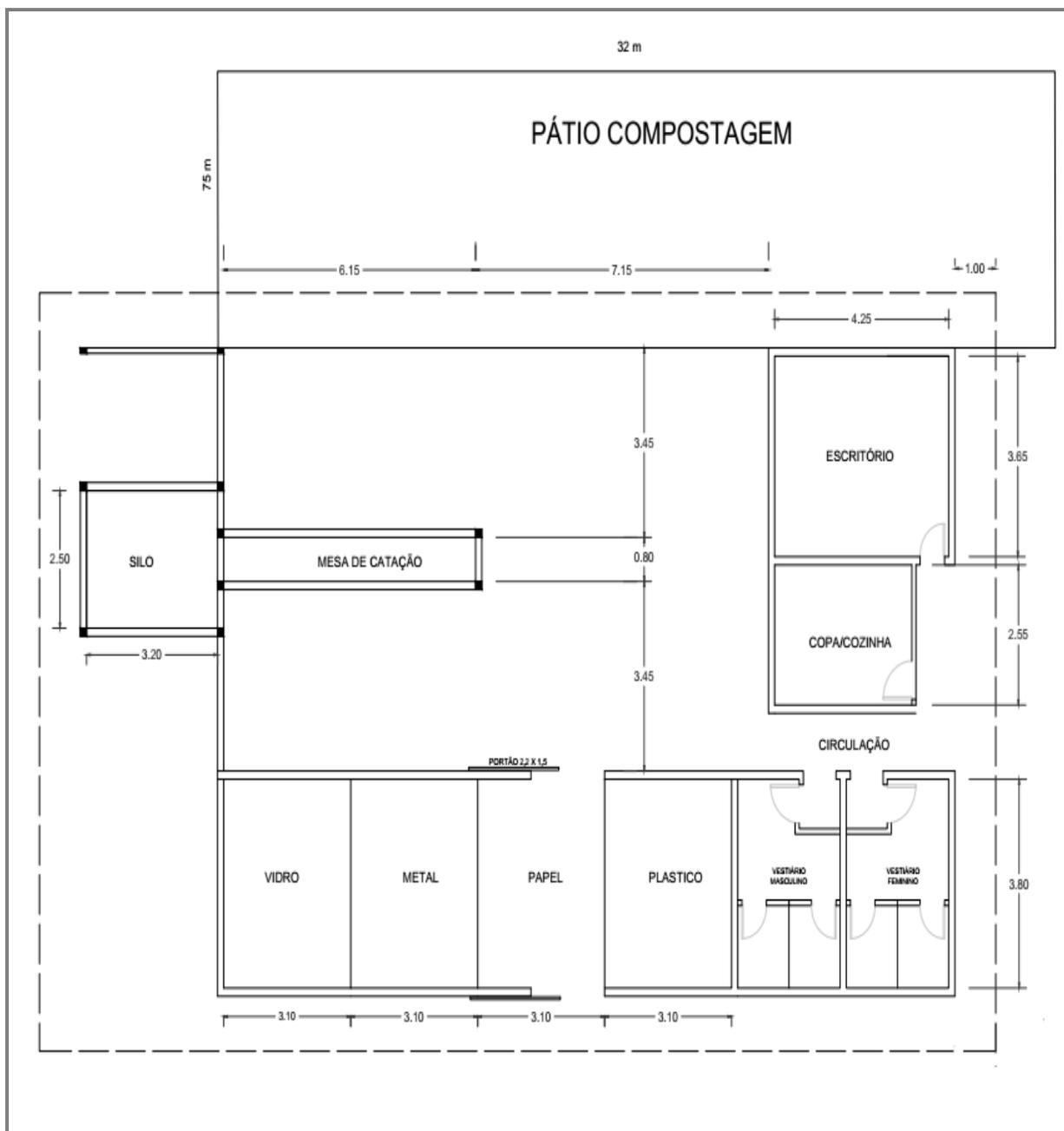
Foi observado o dimensionamento insuficiente dos galpões para depósitos dos materiais recicláveis, tendo como consequência o armazenamento inapropriado do material já triado e prensado. Nesses casos, o armazenamento normalmente é realizado em pátios a céu aberto, ou mesmo, no próprio pátio de compostagem, recobertos com lonas (Figura 4.7). Por conta disso, obviamente o material a ser comercializado tem sua qualidade prejudicada e o valor de venda comprometido.

Figura 4.7 – a) Fardos de material triado e prensado armazenados em local sem cobertura (nesse caso no pátio de compostagem), ano de 2016



Ao que tudo indica, as baias de recicláveis são insuficientes para a estocagem dos materiais recicláveis, uma vez que apresentam dimensões que não foram previstas para o armazenamento por longos períodos. Haja vista que todo o material separado deveria ser estocado em local coberto e com piso adequado até que se alcancem volumes vantajosos para a comercialização. Em contrapartida, nas UTC são destinadas áreas amplas para a compostagem da fração orgânica de RSU, que muitas vezes são subutilizadas. Na Figura 4.8 é visto uma representação do projeto de umas das unidades visitada para realização desta pesquisa.

Figura 4.8 – Modelo de Planta baixa com base no projeto de uma UTC visitada



Como visto foram identificadas unidades com instalações subdimensionadas e mal conservadas. Assim, verifica-se a necessidade de adequação ou complementação da infraestrutura de algumas UTCs, o que exige do município a disponibilização de recursos para esse fim, representando outro entrave. Tendo em vista a comum situação financeira dos municípios.

4.3 O composto orgânico produzido nas UTC mineiras

Sobre o processo de compostagem dos resíduos nestas unidades, do total de 95 unidades fiscalizadas pela FEAM-MG entre 2014 e 2016, foram identificadas 35 UTCs mineiras com as atividades de compostagem paralisadas. São diversos os motivos apresentados por estes municípios, em que se pode citar, principalmente, a ausência de um funcionário capacitado responsável exclusivamente pelo controle e pelo monitoramento do processo compostagem. Na Tabela 4.2 é apresentada a situação da compostagem das UTC regularizadas através dos principais aspectos avaliados nas fiscalizações.

Tabela 4.2 – Itens avaliados sobre a situação da compostagem nos municípios com UTC

	Aspecto/Parâmetros	Condição	Nº de Municípios (%)	Total (%)
Total de UTCs (fiscalizações)	Situação da compostagem	<i>Operando</i>	60(63)	95/(100)
		<i>Inoperante</i>	35(37)	
UTCs estudadas (amostra)	Tamanho da pilha/leira¹	<i>Adequado</i>	32(53)	60/(100)
		<i>Inadequado</i>	28(47)	
	Medição da temperatura	<i>Realiza</i>	30(50)	60/(100)
		<i>Não realiza</i>	30(50)	
	Peneiramento do composto maturado	<i>Realiza</i>	46(77)	60/(100)
		<i>Não realiza</i>	14(23)	
	Presença de inertes²	<i>Pequena quantidade</i>	49(82)	60/(100)
		<i>Grande quantidade</i>	11(18)	

¹ Baseia-se em orientação contida no manual de operação de UTC da FEAM. As dimensões aproximadas das pilhas são de 1,5 a 2,0m de diâmetro e altura em torno de 1,6m.

² Definido com base na percepção do analista de acordo com o quadro da compostagem no momento da vistoria.

De maneira geral observou-se incapacidade técnica para realizar o processo e continuar com sua manutenção, como, por exemplo, na montagem das pilhas (ou poderiam ser leiras) de compostagem, como foi observado na Tabela 4.2, em que em boa parte dos casos elas não tinham tamanho (ou volume) adequado, segundo os critérios recomendados pela FEAM. Entende-se que seja inadequada a situação em que as pilhas de compostagem tenham menos que 1,6 metros de altura, sendo este valor o recomendado pela FEAM em seus manuais de operação, visando a regularizar o processo de compostagem realizado nestas unidades. Vale lembrar que, à medida que o processo de compostagem avança, há uma compactação natural do material – o que dificulta a aeração -, fazendo com que as leiras tenham suas alturas reduzidas.

Apesar disso, nestes municípios vêm sendo adotadas pilhas com altura média de 90 cm, sendo a altura máxima observada, dentre os casos estudados, foi de 1,5 m. Um dos motivos mencionado pelos encarregados das UTCs, dentre outros fatores, para a formação de pilhas com alturas menores que 1,6 m, tem a ver com o fato dos processos nestes locais serem essencialmente manuais e, portanto, pilhas muito grande exigiriam grandes esforços físicos dos trabalhadores na realização do reviramento.

Nestas unidades em média são necessários de 3 a 9 dias para formação das pilhas da compostagem, dada a pouca quantidade de matéria orgânica que pode ser reaproveitada na massa de resíduos que chegam nestas unidades. Além disso, a compostagem nas UTCs é geralmente realizada utilizando apenas a matéria orgânica proveniente dos resíduos domésticos, sendo que podas de vegetação não são reaproveitadas para produção de composto, visto a necessidade de triturador para este fim (não disponível nestas unidades).

A triagem dos resíduos nas esteiras (ou mesas) onde se realiza a separação do material reciclável da matéria orgânica compostável é de fundamental importância para a qualidade do composto produzido. Observou-se que nas UTCs em estudo pequenas quantidades de inertes no material compostável (Tabela 4.2), apesar de o processamento ser de resíduos domésticos sem coleta seletiva, o que indica boa triagem da matéria orgânica (má qualidade leva a existência de muitas impurezas no composto). Na Figura 4.9, são ilustrados alguns dos aspectos anteriormente discutidos sobre o processo de compostagem nessas unidades.

Figura 4.9 - a) Pilhas de compostagem com dimensões inadequadas; b) Pilhas de compostagem com presença visível de inertes (ano 2016)



Ressalta-se que o tamanho da pilha/leira influencia para que a mesma atinja temperaturas adequadas para eliminação de organismos patogênicos. Assim, para que a pilha consiga se manter na faixa de temperatura apropriada, segundo Massukado (2016) é necessário que seu volume tenha pelo menos 1 m³ ou que apresente um peso de 500 kg a 700 kg. Nas pilhas de compostagem que não atendem a esses requisitos ocorre rápida dissipação de calor e umidade.

A temperatura é um parâmetro de fácil monitoramento que atua como indicador da eliminação dos microrganismos patogênicos durante a compostagem. Apesar disso, o controle e o monitoramento do processo de compostagem nessas unidades são considerados insuficientes, como pode ser observado na Tabela 4.2: em 50% dos casos estudados não são realizadas as medições da temperatura das pilhas de compostagem. Sabe-se que quando a temperatura não é controlada há prejuízos na qualidade do processo e do produto final, pois ela está diretamente relacionada com a atividade metabólica de microrganismos.

Vale lembrar ainda que o processo de compostagem divide-se em fases distintas de acordo com a temperatura: a termófila (temperatura > 45 °C) e a mesófila (temperatura entre 20 °C e

45 °C). A manutenção da temperatura térmofila por um determinado período de tempo propicia a eliminação da maioria dos microrganismos patogênicos, contribuindo assim para uma melhor qualidade sanitária do composto (MASSUKADO, 2016). A temperatura é um parâmetro importante para assegurar a qualidade do processo de compostagem.

Sabe-se que a eficiência do processo não depende necessariamente da utilização de tecnologias sofisticadas, mas principalmente do controle do processo e da qualidade dos resíduos que serão processados, como também de seu monitoramento (COMISSÃO EUROPEIA, 2000), pois o composto de RS orgânicos, para ser utilizado de maneira segura e eficiente, deve ser corretamente estabilizado. Afirmam Barreira *et al.* (2006) que o composto produzido sem controle e sem monitoramento do processo perde nutrientes durante o processo e apresenta baixos valores de NPK (nitrogênio, fósforo e potássio), servindo, apenas, como condicionador de solo.

Para ser considerado um produto de qualidade, o composto orgânico deve apresentar características adequadas, tais como: teor de matéria orgânica, concentração de nutrientes, tamanho das partículas, coloração, quantidade de contaminantes e até mesmo inexistência de odor do produto final. Para isso as análises periódicas do composto são essenciais para uma correta avaliação da qualidade do produto final e da garantia de seu uso.

A FEAM requisita das prefeituras que se façam análises semestrais dos seguintes parâmetros físico-químicos do material: densidade, pH, sólidos voláteis, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e carbono total (C). Além das análises semestrais, são exigidas anualmente análises bacteriológicas (coliformes e estreptococos) e dos seguintes metais pesados: Hg, Cu, Zn, Cr, Pb, Ni e Cd, tendo em vista serem considerados potenciais agentes contaminantes do composto. Os relatórios dessas análises devem ser encaminhados periodicamente à FEAM e os valores obtidos (para cada um dos parâmetros físico-químicos e biológicos analisados) são acompanhados para fins de orientação ou restrição de uso do material oriundo dos pátios de compostagem das unidades.

Apesar disso, observou-se que as análises das variáveis que atestem a qualidade do composto não vêm sendo efetivamente realizadas; por conta disso, a qualidade do composto produzido nestas UTCs tem sido um questionamento constante. Cita-se como um dos motivos de haver poucos eventos de análises laboratoriais o custo destas análises, frente à realidade de carência de recursos existentes para manutenção das unidades.

Do observado nos registros da FEAM, verificaram-se situações que merecem críticas. São elas: 1) a baixa frequência dos eventos de análises laboratoriais do composto, em especial as análises bacteriológicas e de metais pesados; 2) raramente os relatórios das análises do composto que são entregues apresentam um laudo técnico conclusivo a respeito dos valores obtidos para cada parâmetro analisado; 3) nem todos os relatórios informam os métodos utilizados para a condução das análises do material, 4) faltam informações de valores de referência abordados nas normatizações, resoluções e literatura, e 5) faltam regularmente resultados de análise de parâmetros importantes para caracterização da qualidade do composto, tais como resultados de coliformes termotolerantes. Dessa forma, faltam resultados para comparação com a legislação e também entre cada UTC (observar a Tabela 4.3).

Devido às limitações descritas anteriormente, não foi possível obter resultados suficientes dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos do composto orgânico das UTCs. O resultado das análises de metais pesados e coliformes termotolerantes é apresentado na Tabela 4.3 para fins de demonstração e breve discussão, visto que os dados disponíveis das análises do composto das UTCs mineiras são pouco consistentes.

Tabela 4.3 - Teores de metais pesados e coliformes contidos no composto das UTCs visitadas

Substância (mg/kg)	IN 27/2006 ¹	Município							
		A	B	C	D	E	F	G	H
<i>Cd</i>	3	1,5	7,10	*	*	1,08	1,41	<10	*
<i>Pb</i>	150	13,29	*	*	*	9,07	25,39	20,7	50,30
<i>Cr</i>	200	25,88	44,8	*	35,50	13,08	13,9	13,9	78,50
<i>Ni</i>	70	15,63	25,30	*	10,5	7,58	15,06	6,2	27,10
<i>As</i>	20	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Hg</i>	1	0,78	*	*	*	0,5	0,12	<0,1	*
<i>Se</i>	80	*	*	*	*	*	*	*	*
Organismos patogênicos									
<i>Coliformes termotolerantes (NMP/g ST)</i>	1.000	43.000	*	210	*	93	1.100	*	*

Data das análises: A= 2012 (Catas Altas); B = 2016 (Cristiano Ottoni), C = 2014 (Entre Rios); D = 2011 (Ibertioga); E = 2016 (Jeceaba); F = 2013 (S. D. do Prata); G = 2016 (S. J. de Bicas); H = 2010 (Dom Silvévio).

* não apresentou resultado ou não realizou análise para o parâmetro.

¹ Valor máximo admitido (BRASIL, 2006).

