



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

ANÁLISE DA USINA DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM COMO ALTERNATIVA DE
DESTINAÇÃO FINAL ADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA
MUNICÍPIOS DE MÉDIO PORTE: ESTUDO DE CASO EM UM MUNICÍPIO DE
MINAS GERAIS

GABRIELA DE MORAIS CÔRTEZ

BELO HORIZONTE
2017

GABRIELA DE MORAIS CÔRTEZ

ANÁLISE DA USINA DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM COMO ALTERNATIVA DE
DESTINAÇÃO FINAL ADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA
MUNICÍPIOS DE MÉDIO PORTE: ESTUDO DE CASO EM UM MUNICÍPIO DE
MINAS GERAIS

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

Orientador(a): Prof^a. Dr^a. Gisele Vidal Vimieiro

BELO HORIZONTE

2017

CÔRTEZ, Gabriela de Moraes.

S ---

Análise da Usina de Triagem e Compostagem como alternativa de destinação final adequada de resíduos sólidos urbanos para municípios de médio porte: estudo de caso em um município de Minas Gerais / Gabriela de Moraes

Côrtes, – Registro: 2017.

105f; --cm

Orientadora: Prof. Dr^a. Gisele Vidal Vimieiro

Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Ambiental e Sanitária)
– Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2017

1. Usina de Triagem e Compostagem. 2. Reciclagem 3. Compostagem I. Côrtes, Gabriela de Moraes. II. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. III. Análise da Usina de Triagem e Compostagem como alternativa de destinação final adequada de resíduos sólidos urbanos para municípios de médio porte: estudo de caso em um município de Minas Gerais.

CDD -----

GABRIELA DE MORAIS CÔRTEZ

ANÁLISE DA USINA DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM COMO ALTERNATIVA DE
DESTINAÇÃO FINAL ADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA
MUNICÍPIOS DE MÉDIO PORTE: ESTUDO DE CASO EM UM MUNICÍPIO DE
MINAS GERAIS

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

Data de aprovação: ___/ ___/ ___

Banca Examinadora:

Gisele Vidal Vimieiro – Presidente da Banca Examinadora
Prof^a. Dr^a. - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Fabiana Lúcia Costa Santos
MSc- Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais

André Luiz Marques Rocha
Prof. MSc - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

AGRADECIMENTOS

Primordialmente, agradeço a minha orientadora, Prof. Dra. Gisele Vidal por toda paciência e dedicação ao longo deste ano e também pela oportunidade e a confiança depositada para a realização deste trabalho.

Agradeço aos meus pais e à minha irmã, pelo amor incondicional que me incentivou a sempre buscar fazer o meu melhor, por mais difícil que fosse.

Aos meus amigos que estiveram comigo nessa jornada, agradeço por me apoiarem e motivarem a não desistir do meu sonho.

Aos meus professores, colegas de trabalhos e todos os outros que estiveram comigo nesse caminho, agradeço por fazerem parte do meu crescimento profissional e pessoal.

RESUMO

CÔRTEZ, Gabriela de Moraes, *Análise da Usina de Triagem e Compostagem como alternativa de destinação final adequada de resíduos sólidos urbanos para municípios de médio porte: estudo de caso em um município de Minas Gerais*. 2017. 105f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

No Brasil, no ano de 2014, dos 72,5 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) coletados, 30 milhões foram destinados de forma inadequada, levados para lixões, gerando impactos ambientais negativos. Nesse contexto, os municípios têm buscado alternativas adequadas para o tratamento e disposição final dos RSU gerados, dentre as quais podem ser citadas as Usinas de Triagem e Compostagem (UTC) que vêm sendo utilizadas principalmente por municípios de pequeno porte. Assim, esta pesquisa teve como objeto de estudo a UTC de um município de Minas Gerais, objetivando-se avaliar sua eficácia como uma alternativa adequada de destinação final dos RSU, especialmente pela sua peculiaridade de atender a um município de médio porte, desde a sua implantação. Os primeiros passos do estudo da UTC foram avaliar a quantidade e qualidade de materiais recicláveis e de composto orgânico, avaliar a percepção dos trabalhadores com relação às questões ambientais e às condições de trabalho, aplicar o Índice de Qualidade da Unidade de Compostagem (IQC) e o Indicador de Desempenho Operacional de UTC (IDUTC). Em seguida, foram propostas melhorias para a UTC estudada e, por fim, analisada a viabilidade da instalação de usina em municípios de médio porte, a partir do presente estudo de caso. Verificou-se que, apesar de todas as adversidades encontradas na UTC estudada, principalmente pela ausência de coleta seletiva no município, ela pode ser considerada viável pelos benefícios ambientais e sociais gerados como a diminuição dos rejeitos levados ao Aterro Sanitário e geração de trabalhos diretos e indiretos na região.