Os resultados apresentados na Tabela 4.3 indicaram que o composto das UTCs atende à maioria dos limites estabelecidos pela legislação com relação à concentração de metais pesados: os teores de metais no composto mantiveram-se, inclusive, muito abaixo dos valores

limites da legislação. A situação muda com relação aos coliformes termotolerantes, observaram-se 2 amostras fora do limite estabelecido pela IN nº 27/2006 (BRASIL, 2006), inclusive uma delas muito acima do valor máximo admitido. Nesse caso, é necessária uma investigação mais elaborada e rigorosa sobre a qualidade destes compostos. Uma vez que a contaminação por presença de patógenos pode indicar que houve um processo deficiente de compostagem ou, ainda, que pode ter havido contaminação da amostra no momento da coleta.

Dessa forma, embora os resultados apresentados não sejam suficientes para definir a qualidade do composto destas UTCs; apesar disso, a partir deles pode-se fazer algumas inferências sobre os aspectos da compostagem nas unidades. Diante do exposto, é provável que a forma inadequada como o processo de compostagem vem sendo executado nas UTCs prejudique a correta estabilização da matéria, em especial a eliminação de organismos patogênicos. Por outro lado, nas UTCs são alcançadas boas eficiências na triagem da matéria orgânica; portanto, é baixo o teor de inertes visíveis nas pilhas de compostagem (é visto na Tabela 4.2), deste modo são menores os riscos de contaminação do composto com metais pesados. Lembrando que tais afirmações são hipóteses levantadas que necessitam de uma investigação assegurada para serem refutadas ou não, por ora são apenas elementos de discussão sobre os aspectos da compostagem.

Apesar dessas considerações e da falta de uma análise criteriosa do composto orgânico das UTCs, julga-se que sua qualidade é bastante variável entre as unidades. Nesse caso, o controle do processo de compostagem (ou a falta dele), é o fator determinante da qualidade do composto produzido nas unidades, visto que muitas das UTCs não realizam o controle adequado do processo de compostagem e, portanto, questiona-se constantemente a eficiência do processo desenvolvido nestas unidades.

Assim, dada a incerteza da qualidade do composto produzido nestas unidades e a baixa ocorrência de entrega dos relatórios para a FEAM, estes municípios ficam restritos quanto ao uso desse composto. O órgão ambiental desaconselha seu uso para agricultura; desse modo, o composto produzido nesses empreendimentos não pode ser utilizado para outro fim, senão o paisagismo, sendo normalmente empregado em praças e jardins públicos, ou mesmo, na revegetação e paisagismos da própria área da UTCs.

Observa-se, sobretudo, a falta de profissionais capacitados, o despreparo técnico para realizar e gerenciar o processo, o que acaba tornando o processo precário, isso quando o mesmo

acontece, pois verifica-se que a compostagem fica em segundo plano nestas unidades, onde muitas vezes as instalações são utilizadas apenas para fazer apenas a triagem de recicláveis para comercialização.

4.4 O material segregado e o trabalho nas UTC

Observa-se em princípio, não haver uma rotina de operação para controle de entrada de resíduos nestas unidades, mas apesar disso o controle de saída de recicláveis para a venda é bem apurado. Os lucros das vendas usualmente são utilizados na manutenção das unidades; no entanto, este por si só não é capaz de mantê-las operantes. Normalmente estas unidades de tratamento segregam todos os tipos de resíduos considerados recicláveis, como papéis, papelões, vidros, plásticos e metais.

Como em cada categoria desses materiais existem aqueles que possuem maior valor agregado e, portanto, maior preço de venda, é comum verificar também uma segregação dos diferentes tipos de materiais em cada uma das grandes categorias. Por exemplo, para a categoria papéis normalmente se faz uma classificação apenas entre papéis e papelões e, para a categoria plástico geralmente a separação é entre plástico rígido e plástico mole.

Constatou-se em todas as 9 unidades visitadas que os materiais segregados possuía facilidade de venda, tendo em vista e a proximidade das unidades com a capital mineira, uma vez que a região metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) é um dos maiores centros consumidores dos recicláveis produzidos nas UTCs. Portanto, não havia nas UTCs estudadas um encalhe de material e em alguns casos a venda era feita para intermediários, na busca de escoamento mais rápido dos materiais, mas também, era comum a prática de leilões de grandes quantidades de materiais recicláveis.

No entanto, certos tipos de materiais separados apresentam baixa procura pelos intermediários, como é o caso dos vidros. Os encarregados das unidades estudadas certificaram a dificuldade de venda dos resíduos dessa categoria. Em consequência, observou-se nestas unidades um grande acúmulo de vidros armazenados nas baias (Figura 4.10). Apesar dos vidros não serem um incômodo, sob o ponto de vista da toxicidade, o acúmulo desses resíduos causa preocupação pelo volume crescente e, portanto, requer solução. Visto ainda que o vidro não pode ser degradado facilmente, então não deve ser despejado no solo.

Figura 4.10 - a) Armazenamento de vidros, UTC Entre Rios e b) Acúmulo de vidros, UTC São Domingos do Prata (ano de 2016)



A reciclagem do vidro consiste em utilizar os que já foram descartados como fonte de manufatura de novos produtos, uma vez que este material é 100% reciclável. Sabe-se que 1 kg de vidro reciclado produz 1 kg de vidro novo, sendo que as propriedades do vidro se mantêm mesmo após sucessivos processos de reciclagem. Apesar disso, verifica-se um mercado fraco para este tipo de material, segundo relatos da Gerência de RSU da FEAM, não existem fabricas recicladoras de vidro no estado de Minas Gerais, em vista disso eles ficam encalhados por longo período de tempo nos pátios de armazenagem das UTCs.

Durante as visitas foram entrevistados os responsáveis técnicos pelas unidades, sendo colhidos dados quantitativos da produção de recicláveis de cada UTC, que serviram para se ter um apanhado geral das unidades de tratamento. As unidades em estudo processam diariamente entre 0,8 e 10 toneladas de resíduos, somente uma delas processa mais do que 10 toneladas diárias, a UTC do município de São Joaquim de Bicas, também o mais populoso (com 25.537 habitantes). Na Tabela 4.4 são apresentadas, resumidamente, as principais características das UTCs visitadas.

Tabela 4.4 - Resumo das características das unidades de triagem e compostagem de Minas Gerais visitadas para este estudo

Município	População Municipal (IBGE, 2010)	Classificação da FEAM quanto ao desempenho ¹	Quantidade de RS recebido (t/dia)	Numero total de funcionários na UTC	Número de funcionários envolvidos na triagem	Qtde de RS processado por triador (kg/triador.dia)	Qtde média de material segregado (t/mês)	Sistema de triagem de RS ²	Venda dos Recicláveis	Uso do Composto
Catas Altas	4.846	Bom	2,0	20	8	250	12	Mesa	Venda para intermediário	Paisagismo
Cristiano Ottoni (Consórcio) ³	16.287 ³	Bom	8,0	20	17	470	18	Mesa	Leilão	Paisagismo
Dom Silvério	5.196	Bom	1,5	12	5	300	10	Mesa	Venda para intermediário	Paisagismo
Entre Rios	14.242	Bom	9,0	16	10	900	20	Mesa	Leilão	Uso na própria UTC / Paisagismo
Ibertioga	5.036	Excelente	0,8	11	9	89	8	Mesa	Contrato	Paisagismo
Jeceaba	5.395	Excelente	1,5	16	8	187,5	8	Mesa	Leilão	Uso na própria UTC/ Paisagismo
São Domingos do Prata	17.357	Bom	6,0	8	8	750	12	Esteira	Contrato	Paisagismo
São Joaquim de bicas	25.537	Bom	11	10	10	1.100	12,5	Esteira	Licitação	Paisagismo
São José do Goiabal	5.636	Excelente	2,0	20	8	250	12	Esteira	Variável	Uso na própria UTC/ Paisagismo

¹ Vide descrição da classificação no item 4.2 (p.47) e os parâmetros avaliados pela FEAM no Anexo C;

² Indicador de mecanização da unidade;

³ população atendida pela UTC de Cristiano Ottoni (referente aos 6 municípios consorciados: Cristiano Ottoni, Carandaí, Caranaíba, Casa Grande, Queluzito e Santana dos Montes).

Quanto ao número de funcionários na mesa de triagem, esse parâmetro mostrou-se não ser proporcional à quantidade diária de resíduos recebidos pelas unidades ou ainda, ao porte populacional do município. Nestas unidades foram alocados em média 9 funcionários na mesa de triagem para catação dos resíduos. Este fato gera condições inadequadas de trabalho em frente à mesa de triagem, a exemplo do caso da UTC de São Joaquim de Bicas, onde cada trabalhador fica com um encargo de triar aproximadamente 1,1 toneladas de resíduo; em outras, como a UTC de São Domingos do Prata e a UTC de Entre Rios, esse valor alcança a faixa de 750 e 900 quilos diários, respectivamente. Vale ressaltar que, para o dimensionamento da quantidade de pessoas envolvidas na triagem, o indicado é de 1 triador a cada 200kg/dia de resíduos recebidos (PINTO; GONZÁLEZ, 2008; LIMA, 2013).

Abreu (2008) apresenta uma referência com relação ao número de triadores necessários de acordo com o porte populacional do município. Para a faixa populacional de 3.001 a 7.000 habitantes, a quantidade indicada de triadores varia de 7 a 12, sendo que se trata de um número médio de pessoas que deverão estar nas funções de triagem, prensagem e estocagem dos materiais. Considerando estes valores, observa-se que as unidades instaladas em municípios dessa faixa populacional apresentam uma quantidade adequada de funcionários na triagem. Já situação desfavorável mesmo é vista nas UTCs instaladas em municípios de 15.001 a 30.000 habitantes, onde o número indicado de triadores neste caso é de 19 a 24; ao invés disso, normalmente são encontrados de 8 a 10 trabalhadores na mesa de triagem nestas unidades.

Tal situação gera condições inadequadas de trabalho ao triador em frente à mesa de catação e, também prejudica a produção física de recicláveis da unidade; assim, maiores serão as quantidades de RS que deixam de ser recuperados na triagem e, portanto, seguem para disposição final (valas ou aterro sanitário em alguns casos). Vale lembrar que, algumas vezes, nem mesmo a dimensão da mesa de triagem está ajustada ao número de funcionários que nela irão trabalhar, o que pode de certa forma limitar o número de funcionários para catação na mesa, onde, segundo Lima (2013), cada trabalhador deve ter no mínimo uma área de 1,5m² (1,5 x 1,0 m).

A produtividade dos funcionários envolvidos na triagem variou entre 45 kg/dia e 100 kg/dia. A média foi de 68 kg/dia de material reciclado separado por funcionário. Segundo os responsáveis técnicos, o percentual de material recuperado do montante de RS recebido é em

torno de 20 a 30%, enquanto que cerca de 40% é encaminhado como rejeito para valas ou aterros sanitários nos melhores casos (a exemplo de São Joaquim de Bicas e de São Domingos do Prata); em alguns casos, o percentual de rejeitos chegou a 50%.

Um contratempo do beneficiamento de resíduos procedente de coleta indiferenciada, diz respeito às más condições a qual o trabalhador é exposto. Mesmo com a utilização de equipamentos de segurança, em todas as unidades visitadas foi fácil encontrar trabalhadores que ou já tiveram ou presenciaram algum acidente de trabalho com seringa, cacos de vidro e outros. Diante disso, observou-se que os trabalhadores à frente da triagem conheciam a importância da utilização dos EPIs (exigência da FEAM) (Figura 4.11).

Ainda assim, a principal crítica destes trabalhadores refere-se à falta de coleta seletiva, especialmente, a desconsideração da população com a questão dos resíduos (no acondicionamento correto visando a facilitar a manipulação), visto que até mesmo animais mortos acondicionados em sacolas plásticas chegam nestas unidades, tornando degradante e arriscado o trabalho de segregação na mesa de catação.

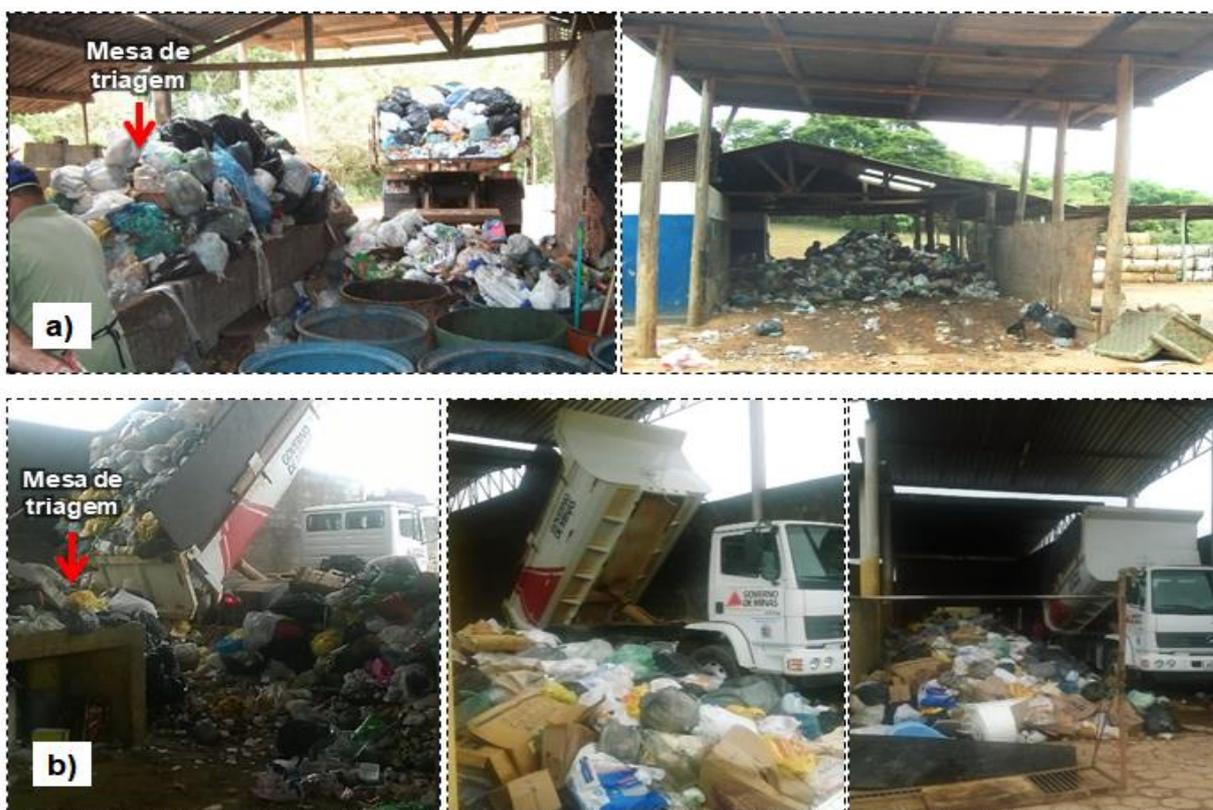
Figura 4.11 - Trabalhadores na mesa de triagem, uniformizados e portando EPIs: a) São Domingos do Prata; b) Cristiano Otoni e c) Entre Rios (ano de 2016)



Foi verificado durante as visitas, por meio de conversas com os trabalhadores, que a maior parte deles não recebeu treinamento para executarem suas funções, tendo aprendido a desenvolver seu trabalho através de colegas mais experientes e na prática do serviço. Ressalta-se que apesar da triagem e da compostagem serem consideradas operações simples, torna-se indispensável à preparação dos funcionários que atuarão no sistema. Contudo, observou-se a ocorrência esporádica da promoção de palestras, ou ainda, da realização de visitas em outra UTC. Algumas destas atividades promovidas pela própria administração local, mas também se têm a FEAM como promotora dessas oportunidades de aprendizagem.

Através das visitas realizadas às UTCs dos municípios objeto dessa pesquisa, puderam-se perceber peculiaridades, tanto em termos de estrutura operacional, como também quanto ao trabalho realizado. Em duas das unidades visitadas verificou-se que a recepção dos resíduos ocorre dentro do galpão de triagem, no chão, não existindo uma estrutura separada e fosso para descarga dos resíduos em nível superior ao da triagem, como nas demais unidades (Figura 4.12). Nesses dois casos, os resíduos que chegam da coleta são armazenados junto à cabeceira da mesa de catação e nela é colocado, manualmente por um trabalhador munido de pá ou outro instrumento. Dessa forma, é exigido um maior esforço físico dos funcionários.

Figura 4.12 – Área de recepção e área de triagem dos resíduos a) UTC Entre Rios e b) UTC Cristiano Otoni



Ademais, a situação observada nestas 2 unidades atribui ao local um ambiente sujo e desorganizado, portanto, um ambiente desagradável ao trabalhador. Consequentemente, verificam-se funcionários desmotivados em realizar suas atividades; dessa forma, as condições ruins de trabalho encontradas nestes empreendimentos configuram-se em uma desvantagem desse sistema de tratamento.

Um aspecto positivo na utilização da UTCs nestas pequenas cidades é que esses empreendimentos vêm possibilitando o reaproveitamento de parte dos RSU, que outrora eram unicamente depositados em lixões. No entanto, observa-se uma baixa taxa de reaproveitamento, visto que os resíduos processados são provenientes de coleta convencional, que por vezes chegam tão sujos que fica inviável sua reciclagem. Em consequência, são encaminhadas elevadas porcentagens de rejeitos para disposição final nas valas, em más condições. Enfim, observa-se a necessidade de adequações das atividades de triagem e compostagem nas UTCs, pois a operacionalização das unidades segue comprometida por uma série de dificuldades e limitações gerenciais e operacionais.

5 ASPECTOS RELACIONADOS À IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DAS UNIDADES DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM

As UTCs vêm apresentando, ao longo dos anos, a imagem negativa de ser um processo que pouco funciona ou que segue ao fracasso. Isto se deve a inúmeros fatores, tais como problemas gerenciais ou mesmo inviabilidade dos sistemas por erros de projeto e execução, dentre outros. A inviabilidade técnica, econômica e gerencial, foi um dos principais motivos pelo qual a maioria das UTCs foram desativadas no Brasil, desde a década de 80 (BARREIRA *et al.*, 2009; EIGENHEER; FERREIRA; ADLER, 2005).

Com todos os pontos expostos há de se pensar na implantação desses sistemas de uma maneira mais cautelosa, visto que os gestores municipais, por uma série de razões, encontram entraves diversos para articular os elementos necessários para o desenvolvimento de atividades de gerenciamento de RSU. Esta etapa do estudo teve a finalidade de reconhecer as fragilidades encontradas pelos municípios em relação à operação das UTCs e buscar por soluções de melhoria para o processo. Sendo assim, foram analisados alguns dos entraves no funcionamento das UTCs existentes no Estado de Minas Gerais.

5.1 METODOLOGIA

Nesta etapa da pesquisa, a coleta de dados foi realizada através de entrevistas individuais, que tiveram como base um roteiro semiestruturado, elaborado estritamente para atender os objetivos deste estudo. Foram tratadas questões de ordem operacional e gerencial, em que os assuntos abordados dizem respeito ao funcionamento das UTC ao longo dos anos de operação, como também às principais dificuldades no desenvolvimento das atividades.

Entende-se por semiestruturada a entrevista direcionada por um roteiro previamente elaborado, composto geralmente por questões abertas (MANZINI, 2004). A entrevista semiestruturada é um dos modelos mais utilizados, o qual permite organização flexível e ampliação dos questionamentos à medida que as informações vão sendo fornecidas pelo entrevistado. Nesse tipo de entrevista o pesquisador tem uma lista de questões ou tópicos para serem respondidos (APÊNDICE A e B), como se fosse um guia. A entrevista tem relativa versatilidade, uma vez que as questões não precisam seguir a ordem prevista no guia, podendo ser formuladas novas questões no decorrer da entrevista (FLICK, 2011).

Em concordância com a determinação Resolução Nº 466/12, do Conselho Nacional de Saúde, por se tratar de uma pesquisa envolvendo seres humanos, o projeto de pesquisa, incluindo o roteiro semiestruturado para a realização das entrevistas foi enviado, em agosto de 2016, para apreciação dos membros do Conselho de Ética em Pesquisa, da Universidade Federal de Minas Gerais (COEP/UFMG), juntamente com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Apêndice C) e o Parecer Consubstanciado, referente à descrição da pesquisa e sua aprovação junto ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental e à Escola de Engenharia da UFMG. Após análise, o projeto de pesquisa foi aprovado pelo COEP/UFMG e registrado sob o número CAAE – 59011216.8.0000.5149 (Anexo A).

O contato com as prefeituras, bem como o agendamento e a realização das entrevistas, foram efetivados durante o período de agosto a dezembro de 2016. Os sujeitos entrevistados, nesta pesquisa, foram identificados como atores-chaves, ocupantes desde os cargos gerenciais até mesmo os cargos operacionais referentes às unidades em estudo. A escolha dos participantes obedeceu alguns cuidados:

- privilegiaram-se os sujeitos que detinham as informações e experiências que os pesquisadores desejavam conhecer;
- escolheu-se um conjunto de entrevistados que, a partir de seus pontos de vista, possibilitassem a apreensão de semelhanças e diferenças.

Sendo assim foram entrevistados um total de 14 atores, distribuídos nas seguintes categorias:

a) 9 Responsáveis técnicos das UTC e b) 5 Analistas ambientais do órgão ambiental Estadual de Minas Gerais (Tabela 5.1).

Tabela 5.1- Perfil dos sujeitos da pesquisa

<i>Categoria</i>	<i>Áreas de formação</i>
Responsável técnico	2 Engenharia civil
	3 Engenharia Ambiental
	1 Gestão Ambiental
	2 Administração
	1 Biologia
Especialista	2 Engenharia Civil
	1 Engenharia Ambiental
	1 Engenharia Elétrica
	1 Arquitetura e Urbanismo

As entrevistas foram realizadas, pela pesquisadora, na ocasião das visitas técnicas às unidades. Utilizou-se um gravador, sendo solicitada a gravação da sessão ao entrevistado,

com base na necessidade de ajuda à memória da pesquisa e no registro útil da conversação para uma análise mais fidedigna. Anteriormente à realização das entrevistas, foi apresentado ao entrevistado o objetivo da pesquisa, bem como o TCLE, conforme solicitação do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG, o qual foi devidamente assinado pela pesquisadora e pelos entrevistados, comprovando a sua aceitação em participar da pesquisa.

Tendo em vista que essa pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG e conforme o projeto analisado por esse comitê, os participantes da pesquisa tiveram suas identidades mantidas em sigilo. Assim, para identificar os participantes foram utilizados códigos, em que a primeira identifica qual categoria de atores é o participante (A = Analista Ambiental e, R= responsável técnico UTC). A segunda parte do código, no caso dos responsáveis técnicos, identifica o caso específico do participante, dado através da numeração, em que foram 9 os casos estudados (os mesmos da etapa da visita técnica). Assim, a referência ao responsável da UTC estudo de caso número 1, é dado pelo código “R1”. Enquanto que a referência aos analistas ambientais é dada pelos códigos “A1, A2, A3, A4 e A5”, referente ao número de participantes.

Ressalte-se que não é ponto central desta pesquisa a generalização dos resultados, de modo que o referido critério, embora observado, não foi determinante no dimensionamento da amostra. As gravações das entrevistas foram registradas em cerca de 258 minutos ou 4,3 horas. Seguida da transcrição, na qual foram obtidas 28 páginas com o conteúdo das entrevistas, que se tornaram elementos palpáveis para análise.

5.2 Situação referente à instalação e operação das UTC

A tecnologia UTC ganhou popularidade entre os pequenos municípios em Minas Gerais, principalmente, por ser uma tecnologia de operação relativamente simples e que requer baixo custo de investimento inicial. Associa-se também a possibilidade de geração de postos de trabalho com reduzidas exigências de qualificação da mão-de-obra. Apesar de que deve ser visto como desvantagens as condições ruins de trabalho nestas unidades, muitas vezes tão degradantes quanto em lixões. Como resultado das entrevistas com os responsáveis técnicos das unidades, apresentam-se na Tabela 5.2 as principais vantagens e desvantagens na visão destes personagens.

Tabela 5.2- Vantagens e desvantagens na implantação de Unidades de Triagem e Compostagem como solução para os RSU.

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> - Custo de investimento inicial baixo se comparado a outras tecnologias, como o aterro sanitário; - Tecnologia relativamente simples, operação simplificada; 	<ul style="list-style-type: none"> - Se não houver uma boa administração e gerenciamento da unidade a mesma pode encerrar a operação, desperdiçando todo o investimento da implantação. - Custo da implantação da coleta seletiva, que, caso não seja realizada corretamente, a UTC produz material e composto de baixa qualidade.
<ul style="list-style-type: none"> - Exige pouca mão de obra especializada; - Geração de emprego e possibilidade de geração de renda extra aos funcionários com a venda do material; 	<ul style="list-style-type: none"> - Condições ruins de trabalho, trabalho que exige grande esforço físico, principalmente, nos casos em que o quadro de funcionários não é adequado para a quantidade de resíduos destinados às UTC.
<ul style="list-style-type: none"> - Permite a recuperação do resíduo orgânico e do material reciclável, evitando o aterramento ou disposição em lixões. 	<ul style="list-style-type: none"> - Disposição final dos rejeitos do processo desassociada de medidas protetivas contra os impactos ambientais da disposição no solo.

O gerenciamento correto destas unidades é fator determinante para manutenção da operação. Como também, para que não haja interrupção das atividades, culminando em desperdício de verba pública com o investimento da implantação. Os aspectos relativos à má administração das unidades, geralmente, associam-se à falta de interesse ou à falta de conhecimento dos agentes locais.

Foram ditas como principais dificuldades no processo de implantação destas unidades: a) aquisição do terreno; b) burocracia no processo de licenciamento e dificuldade em adequar o sistema às exigências do licenciamento (neste caso, quando estas unidades não eram dispensadas de LP, LI e LO); c) Falta de conhecimento dos trabalhadores em operar as unidades. E como aspectos facilitadores desse processo, os responsáveis técnicos citam o apoio das administrações locais. Os trechos transcritos abaixo exemplificam tais dificuldades:

R8 - *A dificuldade maior foi a área, achar uma área. E posteriormente, foi adequar o sistema ao que a FEAM exigia né! O pátio de compostagem acabou tendo que ser refeito com o piso específico, com os drenos, com a fossa, que era de outra maneira anteriormente. Isso na implantação né!*

R2 - *Começou com poucos funcionários, o pessoal não sabia triar, não sabia operar direito, mas aos poucos foram adaptando e melhorando, agora ela é até um modelinho aqui.*

A simplicidade observada nas UTC instaladas em Minas Gerais deve-se às estratégias do próprio órgão ambiental estadual, na década de 2000, durante o desenvolvimento dos principais programas voltados ao saneamento ambiental, cujo objetivo era reduzir a poluição ambiental causada pelos lixões presentes no Estado. Dessa forma, buscando facilitar a implantação de soluções adequadas para a questão de resíduos nos municípios de pequeno porte, sugeriu-se que eles optassem por alternativas de baixo custo e mecanização. Esse fato é explicado no relato de um analista ambiental da FEAM.

A1 - *Quinze anos atrás, com que a gente tava preocupado? Que quanto mais simples fosse a UTC, o município ia investir menos dinheiro e ter menos problema na hora da operação! A gente falava que não precisa ter esteira, senão o município ia ter que parar a operação por que a esteira parou. Então a gente falava que não precisava ser mecanizada e a gente batia nessa tecla, quanto mais simples melhor. A gente priorizava a simplicidade de operação para eles não terem desculpa.*

A simplicidade operacional e os custos de investimento foram os principais fatores considerados na adoção da tecnologia UTC, buscando minimizar os problemas de interrupção da obra ou paralisação da operação, por falta de recursos. Sendo assim, visou-se com essa estratégia contornar os impasses relativos à baixa sustentabilidade técnica e econômica, o que levou muitas experiências com projetos de saneamento em municípios de pequeno porte a falharem no Brasil. O relato a seguir atenta mais uma vez para essa questão:

A2 - *A concepção da UTC que foi feita pela Universidade Federal de Viçosa⁷ é que ela fosse o mais simples possível, para o município gastar menos dinheiro na construção e na operação. Então tem jeito de melhorar? Tem! Mas tudo depende de dinheiro e depende depois de manutenção.*

⁷ Os projetos básicos das UTC foram desenvolvidos com base no sistema simplificado e definidos pelo Laboratório de Engenharia Sanitária – LESA da UFV, como sendo uma tecnologia de fácil aplicabilidade, flexibilidade operacional e baixo custo. Compõem os projetos básicos as seguintes instalações: módulo administrativo (escritório, almoxarifado e banheiros), galpão de recepção e triagem, galpão para prensagem e enfardamento dos recicláveis, pátio de compostagem, galpão para estocagem do composto maturado, aterro de rejeitos, baias para reciclados (BARBOSA, 2004, p.40).

No entanto, com a implantação de unidades totalmente manuais, o desempenho desses empreendimentos fica condicionado ao trabalho nele realizado, sendo um fator negativo visto que, de maneira geral, a operação destas unidades é muito irregular. O trecho a seguir abordando sobre o licenciamento exemplifica bem essa questão:

A1- Um exemplo, o triturador de resíduos orgânicos, quando a gente licenciava a gente falava 'vocês tem dinheiro para comprar? Se tiver compra! Senão pica tudo na enxada mesmo', mas aí então a gente vai aos municípios e vê o que? Uma abóbora inteira na leira, ou seja, está operando errado né!

Sendo assim, nota-se que a compostagem nestes empreendimentos vem sendo operada de maneira inadequada e, portanto, produzindo composto de baixa qualidade. Isso quando a unidade não funciona apenas para a triagem de recicláveis. Os trechos transcritos a seguir dos analistas ambientais da FEAM abordam alguns aspectos da compostagem nas UTCs que merecem ser destacados:

A2 - Os anos de 2014 e 2015 foram anos que nos trouxeram informações das usinas, que nos mostraram que elas são operadas de uma forma muito irregular, sabe? Não atendem praticamente ao que a gente queria. Por exemplo, a compostagem, que para mim seria o mais importante (entre aspas), ela não é feita e quando é feita, é muito mal feita. O que eles fazem nas usinas é secar o material no pátio.

A4- A situação que me chamou atenção, negativamente, foi o fato das UTCs não estarem fazendo a compostagem. Então era muito frequente você chegar lá e ver ou o pátio totalmente vazio ou com apenas tem 3 ou 4 montes de matéria orgânica, o que não é compostagem. A parte de triagem até que é razoável um fazendo melhor, outro fazendo pior, mas a triagem sempre existe. Só que a compostagem a maioria não está fazendo ou esta fazendo muito mal.

A3- O que eu vi durante o cadastro do ICMS é que os municípios estão usando a UTC só para a de triagem de recicláveis, para fazer a compostagem são poucos os que estão usando. Esse é um ponto que a gente tem que focar, inclusive no cadastro do ICMS, eu acho que tinha que ter uma forma de controlar os municípios que não estão fazendo compostagem e, ainda sim estão recebendo ICMS, por exemplo, da mesma forma que o outro que está fazendo a compostagem.