Palavras-chave: Usina de Triagem e Compostagem. Resíduos Sólidos Urbanos. Reciclagem. Compostagem.

ABSTRACT

CÔRTEZ, Gabriela de Moraes, Analysis of the Sorting and Composting Plant as a final purpose alternative of municipal solid waste for medium size municipalities: a case study in a municipality of Minas Gerais. 2017. 105p. Monography (Undergraduate in Environmental and Sanitary Engineering) - Department of Environmental Science and Technology, Federal Center of Technological Education of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

In Brazil, in 2014, of the 72.5 million tons of Urban Solid Waste (RSU, in Portuguese) collected, 30 million were improperly destined, taken to unapt locations, generating negative environmental impacts. In this context, the municipalities have sought adequate alternatives for the treatment and final disposal of the generated RSU, among which we can mention the Plants of Sorting and Composting (UTC, in Portuguese) that are being used mainly by small municipalities. Thus, this research had the purpose of studying the UTC of a municipality of Minas Gerais, aiming to evaluate its efficiency as an adequate alternative of final destination of the RSU, especially for its peculiarity of serving a medium-sized municipality, since its implantation. The first steps of the UTC study were to evaluate the quantity and quality of recyclable materials and organic compost, to evaluate workers' perceptions regarding environmental issues and working conditions, to apply the Quality Score of the Composting Unit (IQC, in Portuguese) and the UTC Operational Performance Indicator (IDUTC, in Portuguese). Then, improvements were proposed for the UTC studied and, finally, the feasibility of the plant installation in medium-sized municipalities was analyzed, based on the present case study. It was verified that, in spite of all the adversities found in the UTC studied, mainly due to the absence of selective collection in the municipality, it can be considered viable due to the environmental and social benefits generated such as the reduction of the waste taken to landfill and the generation of direct and indirect works in the region.

Keywords: Sorting and Composting Plant. Urban Solid Waste. Recycling. Composting.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Separação de resíduos secos e úmidos.....	22
Figura 2 - Leira de compostagem com identificação para monitoramento.	24
Figura 3 - Impactos ambientais gerados nos lixões ou vazadouros a céu aberto.	28
Figura 4 - Aterro controlado.	29
Figura 5 – Esquema ilustrativo de um Aterro Sanitário.....	32
Figura 6 - Usina de Triagem e Compostagem.....	35
Figura 7 - Pátio de Compostagem.	36
Figura 8 - Sub-ítem do questionário padrão - Índice de Qualidade de Usinas de Compostagem (IQC).	41
Figura 9 - Sub-ítem do questionário padrão - Indicador de Desempenho Operacional de UTC (IDUTC).....	42
Figura 10 - Planta da UTC estudada.....	44
Figura 11 - Viveiro de mudas da UTC estudada.	45
Figura 12 - Prensa vertical da UTC estudada.....	47
Figura 13 - Pátio coberto para recebimento de resíduos na UTC estudada.	47
Figura 14 - Funil metálico da UTC estudada.....	48
Figura 15 - Caçamba estacionária para acúmulo de rejeitos na UTC estudada.	49
Figura 16 - Pátio de compostagem da UTC estudada.	50
Figura 17 - Baias de acúmulo de materiais recicláveis segregados na UTC estudada.....	50
Figura 18 - Fluxograma do processo realizado na UTC estudada.....	51
Figura 19 - Mascote da coleta seletiva do município estudado.....	52
Figura 20 – Formulário de entrevista semi-estruturada realizada com os trabalhadores da UTC estudada.	56
Figura 21 - Cálculo da amostra de trabalhadores entrevistados da UTC estudada.....	57
Figura 22 - Quantidade de resíduos que chegam à UTC estudada (T/Trimestre). ...	59
Figura 23 - Taxa de crescimento demográfico do município da UTC estudada (% ao ano).....	60
Figura 24 - Porcentagem de rejeito em relação ao total de resíduos recebidos na UTC estudada (T/Trimestre).....	61
Figura 25 - Material reciclável armazenado na UTC estudada.....	64