Dentro da perspectiva de má operação, o aspecto mais fragilizado é a compostagem, por se tratar de um processo biológico natural que necessita de constante controle dos parâmetros do processo. Em geral, nestas unidades, faltam pessoas capacitadas para conduzir e monitorar o processo de compostagem e, assim, permitir a correta estabilização da matéria orgânica e sua transformação no insumo que pode ser utilizado na agricultura.

A paralisação das atividades de compostagem deve-se, principalmente, à falta de treinamento e de qualificação da mão de obra, pois este aspecto tem sido deixado em segundo plano. Apesar do fato da triagem e da compostagem serem consideradas operações simples, torna-se indispensável a preparação dos funcionários que atuarão na UTC. Visto que a falta de competência técnica é o fator que mais contribui para o insucesso da compostagem, uma vez que o processo requer cuidados em sua operação, como por exemplo, o controle da aeração e da temperatura.

Como foi visto no item 4.3, tais cuidados acima mencionados não vêm sendo observados nestas unidades. Logo, a compostagem realizada nas UTCs merece maior atenção por parte dos agentes locais e, também, do órgão ambiental, haja vista que seu desenvolvimento tem se apresentado irregular. A situação que foi revelada de descuido na compostagem é um exemplo da baixa capacidade das municipalidades em operar e exercer essa atividade. Além disso, a matéria orgânica que não está sendo compostada possivelmente é depositada em dispositivos que não apresentam proteção do solo, podendo causar de poluição ambiental.

No que se refere à disposição final dos rejeitos, sabe-se que nos anos 2000, quando essa tecnologia se popularizou, acreditava-se que poderia ser uma solução definitiva pra questão dos resíduos urbanos, em que toda parcela reciclável e orgânica seria separada e somente restariam os rejeitos do processo. Isso não ocorre de fato, visto que por motivos diversos o reaproveitamento de resíduos nestas unidades é baixo e o volume encaminhado para o destino final, sob a forma de rejeitos, é elevado. Essa questão da vala de rejeitos fica evidente no relato abaixo de um dos analistas entrevistados:

A1- Quando elas eram licenciadas pela FEAM, a gente achava que funcionava, foi um aprendizado para FEAM que para a vala de rejeitos não iria só rejeito, mas na época se aprovava desse jeito, usina com a triagem, a compostagem e a vala de rejeitos. Então o que é mais condenável hoje em dia é vala de rejeito.

A operação de valas de rejeitos sem proteção do solo e sem garantias de que somente inertes são depositados, ou seja, a ausência de técnicas adequadas durante a operação das valas é uma conduta que seguramente deve ser inibida, para cumprimento das exigências legais sobre a disposição final ambientalmente adequada. Enfim, vale lembrar que por mais que as UTCs instaladas em Minas Gerais sejam sistemas de operação simples, a boa administração desses empreendimentos é fundamental para manutenção de boas condições operacionais e ambientais.

5.3 Fatores que interferem no desempenho das UTCs

Ao longo do estudo foram elencados entraves diversos na implantação e operação das UTC e os principais fatores que estão associados a eles serão discutidos a seguir. O relato transcrito abaixo é emblemático quanto às dificuldades relacionadas à reciclagem e à compostagem dos RSU nos municípios e abre porta para a discussão dos itens posteriores:

A3- Falta coleta seletiva, planejamento, gestão e interesse. Mas se for perguntar para o prefeito ele vai falar que é dinheiro, mas a gente sabe que não é isso. Essa é só a ponta do iceberg, na verdade é a falta do foco no tema, ninguém está muito preocupado ainda com essa questão do resíduo.

5.3.1 Falta de interesse e apoio da administração local

Do ponto de vista dos aspectos facilitadores, dois entrevistados destacaram a importância do apoio da administração municipal para a manutenção da operação da unidade. Como evidenciam Harris *et al.* (2001), muitos projetos bem sucedidos no gerenciamento de resíduos têm contado fortemente com o apoio do governo local. Ao mesmo tempo, algumas questões políticas são destacadas como fatores dificultadores, os trechos de relatos dos responsáveis técnicos transcritos abaixo ilustram essas dificuldades:

R5- Quando a prefeitura está ajudando 100% na medida em que ela pode ajudar, a gente funciona melhor, mas em época de crise igual essa aí, deu muito problema a usina, porque não tava vindo, não tava sendo investido aqui o necessário para funcionamento total da usina, mas isso eu acho que é problema de toda cidade e, toda cidade que tem usina tenta contornar esse tipo de situação. Mesmo essa usina que sempre trilhou um caminho que não

dependesse da prefeitura, mas depende, senão ajudar praticamente a usina tem que fechar. Os funcionários aqui todos da prefeitura, a pá carregadeira, o caminhão, tudo da prefeitura.

R9- *A dificuldade que eu enxergo, se você me falar hoje, é a política dentro da usina. Vamos falar o prefeito, sai prefeito entra prefeito, cada um quer colocar lá os funcionários dele. A gente esbarra muito nisso. E a reeleição atrapalha demais, o prefeito no primeiro mandato ele entra todo empolgado e dá o suporte que a gente precisa, chega no segundo mandato já deixa a desejar muito.*

Nos dois discursos acima é evidenciada a importância do suporte do governo local para as atividades da unidade, pois elas necessitam de investimento contínuo das administrações municipais para manutenção de suas atividades, uma vez que a venda do material, por si só, não possibilitaria cobrir as despesas operacionais, inclusive de recursos humanos. Iacono (2007) verificou no estudo de UTC implantadas no estado do Rio de Janeiro, que uma das maiores dificuldades encontradas pelos municípios é a de administrar a mão-de-obra que, somadas aos custos de manutenção e de operação, onera bastante as prefeituras.

Sobre esses aspectos, Siqueira (2014) observou que a interrupção de muitas das experiências de compostagem implantadas no estado de São Paulo foi causada devido à falta de apoio público e, ainda, à vulnerabilidade institucional e às discontinuidades político administrativas, sendo que estes fatores afetam múltiplas áreas do saneamento. Neste mesmo estudo, foram reveladas como causas da interrupção do funcionamento de UTC no estado de São Paulo o corte ou congelamento nas verbas destinadas para o programa de coleta seletiva e para operar a unidade.

Acrescenta-se a isso o fato da gestão dos resíduos urbanos não ser priorizada pelas administrações municipais, visto que a questão de saneamento tem ficado de lado ao longo da história. Sendo assim, verifica-se a necessidade de sensibilizar população e os gestores sobre a questão de resíduos, fato que é evidenciado no relato de um dos entrevistados, quando abordava sobre o ICMS ecológico e seus desdobramentos.

A2 – *O que a gente vê é que, infelizmente, para o prefeito a questão da gestão dos resíduos é a quinta prioridade, ou seja, acabada todas as pracinhas que ele tem que fazer ele vai cuidar dessa parte. Então, ironia à parte, o que eu quero dizer é que, se não tivesse o ICMS ecológico, quase ninguém que tem UTC, estaria operando uma UTC. E a hora que cessar*

esses 15 anos (tempo máximo de recebimento do incentivo). Se não se criou uma cultura de gestão de RS cai tudo por terra.

R7- *Vejo também aqui a falta de vontade política de dar uma atenção maior. Geralmente o pessoal foca mais em obra, né? Acho que o político de um modo em geral, foca em obras que dão voto, digamos assim. Porque a questão de tratamento de resíduos, por exemplo, tem ficado de lado.*

Ademais nestes pequenos municípios, praticamente não existem programas de gerenciamento específicos para os resíduos sólidos, muitas vezes nem mesmo há setores ou secretarias responsáveis pelo saneamento ambiental nas administrações públicas. O entrevistado atenta também, para a importância da sensibilização dos gestores municipais para a manutenção a situação que foi alcançada com relação à gestão de resíduos nestes pequenos municípios. Pois apesar de não ser a situação ideal para questão dos RSU segundo as legislações vigentes, houve um avanço com relação à disposição dos RSU com o encerramento de lixões.

Verifica-se ainda que os gestores municipais desconhecem o objetivo da implantação das UTCs em suas cidades e, ainda, desvalorizam, em geral, a existência dessas unidades como um instrumento para minimizar os problemas relacionados ao mau gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos (ANDRADE, 2010). Também desconhecem a finalidade da criação do ICMS pelo Estado, que se trata de um instrumento para incitar os governos locais a tomarem decisões para investimento em saneamento.

Salienta-se que, notadamente os municípios onde os agentes locais estavam sensibilizados com a questão dos resíduos, as unidades operavam de forma adequada, mesmo dentro das limitações existentes. Destaca-se também a importância da figura do responsável técnico na operação das UTCs, visto que as unidades que contavam com acompanhamento regular do responsável técnico apresentaram maior regularidade na operação. Apesar disso, há casos em que a atuação do responsável técnico não é tão efetiva. O relato a seguir evidencia isso:

A3- *Eu queria observar um ponto que eu achei interessante, é que geralmente as UTCs não tem um responsável técnico. A prefeitura contrata um engenheiro, mas um responsável técnico que está lá, que está cuidando, que fica na unidade, não existe! O que eu observei é que nas UTCs bem operadas sempre tem uma figura de um ativista ou alguma pessoa entusiasmada na prefeitura, que chama responsabilidade para si e trabalha bem aquela área.*

Mas assim, muitas vezes nem é o responsável técnico, é uma pessoa por fora, sem formação, é mais um ativista mesmo, uma pessoa que tem essa preocupação da área ambiental e está lá apoiando e puxando essa UTC.

Essa situação de falta de comprometimento por parte dos técnicos responsáveis das localidades acarreta em graves consequências para o gerenciamento dos RSU, como por exemplo, o mal funcionamento das unidades de tratamento. Os responsáveis técnicos e gestores devem ter a real intenção de colocar em funcionamento o empreendimento, incentivando assim todos os envolvidos no processo.

Sendo assim, o descuido de gestores e de responsáveis técnicos contribui diretamente para que as unidades não consigam alcançar um bom desempenho operacional. De maneira geral, nota-se a falta de interesse, de entendimento e de foco das administrações municipais nas questões relacionadas aos RSU. Segundo os técnicos da FEAM, as UTCs instaladas em municípios que possuíam secretarias ou departamentos, nas prefeituras, com foco no meio ambiente, eram as que apresentaram a melhor operação. Por fim, vale ressaltar que é essencial o apoio local, não só na questão de aporte de recursos financeiros, mas também no incentivo à promoção da conscientização constante da população na área de educação ambiental para a questão dos resíduos.

5.3.2 Coleta seletiva e participação da população

É de conhecimento científico que a coleta seletiva influencia diretamente na qualidade do material reciclado e do composto orgânico. Apesar disso, observa-se que são pequenos os esforços para melhorar a qualidade dos resíduos que chegam às UTC, visto que a grande parte dos municípios com UTC não conta com a coleta seletiva dos RSU, ou ainda, quando a coleta diferenciada existe é pouco eficiente e não atende a toda população.

Foi observado nos municípios estudados que o caminhão utilizado para a coleta, ou não atende as necessidades ou não é apropriado para a atividade. Visto que, por vezes é realidade nestes municípios a falta de equipamentos urbanos adequados para o gerenciamento dos RSU. Dois responsáveis técnicos atentaram para essa situação:

R1- *O reduzido número de caminhões coletores está dificultando a operação da usina, pois as rotas em bairros mais distantes do centro ficam comprometidas e o lixo que chega à usina*

já está em processo de decomposição. Por conta disso grande parte do resíduo reciclável e matéria orgânica não são separadas.

R4- *A dificuldade é que a gente não tem um caminhão adequando para coleta ainda né, não temos caminhão de coleta seletiva, então hoje se trabalha com caminhão basculante, o certo é ter um caminhão certinho de coleta seletiva. E quando esse caminhão estraga eu tenho que voltar a trabalhar com caminhão compactador e, o aproveitamento de orgânico fica muito difícil quando se usa o caminhão compactador.*

Tais situações relativas à coleta de RS são comumente observadas nestes pequenos municípios, influenciando diretamente na eficiência do reaproveitamento dos resíduos urbanos nas UTC. Em consequência são encaminhadas elevadas porcentagens de rejeitos para disposição final, pois o material chega tão sujo e contaminado, que sua recuperação torna-se inviável. A fala de um dos responsáveis sobre o percentual de rejeito ilustra bem essa afirmação:

R8- *Pra vala de rejeito vão, mais ou menos, 50% a 52% de material que não é reaproveitado, pode ver que lá tem muita sacola, muito plástico que vem tão sujo, tão contaminado, que não tem como reaproveitar.*

R1- *O percentual de rejeito produzido ainda é alto. Isso ocorre, principalmente, pela falta de implantação da coleta seletiva em bairros não pertencentes à área central do município. Então a mistura dos resíduos dificulta a separação do orgânico e do reciclável.*

Observa-se também que os municípios têm dificuldade em conseguir uma triagem eficiente em termos de gerar menor quantidade de rejeitos. Não somente no caso acima citado, como também em outros municípios o índice de geração de rejeito alcançava 50%, ou seja, metade do volume destinada às UTCs era encaminhado para a disposição final. Contudo, esse montante que se admite rejeito, compreende materiais que ainda poderiam ser reaproveitados, como ressalta o técnico da FEAM na seguinte narrativa:

A2 - *Quando chego numa usina a primeira coisa que eu olho, é o aterro de rejeito. Quando não está exposto eu até ‘cavaco’ um pouquinho, para ver o que estão enterrando. E tem muita coisa que está sendo enterrada que poderia ser aproveitada.*

Siqueira e Assad (2015) explicam que nesta modalidade em que há a simplificação da forma de coleta, a complexidade do tratamento é maior. Isso porque a prestação de serviços pela prefeitura com coletas convencionais exime a população da responsabilidade de mudar hábitos, concentrando o trabalho da valorização dos resíduos em uma única central. Muitas vezes os problemas nestas unidades alcançam dimensões tão difíceis de serem administrados, que culminam no fechamento da unidade ou na transformação do seu espaço em lixão.

Por outro lado, a implantação da coleta seletiva municipal pode facilitar o retorno dos materiais reaproveitáveis e recicláveis aos processos produtivos, além de segregar recicláveis e composto orgânico de melhor qualidade, uma vez que, permite que seja encaminhado às mesas de triagem o material já segregado na fonte obtendo maior parcela de matéria orgânica encaminhada diretamente ao processo de compostagem. Nessa situação o produto da compostagem tem menor risco de contaminação. Logo, sem a coleta seletiva o reaproveitamento dos materiais recicláveis perde sua eficiência.

Outro aspecto negativo no reaproveitamento de resíduos de coleta convencional é o trabalho insalubre nas unidades de triagem, onde trabalhadores se revezam na separação de resíduos misturados com grande quantidade de matéria orgânica, por vezes, já em putrefação. O relato do especialista reafirma essa questão:

A2- Quando você está acompanhando o pessoal operar, você vê a sacanagem que é o lixo que não é segregado, sabe? Você vê de tudo, então é como se estivesse num lixão mesmo; abre o saco lá e está saindo papel higiênico, está saindo fralda, é degradante isso. Então quer dizer que falta levar as pessoas lá, pra ver o que é o trabalho da pessoa que segrega o material.