Figura 26 - Papel branco separado na UTC estudada.....	64
Figura 27 - Papelão separado na UTC estudada.....	65
Figura 28 - Embalagens longa vida separadas na UTC estudada.....	65
Figura 29 – Latinhas de alumínio separadas na UTC estudada.....	65
Figura 30 – Embalagens de detergente separadas na UTC estudada.	66
Figura 31 - Embalagens de alumínio “marmitex” separada na UTC estudada.	66
Figura 32 – Nova separação dos materiais vindos da esteira de triagem da UTC estudada.....	67
Figura 33 - Material orgânico separado para compostagem na UTC estudada.	70
Figura 34 - Leira no pátio de compostagem da UTC estudada.	71
Figura 35 - Rejeito do composto orgânico na UTC estudada.	71
Figura 36 - Composto orgânico final da UTC estudada.	72
Figura 37 – Pergunta 1 : Você recebeu treinamento antes de entrar na usina ?	73
Figura 38 - Pergunta 2 : Quais equipamentos de proteção individual você usa?.....	74
Figura 39 - Pergunta 3 : O que você acha das condições gerais de trabalho na usina?	75
Figura 40 - Pergunta 4 : Você considera importante o seu trabalho na usina?	76
Figura 41 - Pergunta 5 : Você considerava importante o trabalho na usina para a preservação do meio ambiente antes de entrar na UTC?	77
Figura 42 - Pergunta 6 : O que você acha da remuneração dada pelo trabalho?....	78
Figura 43 - Pergunta 7 : Qual era sua atividade antes de entrar para usina?.....	79
Figura 44 – Formulário de aplicação do Índice de Qualidade de Usina de Compostagem (IQC).	81
Figura 45 – Formulário de aplicação do Indicador de desempenho operacional de UTC (IDUTC).....	82
Figura 46 – Pilha misturada à matéria orgânica separada na esteira de triagem....	84
Figura 47 – Dificuldade de drenagem de líquidos no pátio de compostagem da UTC estudada.....	86
Figura 48 - Pátio de Compostagem sem manutenção na UTC estudada.....	87
Figura 49 – Armazenamento a céu aberto de fardos de embalagens de alumínio “marmitex” na UTC estudada.	88
Figura 50 – Armazenamento a céu aberto de fardos de plásticos na UTC estudada.	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Antigo enquadramento das condições das instalações de tratamento/destinação final dos RSU, em função do IQC.	39
Tabela 2 – Novo enquadramento das condições das instalações de tratamento/destinação final dos RSU em função do IQC.	40
Tabela 3 - Enquadramento das usinas pelo Indicador de Desempenho Operacional de UTC (IDUTC).	42
Tabela 4 - Composição dos turnos de trabalho dos funcionários da UTC estudada.	49
Tabela 5 - Porcentagem de materiais recicláveis em relação ao total recebido (T/Trimestre).	62
Tabela 6 - Porcentagem de matéria orgânica, composto maturado e rejeito orgânico obtido em relação ao total de resíduos sólidos recebido na UTC estudada (T/Trimestre).	68

LISTA DE SIGLAS

AAF - Autorização Ambiental de Funcionamento

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Públicas e Resíduos Especiais