No relato acima, é ressaltada também a questão da conscientização da população sobre a importância da segregação dos RSU. A participação da população local é parte integrante e fundamental na implantação de coleta seletiva em qualquer localidade, ou seja, por maiores que sejam os investimentos por parte dos órgãos públicos, sem a real conscientização e mobilização da população local, o programa de coleta seletiva tenderá ao fracasso. Essa questão da importância da participação da população com a separação dos RS foi recorrente nos discursos, tanto dos técnicos da FEAM quanto dos responsáveis:

A1 - *O que a gente vê é que quando tem a coleta seletiva, principalmente porta a porta, em que o pessoal separa bem, a segregação é muito melhor, então você vê que o que sobra é rejeito mesmo. Então quando existe uma participação boa da população e uma interação dela com quem trabalha lá, no caso os catadores, por exemplo, é muito melhor. Por causa disso, porque as pessoas separam para o trabalhador que ali está e não para a prefeitura, então a gente percebe essa diferença.*

A2 - *Então a gente percebe que tem muita coisa que precisa mudar, tem que fazer uma conscientização popular, fazer a população ter controle social e entender que faz parte desse processo político, que não é só problema da prefeitura. Eu acho que é esse trabalho que a gente tem que fazer: conscientizar a população de que ela faz parte desse processo, senão vai ficar do jeito que está. Não é prioridade pra ninguém, nem pra quem põe o lixo pra fora, nem pra quem faz a gestão lá na Câmara.*

R8 - *Para a qualidade do material, de 0 a 10 eu dou 7, a qualidade é boa, mas acho que a gente poderia reaproveitar mais, né? Mas, pra isso a gente precisaria da população pra poder separar o lixo em casa, entregar os recipientes que vão para reciclagem já limpos pelo menos, já ajudaria bastante, já incrementaria ali um volume significativo de material.*

A sensibilização das comunidades para participação em programas de gerenciamento de resíduos é tarefa fundamental na gestão de resíduos, pois quando programas para o gerenciamento de RS são implantados sem o devido trabalho de conscientização da população a possibilidade de fracasso é maior. Além do mais, a educação ambiental favorece aos atores sociais sobre o entendimento de que eles são igualmente responsáveis no trato do problema.

É importante destacar ainda, que a falta de motivação para separar o resíduo na fonte, muitas vezes é ocasionada pelas condições de coleta ou transporte oferecidas pelas próprias prefeituras. Quanto à coleta e transporte, observou-se que os municípios possuem uma estrutura mínima, condizente com a realidade local do município de pequeno porte. O caminhão caçamba utilizado para a coleta nestes municípios é um equipamento de baixo custo de aquisição e manutenção, no entanto, como desvantagem exige muito esforço dos trabalhadores da coleta, que devem erguer os resíduos até a borda da caçamba. Na Figura 5.1 é demonstrado o tipo de veículo utilizados para a coleta em 2 dos municípios estudados.

Figura 5.1—Caminhão caçamba típico utilizado na coleta de RS nos municípios estudados



Ressalta-se que para a implantação de coleta seletiva é necessário que alguns obstáculos sejam superados, uma vez que a estrutura de coleta usada nestas municipalidades talvez não seja suficiente para a implantação de um programa de coleta seletiva, na qual é necessária a disponibilidade de veículos especiais ou mesmo a adaptação dos já existentes. Neste caso, deve ser vista também a necessidade de atendimento desses veículos a outras demandas locais.

Lembrando que é importante planejar e executar adequadamente esses serviços, para que a participação da população seja efetiva e crescente. Para isso, se faz necessário disponibilizar os equipamentos urbanos apropriados para a realização da coleta diferenciada. Mas além de equipamentos, são fundamentais campanhas permanentes junto à população, tentando garantir sua colaboração no processo.

Salienta-se que a participação da população local é parte integrante e fundamental na implantação de coleta seletiva em qualquer localidade, ou seja, por maiores que sejam os investimentos por parte das administrações, sem a real conscientização e mobilização da população, a possibilidade de insucesso do programa é maior.

Por fim, ressalva-se mais uma vez que diversas são as razões que podem inviabilizar a execução das atividades nestas unidades (incapacidade gerenciais, falta de recursos, falta de equipamento e outras). Porém, como foi relatada nas entrevistas, a vontade política pode ser mais determinante para o desenvolvimento dessas experiências do que a disponibilidade de estrutura e recursos.

5.4 Proposição de adequações para melhoria na gestão de RS em municípios com UTC

As UTCs vêm satisfatoriamente possibilitando o reaproveitamento de materiais que, de outro modo, seriam aterrados ou, pior, dispostos em lixões, mas ressalta-se a necessidade de avanço dessa tecnologia para que o empreendimento atenda plenamente aos propósitos de saneamento e aos aspectos legais da gestão de resíduos. Foram verificadas nos capítulos anteriores disformidades de natureza diversas no gerenciamento e na operação das UTCs estudadas, mas todas elas de soluções tangíveis e tecnicamente viáveis.

Como foi visto anteriormente, em muitos casos privilegia-se substancialmente a implantação e meios de operação da UTC, o que já é relevante para os pequenos municípios, mas a alocação de recursos financeiros e a elaboração de projetos adequados a realidade local para implantação da UTC, além dos trabalhos de mobilização social e de coleta seletiva, estão pouco enfatizados. Foi através das constatações discutidas anteriormente que se lançaram algumas proposições para o enfrentamento do desafio de destinar adequadamente os resíduos sólidos, atendendo aos aspectos legais. São elas abordadas a seguir:

a) Disposição final dos rejeitos

As UTCs não eliminam por completo os resíduos (rejeitos), que normalmente são enterrados em valas, que acabam por trazer efeitos ambientais semelhantes, embora em menor escala, que aos observados nos lixões. Daí a precisão das unidades em adequarem a disposição final dos rejeitos do processo, sendo necessário o estabelecimento de um período de regulação para os municípios adequarem seus sistemas de modo a fazer valer o cumprimento das leis.

A PRNS reconhece os aterros sanitários como forma de disposição final ambientalmente adequada. Reconhece-se, como uma saída para os pequenos municípios, a formação de consórcios para uso conjunto dos aterros, para evitar que cada localidade tenha que arcar com os custos de ter o seu próprio. Ademais, é uma prioridade da PRNS incentivar a formação de consórcios de pequenos municípios para operação conjunta dos empreendimentos.

O Estado de Minas Gerais se caracteriza por uma quantidade grande de municípios de pequeno porte. Assim, um consórcio de implantação e operação de um aterro sanitário pode se constituir em uma alternativa interessante para a viabilidade do negócio, uma vez que um

consórcio propõe, entre outras coisas, a introdução de uma maior escala para a prestação de serviços, o que pode favorecer pequenos municípios que não detêm quadros técnicos suficientes e capacitados para a realização dessas funções.

Já é realidade para alguns municípios mineiros o do Consórcio Público de Gestão de Resíduos Sólidos para disposição final dos resíduos sólidos urbanos em Aterro Sanitário. Dentre os casos aqui estudados, cita-se o município de São Domingos do Prata, que faz parte de um consórcio para envio do RSU para o aterro sanitário situado em Rio Piracicaba. Assim, o rejeito originado pelo processo de triagem da UTC da cidade é transportado até o aterro sanitário, visando ao atendimento da legislação ambiental e da PNRS. O mesmo também vale para o município de São Joaquim de Bicas, que faz participa do Consorcio Médio Paraopebano de Resíduos Sólidos Urbanos (COMPARESOLURB).

a) Coleta seletiva

Outra demanda urgente para os municípios é a melhora da separação dos resíduos na origem, antes de encaminhados para as unidades de tratamento, visto que, se houver alguma pré-seleção na coleta como, por exemplo, a separação do resíduo seco (reciclável) do úmido (orgânico), a eficiência destas unidades aumenta em muito e os rejeitos acabam por praticamente serem eliminados.

Em relação à coleta de RS é preciso avaliar como é oferecido o serviço, tendo em vista a menor intervenção possível no formato já existente. No caso destes municípios de pequeno porte, é importante estudar alternativas compatíveis com suas dimensões, necessidades e recursos disponíveis. Como por exemplo, nos municípios onde a coleta tem frequência diária, uma alternativa viável seria uma divisão na carroceria do veículo coletor, para que os resíduos de categorias diferentes previamente segregados sejam coletados ao mesmo tempo.

Existe a possibilidade de um único veículo coletor poder ser utilizado para coleta seletiva de duas frações separadamente, utilizando-se uma carroceria adaptada de forma a transportar os resíduos recicláveis. Como por exemplo, no pequeno município de Tibagi no Paraná, de 19.344 habitantes (IBGE, 2010), a coleta de recicláveis é feita com uma gaiola acoplada no caminhão compactador (Figura 5.2), sendo que este modelo já foi testado e é utilizado em diversos municípios do Estado do Paraná (MP-PR, 2012).

Figura 5.2 - Carroceria adaptada com gaiola acoplada utilizada no Município de Tibagi-PR



A alternativa da inclusão da carroceria atrás do caminhão é de baixo custo de implantação e possibilita uma coleta seletiva mais eficiente, pois não necessita de novas rotas de coleta, da contratação de coletores e motoristas, nem mesmo de um outro caminhão específico para a coleta dos materiais recicláveis. Além disso, esta opção ainda desperta o interesse e a conscientização da população que vislumbra a coleta sendo efetivamente realizada em duas frações.

Por outro lado, coleta em dias alternados para cada resíduo elimina a necessidade de divisão da carroceria. Uma possibilidade seria a substituição de um turno da coleta convencional por um turno da coleta de materiais recicláveis e se poderiam utilizar os mesmos veículos da coleta (com eventuais adaptações). Logo, os veículos já utilizados na coleta poderão também ser adaptados para coleta seletiva.

b) Mobilização social

Além da coleta seletiva na localidade, deve haver iniciativas para garantir a mobilização dos usuários, mantendo-os envolvidos para colaborarem com o serviço de coleta. Portanto, a

existência de mecanismos permanentes de envolvimento dos usuários é outra variável relevante a ser listada, visto ainda, que o sucesso da coleta seletiva está diretamente associado aos trabalhos feitos com a população, por meio da mobilização social, da sensibilização e da conscientização, sendo esta uma etapa fundamental para o funcionamento adequado do programa de coleta.

Assim, partindo do pressuposto que a consolidação da coleta seletiva tem como dificultador a dependência da adesão da população, a realização de um trabalho de mobilização da população, com o adequado acompanhamento e gestão pública, é realmente uma necessidade. Portanto, devem-se empregar esforços e recursos para que se possa alcançar, a médio e longo prazo, o nível de mobilização social pretendido.

No planejamento da implantação de um programa de coleta seletiva, uma das principais dificuldades refere-se à mensuração da participação da população, fator importante e determinante do investimento a ser realizado. Também é fundamental observar nesse processo os seguintes pontos: a) a adequação do projeto à realidade local, b) a regularidade no funcionamento da logística implantada e c) a eficiência da estratégia de *marketing* para sensibilização e motivação da população (BRINGHENTI; GÜNTHER, 2011).

De acordo com a Cândido *et al.*(2009), as formas de mobilização também são influenciadas pelo porte do município. Em um município com pequena população, por exemplo, é possível planejar a visita orientada de parcela ou totalidade da população ao local de destinação final dos resíduos. Já para um município de grande porte, será preciso contar com a divulgação da mídia televisiva, para fazer as imagens do local de disposição final chegar até o cidadão, visto que a mobilização da população para a coleta seletiva está ligada ao conhecimento da destinação final dos resíduos, pois assim poderá entender a necessidade de sua cooperação.

Por fim, deve-se salientar que nenhuma UTC consegue ter eficiência num nível adequado sem que haja coleta seletiva – de boa qualidade – junto à população. E é importante também observar o atendimento aos aspectos legais, com a promoção da reciclagem, da compostagem, mas também, com a disposição ambientalmente adequada dos rejeitos (tão somente) em aterros sanitários.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As UTCs estão operando há mais de duas décadas em pequenos municípios mineiros e, constituem-se como um dos principais sistemas de tratamento/destinação final dos RSU em municípios com população inferior a 20.000 habitantes no Estado. Contudo, a exequibilidade do modelo enfrenta dificuldades operacionais e gerenciais. De maneira geral, necessita-se de melhorias nas condições de trabalho na mesa de triagem, melhoria na qualidade dos resíduos que chegam às unidades, muitas vezes o RS chega tão sujo e contaminado que inviabilizam seu reaproveitamento.

Alguns resíduos como sucatas, pneumáticos inservíveis, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes, resíduos eletroeletrônicos, frequentemente têm sido encontrados em grande volume nas unidades. Isso é considerado um obstáculo para os municípios com UTC, tendo em vista a necessidade do desenvolvimento da cadeia de reserva e do mercado para tais tipos de resíduos. No caso específico dos REE, ainda são poucas as empresas que realizam a reciclagem desses materiais, e as escalas e os custos dos fretes podem ser obstáculos. Por conta disso, soluções improvisadas são realizadas nas UTCs: dentre as principais, verifica-se o desmonte e fracionamento dos equipamentos e o armazenamento nos galpões da unidade.

Um contratempo notável nas UTCs em Minas Gerais tem a ver com o controle do processo de compostagem, ou a própria ausência dele. São vistos nas UTCs equívocos na execução da compostagem, falta de monitoramento do processo (ex.: medição da temperatura, reviramento de pilhas, controle da umidade, dentre outros) e falta de uma análise criteriosa dos laudos do composto, tornando o processo sem validade técnica.

Foi observada uma série de inadequações na operação e manutenção do processo de compostagem realizado nas UTCs. Desde a montagem das pilhas (pilhas com tamanhos insuficientes), que apresentaram altura média de 90 cm, quando a FEAM exige 1,6 metros de altura; provavelmente estas pilhas não atingem o volume necessário de 1m³, volume este recomendado para manutenção da temperatura e da umidade. Além disso, observou-se a falta de monitoramento de parâmetros como a temperatura (50% dos casos estudados não realizavam medição da temperatura das pilhas), que se trata de um parâmetro operacional de monitoramento simples e extremamente importante, tendo em vista a observação das faixas apropriadas de temperatura para eliminação de patógenos.

Observa-se, sobretudo, a falta de profissionais capacitados e o despreparo técnico para realizar o processo de compostagem e para continuar com sua manutenção. Por conta disso, muitos dos municípios mineiros que possuem UTC estão utilizando as instalações apenas para atividades de triagem dos recicláveis. Somente em relação às UTCs fiscalizadas foram identificados 35 casos de compostagem paralisadas, fato que merece atenção por parte do órgão ambiental.

Em relação aos aspectos de operação de uma UTC, a vala de rejeitos é a que apresenta maior desconformidade. De maneira geral, observam-se a falta de planejamento para a execução desses dispositivos e, também, problemas operacionais. Normalmente o resíduo que deixou de ser triado na mesa é destinado para a vala de rejeitos; assim, a forma descuidada como estas áreas vem sendo contruídas e operadas é considerada um importante problema de ordem ambiental.

Um aspecto negativo no reaproveitamento de resíduos de coleta convencional é o trabalho insalubre, onde nas unidades de triagem os trabalhadores se revezam na separação de resíduos misturados com grande quantidade de matéria orgânica, por vezes, já em putrefação. Nesta modalidade onde os RS são provenientes de coleta indiferenciada, são evidentes as más condições às quais o trabalhador é exposto, visto que tornam-se comuns acidentes com seringas ou outros resíduos na mesa de triagem, mesmo com a utilização de equipamentos de segurança.

O número de funcionários envolvidos na triagem demonstrou-se desproporcional à quantidade de RS recebidos nestas unidades, sendo que a quantidade de triadores mantém-se na faixa de 8 a 10. Em vista disso, verificou-se ser desvantajoso o cenário da triagem na mesa para os municípios de população, por exemplo, maiores que 15.000 habitantes, onde o valor unitário de resíduos recebidos por funcionário alcançou 1,1 t/dia em uma UTC com população de 25.537 habitantes, fato que confere condições inadequadas de trabalho ao triador e prejudica a eficiência física de reaproveitamento.

Foi visto que tais unidades apresentam grande dependência do apoio do governo local para manter suas atividades, pois caso contrário podem encerrar a operação. E mesmo diante das necessidades de equipamentos e de manutenção da estrutura, estas unidades conseguem permanecer operacionais, ajustando-se às demandas, muitas vezes por meio de improvisos devido à falta de recursos.

No entanto, há casos de unidades implantadas em décadas passadas que não atendem mais às necessidades locais. Verificaram-se materiais sendo depositados em pátios sem cobertura protegidos com lona, visto as dimensões insuficientes dos depósitos ou baias para armazenamento do material segregado. Soma-se a isso a necessidade emergente de armazenamento de resíduos eletrônicos, por exemplo, que ocupam espaços antes destinados aos fardos recicláveis.

Muitos são os entraves que limitam o desempenho das UTC, dentre os quais: a) incapacidade gerencial; b) recursos limitados, c) necessidade de equipamento e d) necessidade de manutenção da estrutura. Contudo a vontade política mostrou-se ser o fator determinante para o desenvolvimento das atividades nas UTCs, visto que, onde havia atuação de pessoas sensibilizadas com a questão dos resíduos nas administrações locais, constatou-se a manutenção de boas condições operacionais. É visto ainda que as unidades que contavam com acompanhamento frequente do responsável técnico apresentaram maior regularidade na operação.

Conclui-se também que é essencial o apoio local no incentivo à promoção da conscientização constante da população na área de educação ambiental, pois conscientizar a população sobre a importância da segregação na origem representaria uma mudança significativa na qualidade dos resíduos enviados as unidades. Pode-se mencionar que a segregação contribui para materiais recicláveis mais limpos e com menor percentual de perda e de contaminação. Portanto, é preciso que a população esteja conscientizada, para que se sinta uma peça fundamental, assuma responsabilidades e adote boas práticas relativas aos resíduos, contribuindo para o processo.

Dentre as sugestões de melhorias para as UTCs obtidas, as que mais merecem destaque foram as de implantação de coleta seletiva nos municípios e realização de trabalho de conscientização com a população. A coleta seletiva é um fator determinante para o bom funcionamento das UTCs, por propiciar melhores condições de trabalho, melhor qualidade dos recicláveis e do composto, além de redução no índice de rejeitos; logo, representa um impacto positivo no processo de triagem e compostagem.

Verifica-se a necessidade de ajustes e readequações tanto na infraestrutura, quanto na operação de algumas UTCs, pois a operacionalização das unidades segue comprometida por uma série de dificuldades e limitações gerenciais e operacionais. Por fim, deve-se salientar

que nenhuma UTC consegue ter eficiência num nível adequado sem que haja coleta seletiva – de boa qualidade – junto à população.

Isto significa que o processo nas UTC já começa errado, visto que elas teriam que compensar uma situação absolutamente complicada, dadas as más condições com que os resíduos sólidos a elas são encaminhados quando de sua geração, nos domicílios ou nos comércios. Em suma: a boa gestão se faz com o resultado combinado de diversos procedimentos, sendo virtualmente impossível que uma única etapa, isolada, deste processo, seja 100% eficiente.

Espera-se que a pesquisa realizada possibilite o redirecionamento de ações eficazes no que tange a questão relacionada ao tratamento de RSU através de unidades de triagem e compostagem. Recomenda-se que sejam realizadas pesquisas que possam se aprofundar nas experiências externas de gestão de resíduos sólidos urbanos, especialmente considerando a implantação e a consolidação da coleta seletiva nos municípios de Minas Gerais, contribuindo para o aprendizado sobre a tecnologia a partir destas experiências.

No concerne da operação das UTC, sugere-se o envolvimento e a capacitação da mão de obra técnica do município para operacionalização dos sistemas implantados, principalmente, no que se refere à realização do processo de compostagem, visando à operação adequada do sistema em relação aos aspectos técnico e legal, como também a realização de campanhas permanentes de capacitação da sociedade local para melhoria e aumento da participação social.

REFERÊNCIAS

ABREU, M. F. (Org.). *Coleta seletiva com inclusão social: em municípios, empresas, instituições, condomínios e escolas*. Belo Horizonte: CREA-MG, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2015*. São Paulo, 2015. Disponível em <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. *NBR 10004 - Resíduos sólidos: classificação*. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABRAMOVAY, R.; SPERANZA, J. S.; PETITGAND, C. *Lixo zero: gestão de resíduos sólidos para uma sociedade mais próspera*. São Paulo: Planeta Sustentável: Instituto Ethos, 77 p., 2013.

ACR-ASSOCIATION OF CITIES AND REGIONS FOR RECYCLING. *A gestão de resíduos domésticos biodegradáveis: Que perspectivas para as autoridades Europeias?* Bruxelles: ACR, 126 p., 2005.

ALI, M. The context. In: ALI, M.; HARPER, M; PERVEZ, A.; ROUSE, J.; DRESCHER, S.; ZURBRUGG, C. (Ed.) *Sustainable Composting: Case studies and guidelines for developing countries*. Water, Engineering and Development Centre, Loughborough University, UK, p. 5-11, 2004.

ALVES, F. M.; SANTOS, J. A.; SOUZA, J. A. de O.; SILVA, W. G. G.; PEREIRA, W. G. Um estudo realizado sobre qual o destino dos equipamentos eletrônicos, baterias, pilhas, celulares e computadores na cidade de Cacoal/RO. In: XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35., 2015, Fortaleza. *Anais XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*. Fortaleza: ABEPRO, 22 p., 2015.

ANDRADE, I. C. M. *Estudo sobre a percepção de gestores municipais quanto as unidades de triagem e compostagem em Minas Gerais*. 2010. 185 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

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. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

BARREIRA, L. P.; PHILIPPI JUNIOR, A.; RODRIGUES, M. S.. Usinas de compostagem do Estado de São Paulo: qualidade do composto e processos de produção. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*, n. 11, vol. 4, p. 385-393, 2006.

BARREIRA, L. P.; SILVA, F. C.; RODRIGUES, M. S.; FILHO MENDES, A. J.; GOMES, T. F.; GUEDES, R. E. Processos de compostagem e sistemas de triagem e compostagem de resíduo sólido urbano orgânico. In: SILVA, F. C. da; PIRES, A. M.; RODRIGUES, M.

S. *Gestão Pública de Resíduos Sólido Urbano: Compostagem e Interface Agro-Florestal*. Botucatu: FEPAF-Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, p. 53-68, 2009.

BARROS, R. T. V. *Elementos de Gestão de Resíduos Sólidos*. Belo Horizonte: Tessitura, 424 p., 2012.

BAUER, M.; AARTS, B. A construção do corpus: um princípio para a coleta de dados qualitativos. [In]: BAUER, M.; GASKELL, G. (org.). *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som*. Petrópolis: Vozes, 2002.

BLANCO, J. M. *Sustainability assessment of municipal compost use in horticulture using a life cycle approach*. 2012. 374 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência I Tecnologia Ambientais, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, 2012.

BRASIL. MINISTÉRIO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Instrução Normativa nº 27, 05 de junho de 2006. Dispõe sobre fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, Seção 1, Página 15, 9 jun. 2006.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA) Instrução Normativa nº 25, de 2009. Aprova as normas e as especificações dos fertilizantes orgânicos e biofertilizantes destinados à agricultura e revoga a Instrução Normativa SDA nº 23, de 31 de agosto de 2005. *Diário Oficial da União*, Brasília – DF, 28 jul. 2009.

BRASIL. Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto 2010 – Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS); altera a Lei nº 9.605 e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília – DF, 03 ago. 2010.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Plano Nacional de Resíduos Sólidos*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 106 p., 2012.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. *Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos - 2014*. Brasília: Ministério das Cidades, 154p., 2016.

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, p.421-430, out/dez. 2011.

BRUSCHI, D. M.. *Análise do Programa Minas sem Lixões: Análise do programa Minas sem lixões*. 2011. 357 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Sustentabilidade Socioeconômica e Ambiental, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

CAPRARA, P. T. *Utilização da Compostagem de resíduos sólidos urbanos no Brasil: Avaliação dos problemas ocorridos no passado e considerações para projetos futuros*. 2016. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Ciências Ambientais, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2016.

CÂNDIDO, C. V. L.; ARAÚJO, C. C. de; SILVA, D. D.; Silva, D. D.; BAIÃO, E. B.; SANTOS, F. L. C.. *Plano de Gerenciamento Integrado de Coleta Seletiva PGICS*. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente: Fundação Israel Pinheiro, 72 p., 2009.

CEMPRE – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. *CEMPRE Review*. São Paulo: CEMPRE, 35 p., 2015.

CESARO, A.; BELGIORNO, V.; GUIDA, M.. Compost from organic solid waste: Quality assessment and European regulations for its sustainable use. *Resources, Conservation And Recycling*, [s.l.], v. 94, p.72-79, jan. 2015.

COMISSÃO EUROPEIA. *Exemplos de compostagem e de recolhas selectivas bem sucedidas*. Direção Geral do Ambiente. Luxemburgo: Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades, 68 p., 2000.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE - CNS. Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas em seres humanos: resolução nº 446 de 12 de dezembro de 2012. Ministério da Saúde: CNS. *Diário Oficial da União*, Brasília – DF, 13 jul. 2013.

CORTEZ, C. L. *Estudo do potencial de utilização da biomassa resultante da poda de árvores urbanas para a geração de energia: Estudo de caso: AES Eletropaulo*. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 245 p., 2011.

CSARO - COMMUNITY SANITATION AND RECYCLING ORGANIZATION. *Annual Report 2010*. Phnom Penh, Cambodia, 2010.

D`ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA A. *Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado*. 2. ed. São Paulo: IPT; CEMPRE, 2000. (Publicação IPT, 2622).

EIGENHEER, E.; FERREIRA, J. A.; ADLER, R. *Reciclagem: mito e realidade*. Rio de Janeiro: In-Fólio, 72p., 2005.

EEA - EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. *Managing municipal solid waste: a review of achievements in 32 European countries*. Copenhagen: Luxembourg: Publications Office Of The European Union, 2013.

EUROSTAT – ENVIRONMENTAL DATA CENTRE ON WASTE. Municipal Waste Statistics. 2017. Disponível em: <http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Municipal_waste_statistics> Acesso em: 16 jan 2017.

EPA - United States Environmental Protection Agency. *Advancing Sustainable Materials Management: 2014 Fact Sheet*. Washington: Office Of Land And Emergency Management, 2016.

FARRELL, M.; JONES, D. L. Critical evaluation of municipal solid waste composting and potential compost markets. *Bioresource Technology*, [s.l.], v. 100, n. 19, p.4301- 4310, out. 2009.

FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. *Orientações básicas para a operação de usina de triagem e compostagem do lixo*. Belo Horizonte: FEAM. 52p., 2006.

FEAM, Fundação Estadual do Meio Ambiente. *Relatório de Avaliação da Operação das Usinas de Triagem e Compostagem no Estado de Minas Gerais*. Belo Horizonte: FEAM-DGER-GERUB, 33 p., 2014. Não publicado [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <mariana.lopes@meioambiente.mg.gov.br> em 16 set. 2016.

FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. *Panorama da Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos no Estado de Minas Gerais em 2014*. Belo Horizonte: FEAM-DGER-GERUB, 52 p., 2015.

FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. *Panorama da Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos no Estado de Minas Gerais em 2015*. Belo Horizonte: FEAM-DGER-GERUB, 73 p., 2016.

FEHR, M. A successful pilot project of decentralized household waste management in Brazil. *The Environmentalist*, v. 26, p. 21-29, 2006.

FERNANDES, F., HOSSAKA, A. L., SILVA, S. M. C. P. Avaliação do processo de triagem e do composto produzido com resíduos sólidos urbanos em uma cidade de porte médio. In: XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. *Anais...* Belo Horizonte: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007.

FLICK, U. *Introdução à Pesquisa Qualitativa*. Porto Alegre: Artmed, 405 p., 2011.

FIGUEIREDO, P. J. M. Resíduo Sólido, sociedade e ambiente. In: SILVA, F. C. da; PIRES, A. M.; RODRIGUES, M. S.; BARREIRA, L. *Gestão Pública de Resíduos Sólido Urbano: Compostagem e Interface Agro-Florestal*. Botucatu: FEPAF-fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, p. 11-23., 2009.

GAO - GOVERNMENT ACCOUNTABILITY OFFICE. *Recycling: Additional Efforts Could Increase Municipal Recycling*. Washington, Dc: U. S. Government Accountability Office, 2006.

HASAN, K. M. M; SARKAR G.; ALAMGIR, M.; BARI, Q.; HAEDRIC, G. Study on the quality and stability of compost through a Demo Compost Plant. *Waste Management*,[s.l.], v. 32, n. 11, p.2046-2055, nov. 2012.

IACONO, M. A. *Usinas de triagem e compostagem implantadas no Estado do Rio de Janeiro – Uma análise crítica*. 2007. 93f. Dissertação (FEN/UERJ, Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental – Área de concentração: Saneamento Ambiental – Controle da poluição Urbana). Universidade Estadual do Rio de Janeiro – UERJ, Rio de Janeiro, 2007).

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico. 2010. disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/cd/cd2010RgaAdAgsn.asp>> Acesso em 02 jun. 2016.

IPEA- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA Aplicada. *Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos*. Brasília: IPEA, 74 p., 2012.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: Desafios da sustentabilidade. *Estudos Avançados*, v. 25, n. 71, p. 135-158, 2011.

KARAGIANNIDIS, A., THEODOSELI, M., MALAMAKIS, A., BILITEWSKI, B., REICHENBACH, J., NGUYEN, T., GALANG, A. A., PARAYNO, P. Decentralized aerobic composting of urban solid waste: some lessons learned from Asian-EU cooperative research. *Glob. NEST Journal*, v 12, n. 4, p.343- 351, 2010.

- KOLLIKATHARA, N.; FENG, H.; STERN, E. A purview of waste management evolution: Special emphasis on USA. *Waste Management*, [s.l.], v. 29, n. 2, p.974-985, fev. 2009.
- LELIS, M. P. N.; PEREIRA NETO, J. T. Usinas de Reciclagem de Lixo”: Porque não Funcionam? In: Congresso Brasileiro de engenharia Sanitária e Ambiental, 21., 2001, João Pessoa. [Anais eletrônico...] João Pessoa: Abes, 2001.
- LIMA, F. P. A. (org.) *Prestação de Serviços de Coleta Seletiva por Empreendimentos de Catadores*: Instrumentos metodológicos para contratação. Belo Horizonte: INSEA, 107p., 2013.
- LOPES, R. L., LIMA, M. A. G. A. Estudo de caso: análise das unidades de compostagem implantadas em três estados do nordeste brasileiro. In: XXXI Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. *Anais*. Santiago: Associação Interamericana de Engenharia Sanitaria e Ambiental, 2008.
- MANZINI, E. J. *Entrevista: definição e classificação*. 6 ed. Marília: Unesp, 2004.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M.. *Metodologia científica*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- MARTÍNEZ, E. C. *Environmental impact analysis of full-scale of MSWM biological treatment plants: Focus on gaseous emissions*. 2009. 212 f. Tese (Doutorado) - Curso de Estudos Ambientais, Departamento de Engenharia Química, Universidade Autônoma de Barcelona, Bellaterra, 2009.
- MASSUKADO, L. M.. *Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares*. 2008. 204 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências da Engenharia Ambiental, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.
- MASSUKADO, L. M.. *Compostagem: nada se cria, nada se perde; tudo se transforma*. Brasília: Editora IFB, 86 p., 2016.
- MINAS GERAIS. *Lei nº 12.040/1995, de 28 de dezembro de 1995*. Dispõe sobre a distribuição da parcela de receita do produto da arrecadação do ICMS pertencente aos Municípios, de que trata o inciso II do parágrafo único do artigo 158 da Constituição Federal, e dá outras providências. Belo Horizonte: Governo do Estado de Minas Gerais, 1995.
- MINAS GERAIS. *Lei nº 13.803/2000, de 27 de dezembro de 2000*. Dispõe sobre a distribuição da parcela da receita do produto da arrecadação do ICMS pertencente aos municípios. Belo Horizonte: Governo do Estado de Minas Gerais, 2000.
- MINAYO, M. C. S. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. São Paulo: Hucitec, 2007.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Manual para Implantação de Compostagem e de Coleta Seletiva no Âmbito de Consórcios Públicos*. Brasília -DF: SRHU. 75 p., 2010.
- MORAES, M.; MUNIZ, A.. *Conama estuda critérios para compostagem*. 2016. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/index.php/comunicacao/agencia-informmma?view=blog&id=1547>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

MP-PR, MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO PARANÁ. *Unidades de Triagem e Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos*: Apostila para a gestão de municipal de resíduos sólidos urbanos. Curitiba: MP-PR, 67p., 2012.