C - Carbono

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo

COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais

COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais

DN – Deliberação Normativa

EPI - Equipamentos de Proteção Individual

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais

FIP - Fundação Israel Pinheiro

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IC - Índice de Conservação

ICMS - Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

IDUTC - Indicador de Desempenho Operacional de Unidade de Triagem e Compostagem

IMS - Índice de Mata Seca

IQC – Índice de Qualidade da Unidade de Compostagem

IQR - Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos

IQR - Índice de Qualidade dos Resíduos

IQR – NP - Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos

IQR – NP - Índice de Qualidade dos Resíduos Nova Proposta

IQR – Valas - Índice de Qualidade de Aterros em Valas

IQR – Valas - NP - Índice de Qualidade de Resíduos de Valas Nova Proposta

ISA - Índice de Saneamento Ambiental

JBPP - Programa de Parceria Brasil-Japão

JICA - Agência de Cooperação Internacional do Japão

K – Potássio

MG – Minas Gerais
MMA – Ministério do Meio Ambiente
MTE - Ministério do Trabalho e Emprego
N – Nitrogênio
NBR - Norma Brasileira
NR – Norma Regulamentadora
ODA - Assistência Oficial para o Desenvolvimento
OIT - Organização Internacional do Trabalho
P - Fósforo
PCA - Plano de Controle Ambiental
PERS - Planos Estaduais de Resíduos Sólidos
PH - Potencial Hidrogeniônico
PMGIRS - Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos
PR – Paraná
RS – Rio Grande do Sul
RSU - Resíduos Sólidos Urbanos
SP - São Paulo
UC - Unidade de Conservação
UFLA – Universidade Federal de Lavras
UFV – Universidade Federal de Viçosa
UTC - Usinas de Triagem e Compostagem

SUMÁRIO

1	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	14
2	MOTIVAÇÃO	16
3	OBJETIVOS	17
3.1	Objetivo geral	17
3.2	Objetivos específicos	17
4	ESTADO DA ARTE E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
4.1	Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos	18
4.1.1	Panorama Nacional e Estadual do Gerenciamento de Resíduos	18
4.1.2	Classificação dos Resíduos Sólidos Urbanos.....	20
4.1.3	Tratamento	22
4.1.3.1	Coleta Seletiva e Reciclagem.....	22
4.1.3.2	Compostagem	23
4.1.4	Disposição final de Resíduos Sólidos Urbanos	26
4.1.4.1	Lixão ou Vazadouro a céu aberto.....	27
4.1.4.2	Aterro Controlado	28
4.1.4.3	Aterro Sanitário.....	29
4.1.4.4	Usina de Triagem e Compostagem	32
4.2	O Trabalhador de Usinas de Triagem e Compostagem	33
4.3	Parâmetros de projeto e operação de Usinas de Triagem e Compostagem	34
4.3.1	Componentes básicos das Usinas de Triagem e Compostagem	34
4.3.2	Parâmetros operacionais de UTC.....	36
4.3.3	Índices/Indicadores de desempenho operacional.....	38
4.3.3.1	Índice de Qualidade de Usinas de Compostagem.....	39
4.3.3.2	Indicador de desempenho operacional de Usinas de Triagem e Compostagem.....	41
5	METODOLOGIA	43
5.1	Caracterização da UTC Estudada	43
5.2	Avaliação da quantidade dos materiais recicláveis	53
5.3	Avaliação da qualidade dos materiais recicláveis	54
5.4	Avaliação da quantidade do composto orgânico	54
5.5	Avaliação da qualidade do composto orgânico	54
5.6	Avaliação da percepção ambiental e das condições de trabalho dos trabalhadores da UTC	55
5.7	Avaliação da UTC a partir de índices/ indicadores	57
5.8	Propostas de melhorias para a UTC estudada	57
5.9	Analisar a viabilidade da instalação de UTC em municípios de médio porte 58	
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	59
6.1	Avaliação da quantidade dos materiais recicláveis	59
6.2	Avaliação da qualidade dos materiais recicláveis	63
6.3	Avaliação da quantidade de composto orgânico	67
6.4	Avaliação da qualidade do composto orgânico	69
6.5	Avaliação da percepção ambiental e das condições de trabalho dos trabalhadores da UTC	73

6.6	Avaliação da UTC a partir de índices/ indicadores de desempenho.....	80
6.7	Propostas de melhorias para UTC estudada.....	83
6.8	Analisar a viabilidade da instalação de UTC em municípios de médio porte	89
7	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	90
	REFERÊNCIAS.....	92
	APÊNDICES	100
	ANEXOS	104

1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Uma das características da sociedade moderna é a concentração cada vez maior da população em espaços urbanos. Esse fator, aliado ao desenvolvimento de novos hábitos, à melhoria do nível socioeconômico da população e à estimulação do consumo acarretam uma maior produção de resíduos (PRADO FILHO; SOBREIRA, 2007). Se esses resíduos não receberem uma destinação final adequada podem provocar diversos impactos negativos no âmbito ambiental, social, econômico e danos à saúde pública, pela geração e proliferação de vetores que transmitem doenças.