OLIVEIRA, M. M. *Como fazer pesquisa qualitativa*. Petrópolis, Vozes, 2007

PEREIRA NETO, J. T., LELIS, M. de P. N. A contaminação biológica na compostagem. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21. . [*Anais eletrônico..*] João Pessoa: Abes, 2001.

PESSIN, N., FERNANDES, F., PANAROTTO, C. T., FONOTTI, A. R., SCHNEIDER, V. E., SILVA, S. M. C. P., HOSSAKA, A. L., TELH, M. Métodos de transformação e aproveitamento da fração orgânica: minimização da quantidade de resíduos dispostos em aterros. In: CASTILHOS JUNIOR, A. B. (Org.). *Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos com ênfase na proteção de corpos d'água*: prevenção, geração e tratamento de lixiviados de aterros sanitários. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 494p., 2006.

PINTO, T. P., GONZÁLEZ, J. L. P. (Orgs.). *Elementos para a organização da coleta seletiva e projeto dos galpões de triagem*. Brasília: Ministério das Cidades e Ministério do Meio Ambiente, 57p., 2008.

PIRES, A. M. M.; ANDRÉ, E. M.; COSCIONE, A. R. Regulamentação do uso agrícola de composto resíduo sólido urbano orgânico. In: SILVA, F. C. da; PIRES, A. M.; RODRIGUES, M. S. *Gestão Pública de Resíduos Sólido Urbano*: Compostagem e Interface Agro-Florestal. Botucatu: FEPAF-Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, p. 53-68, 2009.

PRADO FILHO, J. F.; SOBREIRA, F. G. Desempenho operacional e ambiental de unidades de reciclagem e disposição final de resíduos sólidos domésticos financiadas pelo ICMS Ecológico de Minas Gerais. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, [s.l.], v. 12, n. 1, p.52-61, mar. 2007.

SAVEYN, H.; EDER, P. *End-of-waste criteria for biodegradable waste subjected to biological treatment (compost & digestate)*: Technical proposals. Luxembourg: Publications Office Of The European Union. 312p., 2014.. Disponível em: <<http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC87124.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2016.

SÁ-SILVA, J. R.; ALMEIDA, C. D. de; GUINDANI, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. *Revista Brasileira de História & Ciências Sociais*, v. 1, n. 1, p.1-15, jul. 2009.

SCHULMAN, A. Food Waste Composting in Seattle: The Political Perspective. In: BROWN, S.; MCIVOR, K.; SNYDER, E. H. *Sowing Seeds in the City*: Ecosystem and Municipal Services. New York - London: Springer Science, p. 125-130., 2016.

SENG, B.; HIRAYAMA, K.; KATAYAMA-HIRAYAMA, K.; OCHIAI, S.; KANEKO. H. Scenario analysis of the benefit of municipal organic-waste composting over landfill, Cambodia. *Journal Of Environmental Management*, [s.l.], v. 114, p.216-224, jan. 2013.

SILVA, C. A. Uso de resíduos orgânicos na agricultura. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Org.) *Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais*. 2 ed. Porto Alegre: Metrópole, p. 597-624, 2008.

SILVA, D. F; BARROS, R. T. V.. Nova Avaliação da Situação de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Domiciliares de Minas Gerais. In: XXX Congresso Interamericano de Engenharia Sanitaria e Ambiental. *Anais...* Punta Del Este (Uruguai): Associação Interamericana de Engenharia Sanitaria e Ambiental, 2006.

SILVA, F. V. B., LAIGNIER, I. T. R., BORGIO, F. S., REZENDE, P. S. B., NEVES, C. A. Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no estado do Espírito Santo. In: XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. *Anais...* Belo Horizonte: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007.

SILVA, F. C.; MENDES, D. G.; BARREIRA, L. P. Procedimentos para o aproveitamento de resíduo sólido urbano orgânico em municípios. In: SILVA, F. C. da; PIRES, A. M.; RODRIGUES, M. S.; BARREIRA, L. *Gestão Pública de Resíduos Sólido Urbano: Compostagem e Interface Agro-Florestal*. Botucatu: FEPAF-Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, p. 69-91. 2009.

SILVA, L. M. S. *Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos em Locais Contemplados com Coleta seletiva: Influência da triagem e da frequência de revolvimento*. 2009. 126 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Edificações e Saneamento, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

SIQUEIRA, T. M. O. *Compostagem de Resíduos sólidos Urbanos no Estado de São Paulo*. 2015. 153 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agroecologia e Desenvolvimento Rural, Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2014.

SIQUEIRA, T. M. O.; ASSAD, M. L. R. C. L. Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos no Estado de São Paulo (Brasil). *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. , n. 4, p.243-264, out/dez, 2015.

SLATER, R. A; FREDERICKSON, J. Composting municipal waste in the UK: some lessons from Europe. *Resources, Conservation And Recycling*, [s.l.], v. 32, n. 3-4, p.359-374, jul. 2001.

SULLIVAN, D. Zero Waste On San Francisco's Horizon. *Biocycle*, v. 52, n. 7, p.28-32, jul. 2011.

TRINDADE, A. F. S.. *A Política Estadual de Meio Ambiente e os Resíduos Sólidos Urbanos: Uma abordagem qualitativa em seis diferentes experiências em Minas Gerais*. 2012. 186 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

VIMIEIRO, G. V.; PEREIRA, L. Z.; LANGE, L. C. Trabalho e Qualidade de Vida em Usinas de Triagem e Compostagem de Resíduos Urbanos. *Faces R. Adm*, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p.94-105, abr. 2009.

VIMIEIRO, G. V. *Usinas de Triagem e Compostagem: Valoração de Resíduos e de Pessoas – Um Estudo sobre a Operação e os Funcionários de Unidades de Minas Gerais*. 2012. 367 f. Tese (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

VIMIEIRO, G. V.; LANGE, L.C. Proposal for an operational performance indicator to evaluate sorting and composting plants for municipal solid waste. *International Journal Of Environment And Waste Management*, [s.l.], v. 15, n. 2, p.114-129, 2015.

WEI, Y.S., FAN, Y.B., WANG, M., WANG, J.S. Composting and compost application in China. *Resources, Conservation and Recycling*, [s.l.], v. 30, n. 4, p.277-300, nov. 2000.

ZURBRÜGG, C.; DRESCHER, S.; PATEL, A.; SHARATCHANDRA, H. C. Decentralised composting of urban waste – an overview of community and private initiatives in Indian cities. *Waste Management*, [s.l.], v. 24, n. 7, p.655-662, jan. 2004.

ZURBRÜGG, C.; DRESCHER, S., RYTZ, I.; SINHA, A. H. MD.; ENAYETULLAH, I. Decentralised composting in Bangladesh, a win-win situation for all stakeholders. *Resources, Conservation And Recycling*, [s.l.], v. 43, n. 3, p.281-292, fev. 2005.

UFPE - UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO. *Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão*. Jaboatão dos Guararapes, PE: Grupo de Resíduos Sólidos – UFPE/BNDES FEP Nº 02/2010, 187p, 2014.

APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA COM OS RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

 UFMG	UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS ESCOLA DE ENGENHARIA <i>Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos</i>	
Pesquisa: Avaliação do desempenho de Unidades de Triagem e Compostagem de Minas Gerais Pesquisador (a): Jessyca Ingles Nepomuceno dos Santos Orientador (a) (s): Raphael Tobias de Vasconcelos Barros Lisete Celina Lange		
ROTEIRO PARA ENTREVISTA COM OS RESPONSÁVEIS TÉCNICOS DAS UTCs		

Unidade de Triagem e Compostagem do Município:

Ano de implantação:

Nome do respondente:

Formação profissional:

Cargo/Função:

Tempo no cargo:

Caracterização da unidade de estudo

1. Qual a mão de obra envolvida e número de responsáveis por operar a unidade?
2. Quantidade de resíduos destinados à UTC (t/mês e/ou dia)?
3. Quantidade de material reciclável segregado (t/mês e/ou dia)?
4. Quantidade de composto produzido (t/mês e/ou dia)?
5. Qual a destinação do composto produzido? Qual a destinação dos materiais recicláveis?
6. Treinamento do corpo técnico (Existente ou não? Que tipo? Que Frequência?).

Condições de operação e funcionamento da unidade

7. Como se deu o processo de implantação da Unidade de triagem e compostagem no município (aspectos facilitadores e dificultadores para implantação)? Que fatores e/ou atores foram importantes nesse processo?
8. Como tem sido o funcionamento da UTC desde a sua implantação? (se já teve alguma paralização da operação, neste item citar principais eventos que marcam a operação da unidade).
9. Que tipo de dificuldades e/ou facilidades são/foram encontrada na UTC? (durante todo período de operação) (considerando questões econômicas, técnicas e políticas).
10. Quais foram às estratégias desenvolvidas para superação das dificuldades (citadas anteriormente). Quem implementou? Quais os resultados?
11. O que a prefeitura tem feito para garantir a funcionalidade da unidade? Tem dado certo?
12. Com base na sua experiência, como você descreveria o funcionamento desta unidade em relação aos seguintes aspectos:
 - A qualidade dos materiais recicláveis
 - À qualidade do composto produzido

- *Ao percentual de rejeito e a destinação do rejeito*
- *Aos equipamentos e estrutura existentes*

13. Você mudaria alguma coisa na UTC para melhorar o desempenho, o ambiente e também as condições dos trabalhadores?
14. Conseguiria descrever vantagens e desvantagens de se utilizar unidade de triagem e compostagem no gerenciamento de resíduos?

Fiscalização e ICMS (atuação do Estado)

15. Você poderia me descrever como o Estado tem fiscalizado o município, no que diz respeito à unidade de triagem e compostagem?
16. Em que frequência estas fiscalizações ocorreram? Tiveram mais caráter punitivo ou orientativo?
17. Quais as principais recomendações foram realizadas ao Município nessas fiscalizações? E estas foram atendidas?
18. Que papel você atribuiria a fiscalização no contexto da operação da UTC neste município.
19. O município está recebendo ICMS? Qual valor? Você saberia dizer como este recurso tem sido utilizado? Você concorda com a forma de aplicação? Em sua opinião, como esse recurso deveria ser utilizado?
20. Em sua opinião, este incentivo contribuiu de alguma forma para situação atual do gerenciamento de resíduos no município? E contribuiu de alguma forma pra manutenção da unidade de triagem e compostagem?

APÊNDICE B – ROTEIRO DE ENTREVISTA COM ANALISTAS AMBIENTAIS

 UFMG	UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS ESCOLA DE ENGENHARIA <i>Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos</i>	
Pesquisa: Avaliação do desempenho de Unidades de Triagem e Compostagem de Minas Gerais Pesquisador (a): Jessyca Ingles Nepomuceno dos Santos Orientador (a) (s): Raphael Tobias de Vasconcelos Barros Liséte Celina Lange		
ROTEIRO PARA ENTREVISTA COM OS AGENTES DO ÓRGÃO AMBIENTAL		

Nome do respondente:

Formação profissional:

Cargo/Função:

Tempo no cargo:

1. Como você vê as UTC dentro da gestão de RS? Qual é a sua opinião em relação às Unidades de Triagem e Compostagem? É uma alternativa para gestão de resíduos sólidos?
2. No que se refere às Unidades de Triagem e Compostagem, que ações são necessárias para a viabilização do ICMS ecológico? Em que situações o ICMS esse suspenso?
3. Sobre o ICMS, em sua opinião, como este Programa contribuiu para a situação atual da GRSU no Estado? Como?
4. Quais ações já foram promovidas pela FEAM destinadas ao melhoramento do desempenho das UTC?
5. O Estado já promoveu alguma capacitação/treinamento aos municípios com relação às UTC? (Em caso positivo: Discorra sobre as ações desenvolvidas e os resultados alcançados).
6. Com base na sua experiência, como você descreveria o funcionamento desta unidade em relação aos seguintes aspectos:
 - *A qualidade dos materiais recicláveis*
 - *À qualidade do composto produzido*
 - *Ao percentual de rejeito e a destinação do rejeito*
 - *Aos equipamentos e estrutura existentes*
7. Que papel você atribuiria a fiscalização no contexto da operação de Unidades de Triagem e Compostagem nos municípios? Esse papel tem sido satisfeito?
8. Quais principais dificuldades e entraves observados que são comuns aos municípios que utilizam UTC como forma de destinação de RSU? Como foram superadas?
9. Em meio a essas fiscalizações que situações chamaram mais atenção (positivamente/negativamente)?
10. Você mudaria alguma coisa nesse formato de unidade que existe predominantemente em Minas Gerais? Explique. Quais as necessidades de avanços dessa tecnologia?
11. Que fatores você considera importante para projetos futuros de unidades de triagem e de compostagem?

APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

TCLE - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) Senhor (a),

Este Termo de consentimento pode conter informações que você não entenda. Peça ao pesquisador que explique as palavras ou informações não compreendidas completamente.

O(A) Sr.(a) está sendo convidado (a) para participar desta pesquisa, que tem como objetivo avaliar a situação das unidades de triagem e compostagem licenciadas no Estado de Minas Gerais e identificar as dificuldades no desenvolvimento das atividades de triagem e compostagem.

Para participar deste estudo, solicito a sua especial colaboração em responder as perguntas propostas no roteiro de entrevista. Consideramos que a entrevista não representa riscos representativos à saúde dos participantes, no entanto, em alguns casos pode criar situações de constrangimento dependendo do questionamento realizado. Contudo deve-se ressaltar que a presente pesquisa visa abordar apenas questões referentes ao assunto apresentado. Assim, não haverá questionamentos sobre assuntos pessoais, que possam comprometer o entrevistado. Caso queira participar, saiba que seu nome não será revelado em hipótese alguma, os resultados serão apresentados como retrato de um grupo e não de uma pessoa. Dessa forma, o (a) Sr. (a) não será em momento algum identificado (a) quando o material de seu registro for utilizado, seja para propósitos de publicação científica ou educativa.

O método utilizado na pesquisa é uma entrevista semiestruturada, ou seja, você responderá a um roteiro de perguntas sobre o desenvolvimento das atividades de triagem e compostagem de resíduos sólidos. Não existem respostas certas ou erradas, você só precisa responder o que pensa e terá liberdade para deixar de responder a questões que não deseje, evitando assim possíveis riscos de desconforto ao responder alguma questão levantada em entrevista.

Caso você permita, iremos gravar a entrevista e fazer anotações. O roteiro, a gravação e as anotações ficarão guardados com a pesquisadora por um prazo de cinco anos, se necessário, após este período serão destruídos. Sua participação neste estudo é muito importante e é voluntária. O (A) Sr. (a) tem o direito de não querer participar ou de sair deste estudo a qualquer momento, sem penalidades ou perda de qualquer benefício ou cuidados a que tenha direito na Universidade Federal de Minas Gerais. Você não terá gasto com a participação na pesquisa e também não receberá nenhum pagamento por isso.

INFORMAÇÕES

Este estudo foi apresentado ao Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da Universidade Federal de Minas Gerais, que deverá ser consultado somente quando houver dúvidas relacionadas às questões éticas pelo telefone (31) 3409-4592, por e-mail: coep@prpq.ufmg.br ou no seguinte endereço: Av. Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II – 2º andar – sala 2005 Campus Pampulha. CEP 31270-901. Belo Horizonte, MG.

Os pesquisadores responsáveis poderão fornecer qualquer esclarecimento sobre essa pesquisa, assim como tirar dúvidas, bastando contato no seguinte endereço e/ou telefone:

Nome do pesquisador: Jessyca Ingles Nepomuceno dos Santos

E-mail: inglis@ufmg.br

Nome do pesquisador: Raphael Tobias de Vasconcelos Barros

Telefone: (31) 3409-1879

E-mail: raphael@desa.ufmg.br

Endereço: Av. Antônio Carlos, 6627 – Escola de engenharia – UFMG, Campus Pampulha - Sala 4624. CEP 31270-901. Belo Horizonte, MG.

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO

Li ou alguém leu para mim as informações contidas neste documento antes de assinar este termo de consentimento. Declaro que entendi tudo o que foi explicado e que recebi respostas para todas as minhas dúvidas.

Confirmo também, que recebi uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Sei que sou livre para me retirar do estudo quando quiser.

Dou o meu consentimento de livre e espontânea vontade para participar deste estudo.

Data:/...../.....

Nome do participante (em letra de forma)

Assinatura do participante

Assinatura do entrevistador

ANEXO A – APROVAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP

Projeto: CAAE 59011216.8.0000.5149

Interessado(a): Prof. Raphael Tobias de Vasconcelos Barros
Departamento de Engenharia Sanitária
Escola de Engenharia-UFMG

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 28 de setembro de 2016, o projeto de pesquisa intitulado "Avaliação do desempenho de Unidades de Triagem e Compostagem de Minas Gerais" bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto através da Plataforma Brasil.

Profa. Dra. Vivian Resende
Coordenadora do COEP-UFMG

ANEXO B – Relatório de Fiscalização (Auto de Fiscalização)

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE – SISEMA Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH										
		1. AUTO DE FISCALIZAÇÃO: Nº <u>59204</u> /20 <u> </u>			Folha 1/3					
2. AGENDAS: 01 <input type="checkbox"/> FEAM 02 <input type="checkbox"/> IEF 03 <input type="checkbox"/> IGAM Hora: : Dia: Mês: Ano:										
3. Motivação: <input type="checkbox"/> Denúncia <input type="checkbox"/> Ministério Público <input type="checkbox"/> Poder Judiciário <input type="checkbox"/> Operações Especiais do CGFAI <input type="checkbox"/> SUPRAM <input type="checkbox"/> COPAM/CRH <input type="checkbox"/> Rotina										
4. Finalidade	FEAM: <input type="checkbox"/> Condicionantes <input type="checkbox"/> Licenciamento <input type="checkbox"/> AAF <input type="checkbox"/> Emergência Ambiental <input type="checkbox"/> Acompanhamento de projeto <input type="checkbox"/> Outros									
	IEF: <input type="checkbox"/> Fauna <input type="checkbox"/> Pesca <input type="checkbox"/> DAIA <input type="checkbox"/> Reserva Legal <input type="checkbox"/> DCC <input type="checkbox"/> APP <input type="checkbox"/> Danos em áreas protegidas <input type="checkbox"/> Outros									
	IGAM: <input type="checkbox"/> Outorga <input type="checkbox"/> Outros									
5. Identificação	01. Atividade		02. Código		03. Classe		04. Porte			
	05. Processo nº.			06. Órgão:			07. <input type="checkbox"/> Não possui processo			
	08. <input type="checkbox"/> Nome do Fiscalizado				09. <input type="checkbox"/> CPF		10. <input type="checkbox"/> CNPJ			
	11. RG.			12. CNH-UF			13. <input type="checkbox"/> RGP <input type="checkbox"/> Tit. Eleitoral			
	14. Placa do veículo - UF			15. RENAVAM			16. Nº e tipo do documento ambiental			
	17. Nome Fantasia (Pessoa Jurídica)						18. Inscrição Estadual - UF			
	19. Endereço do Fiscalizado - Correspondência: Rua, Avenida, Rodovia						20. Nº. / KM		21. Complemento	
	22. Bairro/Logradouro				22. Município				24. UF	
	25. CEP		26. Cx Postal		27. Fone: () - -		28. E-mail			
	6. Local da Fiscalização	01. Endereço: Rua, Avenida, Rodovia, Fazenda, etc.								
02. Nº. / KM		03. Complemento			04. Bairro/Logradouro/Distrito/Localidade					
05. Município				06. CEP		07. Fone () - -				
08. Referência do local										
Geográficas		DATUM		Latitude			Longitude			
		<input type="checkbox"/> SAD 69		Grau	Minuto	Segundo	Grau	Minuto	Segundo	
Planas UTM		FUSO								
22		23 24		X= (6 dígitos)			Y= (7 dígitos)			
10. Croqui de acesso										
01. Assinatura do Agente Fiscalizador					02. Assinatura do Fiscalizado					

CONTINUAÇÃO DO AUTO DE FISCALIZAÇÃO: Nº

120 14

Folha 11

Para fins de avaliação das UTC's - Unidades de Triagem e compatagem do Estado de Minas Gerais, avaliações dos programas de coleta seletiva dos municípios bem como a fiscalização do uso de equipamentos cedidos pelo governo do estado entre os anos de 2009 e 2010, foi realizada visita à UTC do município de

Na oportunidade, foram feitas fotografias da unidade, para elaboração de relatório fotográfico que passará a fazer parte de nossos arquivos. Os Quadros 1 e 2 em anexo apresentam as principais observações e/ou informações relativas à referida visita. Além das constatações contidas nos Quadros 1 e 2 citados, foi constatado e/ou informado que:

A forma de recepção dos RSU na UTC dificulta o trabalho, na medida em que são descarregados em nível inferior à bandeja de triagem. Segundo informado, existe um projeto de alterar o layout da UTC, construindo uma nova área de triagem, com recepção localizada em cota superior à bandeja de separação.

O pátio de compatagem não operava adequadamente. As leiras não possuíam tamanho adequado, não havia controle de temperatura e umidade. Apenas o reviramento era executado, mas não se executava a fase da maturação. Existe necessidade de fixar um operador no pátio, mesmo que haja rodízio na atividade, de forma que este operador registre frequentemente os parâmetros de controle necessários.

Segundo informado, as valas de resíduo, são recobertas diariamente; entretanto, no momento da visita, havia grande quantidade de resíduos antigos expostos, sem recobrimento. Foi explicado que a vala havia sido utilizada no período chuvoso e ainda não havia sido possível fazer o recobrimento, porque o acúmulo de lixo desse período, não possibilita a entrada da máquina.

Os REEE - Resíduos de Equipamentos Eletro-Eletrônicos estão sendo manuseados incorretamente, com a sua destruição para retirada de componentes. Foi informado ao encarregado da UTC, que acompanhou a visita, que os REEE, são

B. Relatório Sucinto

9. Assinaturas	01. Servidor (Nome legível)	MA SP	Assinatura
	Orgão SEMAD FEAM IEF IGAM		
	02. Servidor (Nome legível)	MA SP	Assinatura
	Orgão SEMAD FEAM IEF IGAM		
	03. Servidor (Nome legível)	MA SP	Assinatura
	Orgão SEMAD FEAM IEF IGAM		
	Recebi a 1ª via deste Auto de Fiscalização		
	04. Fiscalizado / Representante	Fiscalizado (Nome legível)	Função / Assinatura com o Imprescindível

ANEXO C – CHECK LIST DE PARÂMETROS UTILIZADO PELA FEAM

Quadro 1 - Check List UTC - Anexo ao Auto de Fiscalização/Relatório de Vistoria FEAM Nº _____/2014			Obs.
Município: _____			
Data: _____			
Itens	Subitens	Respostas	
Manutenção Geral da Unidade	Condições de acesso	Adequada (<input checked="" type="checkbox"/>) Inadequada () Regular ()	
Manutenção Geral da Unidade	Possui placa de identificação/alerta	Sim (<input checked="" type="checkbox"/>) Não ()	
Manutenção Geral da Unidade	Isolamento da área	Adequada (<input checked="" type="checkbox"/>) Inadequada () Parcial ()	
Manutenção Geral da Unidade	Município realiza coleta seletiva	Sim (<input checked="" type="checkbox"/>) Não () Em implantação ()	
Manutenção Geral da Unidade	Presença de animais na área da usina	Sim () Não (<input checked="" type="checkbox"/>)	
Manutenção Geral da Unidade	Limpeza/Higienização da unidade de apoio	Adequado (<input checked="" type="checkbox"/>) Inadequado () Regular ()	
Manutenção Geral da Unidade	Manutenção da Estrutura Física	Adequado (<input checked="" type="checkbox"/>) Inadequado () Regular ()	
Manutenção Geral da Unidade	Há sistema de Comunicação	Sim (<input checked="" type="checkbox"/>) Não ()	
Manutenção Geral da Unidade	Extintores	Carregados (<input checked="" type="checkbox"/>) Não possui () Vazios ()	
Manutenção Geral da Unidade	Última visita do Responsável técnico	> 15 dias (<input checked="" type="checkbox"/>) 10 dias () 15 dias () 5 dias () Período Integral () Não possui ()	
Manutenção Geral da Unidade	Croqui das valas disponível na usina	Sim (<input checked="" type="checkbox"/>) Não ()	
Manutenção/Paisagismo	Manutenção da área verde	Adequado (<input checked="" type="checkbox"/>) Inadequado () Regular ()	
Manutenção/Paisagismo	Revegetação dos taludes	Revegetado () Não Revegetado (<input checked="" type="checkbox"/>)	
Manutenção/Paisagismo	Cerca viva de isolamento da área	Implantada (<input checked="" type="checkbox"/>) Parcial () Inexistente ()	
Recepção/Triagem	Condição do piso da área de descarga	Adequado (<input checked="" type="checkbox"/>) Inadequado () Regular ()	
Recepção/Triagem	Condição da cobertura da área de descarga	Adequado (<input checked="" type="checkbox"/>) Inadequado () Regular ()	
Recepção/Triagem	Armazenamento dos resíduos não triados	Adequado (<input checked="" type="checkbox"/>) Inadequado () Regular ()	
Recepção/Triagem	Recipientes de acumulação	Adequado (<input checked="" type="checkbox"/>) Inadequado ()	
Recepção/Triagem	Eficiência da triagem dos recicláveis	Bom (<input checked="" type="checkbox"/>) Ruim ()	
Recepção/Triagem	Eficiência da triagem da matéria orgânica	Bom (<input checked="" type="checkbox"/>) Ruim ()	
Recepção/Triagem	Presença de grande quantidade de moscas	Sim () Não (<input checked="" type="checkbox"/>)	
Recepção/Triagem	Condições do sistema de drenagem	Inexistente () Limpo (<input checked="" type="checkbox"/>) Limpo e danificado () Obstruído () Obstruído e danificado ()	
Pátio/Compostagem	Pátio de compostagem	Operante (<input checked="" type="checkbox"/>) Inoperante ()	
Pátio/Compostagem	Identificação das leiras	Adequadas (<input checked="" type="checkbox"/>) Inadequadas () Regular ()	
Pátio/Compostagem	Tamanho da leira/ pilha adequado?	Sim (<input checked="" type="checkbox"/>) Não ()	
Pátio/Compostagem	Informar as dimensões médias de uma leira/pilha		
Pátio/Compostagem	Tempo para formação de uma leira	20 dias	
Pátio/Compostagem	Realiza pesagem das leiras	Sim (<input checked="" type="checkbox"/>) Não ()	
Pátio/Compostagem	Presença de chorume	Sim () Não (<input checked="" type="checkbox"/>)	
Pátio/Compostagem	Presença de larvas	Sim () Não (<input checked="" type="checkbox"/>)	
Pátio/Compostagem	Presença de inertes	Não () Pequena Quantidade (<input checked="" type="checkbox"/>) Grande Quantidade ()	
Pátio/Compostagem	Realiza medição de temperatura	Sim () Não (<input checked="" type="checkbox"/>)	
Pátio/Compostagem	Medição da temperatura leira/pilha com () dias de formação		
Pátio/Compostagem	Medição da temperatura leira/pilha com () dias de formação		
Pátio/Compostagem	Medição da temperatura leira/pilha com () dias de formação		

(continuação)

Itens	Subitens	Respostas	Obs.
Pátio de Compostagem	Medição da temperatura leira/pilha com () dias de formação		—
	Maturação/Aspecto do composto	Adequado () Inadequado () Regular () Não Possui ()	—
	Armazenamento do Composto	Adequado () Inadequado () Regular () Não Armazena ()	—
	Trinças no pátio	Sim () Não (x)	
	Canaletas de drenagem	Inexistente () Limpas (x) Limpas/Danificadas () Obstruídas () Obstruídas/Danificadas ()	
Acondicionamento dos materiais	Estrutura de armazenamento dos recicláveis não prensados	Adequado (x) Inadequado () Regular ()	
	Identificação das estruturas de armazenamento dos recicláveis não prensados	Sim (x) Não ()	
	Estrutura de armazenamento dos recicláveis prensados	Adequado (x) Inadequado () Regular ()	
	Identificação das estruturas de armazenamento dos recicláveis prensados	Sim (x) Não ()	
	Armazenamento dos pneumáticos	Estrutura Coberta (x) Cobertura com lona () Co disposto () Céu Aberto () Não Recebe ()	
	Armazenamento de pilhas e baterias	Adequado (x) Inadequado () Não Recebe () Co-disposto ()	
	Armazenamento de lâmpadas fluorescentes	Adequado (x) Inadequado () Não Recebe () Co-disposto ()	
	Sucata exposta à intempéries	Sim () Não (x)	
Valas de Rejeitos	Recobrimento	Adequado () Inadequado (x) Regular () Frequência: _____	Grande quantidade de RSU expostos no Aterro Sanitário (insuficiente)
	Presença de Urubus	Sim () Não (x)	
	Vestígio de queima	Sim () Não (x)	
	Rejeito disposto fora da vala	Sim () Não (x)	
	Revegetação das valas encerradas	Sim () Não (x) Não possui Valas encerradas () Parcial ()	
	Identificação das valas encerradas	Sim () Não (x) Não possui Valas encerradas ()	
Resíduos de Saúde	Sistema de drenagem pluvial	Adequadas () Inadequadas (x) Regular ()	Não possui
	Disposição dos RSS	Co-dispostos () Fosso com anéis de concreto () Não recebe (x) Queimados () Valas separadas não impermeabilizadas () Valas separadas impermeabilizadas ()	
	Local de disposição identificado	Sim () Não ()	
	Isolamento da área de disposição	Adequado () Inadequado () Regular () Não Possui ()	
Sistema de tratamento de efluentes	Tratamento de efluentes operacional	Sim () Não (x)	Lagoa facultativa e fossa séptica sumidouço
	Entupimento/Vazamento	Sim () Não (x)	
	Manutenção do acesso	Adequada (x) Inadequada () Razoável ()	
	Estrutura física do sistema	Adequado (x) Inadequado () Regular ()	
Equipamentos	Balança	Tem e operacional () Tem e não operacional (x) Não tem ()	
	Termômetro	Tem e operacional () Tem e não operacional (x) Não tem ()	
	Prensa	Tem e operacional () Tem e não operacional (x) Não tem ()	
	Empilhadeira	Tem e operacional () Tem e não operacional () Não tem (x)	
	Peneira	Tem e operacional () Tem e não operacional (x) Não tem ()	