De acordo com o Panorama de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil realizado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2015), em 2014, apenas 58,4% dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) coletados teve uma destinação final adequada, mantendo a porcentagem estável com relação ao ano de 2013. Os outros 41,6% representam, aproximadamente, 30 milhões de toneladas de RSU que foram levados para lixões ou aterros controlados, os quais não possuem sistemas para evitar a contaminação do meio ambiente.

Já o estado de Minas Gerais destina 64,6% dos RSU gerados para aterros sanitários, os quais são considerados a forma mais adequada de destinação final, estando assim, em uma situação melhor que o panorama nacional (ABRELPE, 2015). Porém, Minas Gerais ainda possui 264 municípios que dispõem os RSU em lixões, sendo a maioria, com população inferior a 20 mil habitantes. Esse número se deve, principalmente, às maiores dificuldades financeiras e operacionais que estes municípios possuem (FEAM, 2016).

Diante desse panorama, foram promulgadas leis, contendo vários requisitos e incentivos por parte do governo para melhorar as questões ambientais relativas à gestão dos resíduos sólidos no Brasil, como também em Minas Gerais. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) aborda a obrigatoriedade do gerenciamento dos diversos tipos de resíduos sólidos, incluindo a destinação adequada dos mesmos. A política de encerramento dos lixões em Minas Gerais, marcada pela Deliberação Normativa (DN) 52/2001, do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM), convocou os municípios mineiros para o licenciamento ambiental de

sistema adequado de destinação final de resíduos sólidos urbanos. Surgiram outras iniciativas no estado como o Programa “Minas sem Lixões” e o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), no caso, o ICMS Ecológico.

Nesse contexto, os municípios têm buscado alternativas adequadas para o tratamento e disposição final dos resíduos sólidos urbanos gerados, dentre as quais podem ser citadas as Usinas de Triagem e Compostagem (UTC) que vêm sendo utilizada cada vez mais como uma alternativa para atender tal requisito, principalmente por municípios de pequeno porte (VIMIEIRO, 2009).

2 MOTIVAÇÃO

As Usinas de Triagem e Compostagem têm como objetivo principal a separação dos resíduos sólidos urbanos em materiais possivelmente recicláveis, matéria orgânica e rejeitos (FEAM, 2016). Assim, espera-se que apenas os rejeitos, aqueles materiais que não podem ser mais reaproveitados, sejam destinados para as valas ou para os aterros. Portanto, a instalação das usinas é interessante, uma vez que diminui o volume de resíduos que são levados para o local de aterramento, aumentando sua vida útil e diminuindo custos de serviços e de operação, trazendo benefícios em longo prazo (D'ALMEIDA e VILHENA, 2000 *apud* PRADO FILHO; SOBREIRA, 2007).

Apesar de existirem 142 municípios com UTC em todo o estado de Minas Gerais no ano de 2015 (FEAM, 2016), há somente uma unidade localizada na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Sabendo-se que as Usinas de Triagem e Compostagem vêm sendo utilizadas, principalmente para localidades com até cerca de 10 mil habitantes, a usina desse município seria uma exceção, uma vez que foi instalada para atender a uma população em torno de 18 mil habitantes, na época (IBGE, 2000). Além disso, a UTC continua a atender o município, que já é considerado de médio porte, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com uma estimativa de aproximadamente 30 mil habitantes no ano de 2016 (IBGE, 2010).

Diante disto, entende-se a necessidade de se avaliar a efetividade de uma UTC que opera em um município acima de 10 mil habitantes, a partir de parâmetros como as condições de infraestruturas e operacionais, qualidade e quantidade de materiais recicláveis segregados e do composto orgânico produzido. Com essa finalidade, podem-se utilizar ferramentas como o Índice de Qualidade da Unidade de Compostagem (IQC) da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2014) e o Indicador de Desempenho Operacional de Unidade de Triagem e Compostagem (IDUTC) (VIMIEIRO, 2012), na expectativa de que tal estudo possa subsidiar outros municípios de médio porte interessados em instalar uma dessas usinas para a destinação final adequada de seus resíduos sólidos.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho foi realizar a análise da Usina de Triagem e Compostagem como uma alternativa para destinação final adequada dos resíduos sólidos urbanos de municípios de médio porte a partir do estudo de caso da UTC de um município de Minas Gerais.

3.2 Objetivos específicos

- Avaliar a quantidade de materiais recicláveis como vidro, papel, papelão, plástico e metal, segregados dos resíduos sólidos urbanos na UTC do município estudado;
- Avaliar a qualidade dos materiais recicláveis, como vidro, papel, papelão plástico e metal, segregados dos resíduos sólidos urbanos na UTC do município estudado;
- Avaliar a quantidade do composto orgânico que é produzido pela compostagem na UTC do município estudado;
- Avaliar a qualidade do composto orgânico que é produzido pela compostagem na UTC do município estudado;
- Avaliar a percepção dos trabalhadores da UTC do município estudado com relação às questões ambientais e às condições de trabalho na usina;
- Avaliar a UTC do município estudado a partir do Índice de Qualidade da Unidade de Compostagem (IQC);
- Avaliar a UTC do município estudado a partir do Indicador de Desempenho Operacional de UTC (IDUTC);
- Propor melhorias para a UTC do município estudado;
- Analisar a viabilidade da instalação de UTC em municípios de médio porte.

4 ESTADO DA ARTE E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010), a gestão integrada de resíduos sólidos é definida como um “conjunto de ações com objetivo de buscar soluções para os resíduos sólidos, considerando as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, sob a premissa do desenvolvimento sustentável”. Para isso, essa lei instituiu a obrigação do gerenciamento adequado dos resíduos objetivando a redução, reutilização, reciclagem e disposição final correta como meio para alcançar tal premissa tanto no âmbito nacional quanto no âmbito estadual e municipal.

Diante disso, esse conjunto de ações será um pouco mais discutido nos itens posteriores, apresentando conceitos e informações relevantes para que sejam alcançados os objetivos determinados pela lei.

4.1.1 Panorama Nacional e Estadual do Gerenciamento de Resíduos

Em agosto de 2010, foi promulgada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº 12.305 e regulamentada pelo Decreto Federal nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010, que estabeleceram diretrizes e responsabilidades no gerenciamento dos resíduos sólidos gerados em âmbito nacional. Assim, o PNRS tem objetivo de promover padrões sustentáveis com relação à gestão dos resíduos sólidos, onde a responsabilidade é atribuída ao próprio gerador.

Além do Plano Nacional, é definido pelo PNRS que os estados e os municípios estabeleçam seus próprios planos de gestão de resíduos sólidos, denominados Planos Estaduais de Resíduos Sólidos (PERS) e Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), nos quais o conteúdo mínimo descrito na lei deve ser contemplado: coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, dentre outros.

No âmbito estadual, a Deliberação Normativa COPAM 52/2001, objetivou a erradicação dos lixões e convocou os municípios de Minas Gerais com população superior a 50 mil habitantes ao licenciamento ambiental de sistemas adequados de tratamento e disposição final de RSU. Esta política de encerramento dos lixões tem sido eficiente para melhorar o panorama do estado, apesar da legislação não ter sido cumprido por completo, devido principalmente à falta de informação, de recursos financeiros e de recursos humanos capacitados em alguns municípios (ASSIS; CERQUEIRA; VIMIEIRO, 2011).

Para potencializar o atendimento a tais legislações, no ano de 2003, foi criado o Programa “Minas sem Lixões”, coordenado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) com parceria da Fundação Israel Pinheiro (FIP) e com as Universidades Federais de Lavras (UFLA) e de Viçosa (UFV) (MINAS SUSTENTÁVEL, 2017). Esse programa teve como objetivo instigar a melhoria das condições de disposição final de RSU, e assim, contribuir para a supressão dos lixões em Minas Gerais, reduzindo os impactos gerados por esta técnica de disposição final (ASSIS; CERQUEIRA; VIMIEIRO, 2011). De acordo com a Deliberação Normativa COPAM nº118/2008 o Aterro Sanitário e a Usina de Triagem e Compostagem foram definidos como alternativas para disposição final dos resíduos sólidos urbanos (FEAM, 2008).

Também foi instituído no estado de Minas Gerais, de forma pioneira, o ICMS Ecológico, Lei Estadual nº 13.803, de 27 de dezembro de 2000, que busca fomentar as atividades econômicas pautadas nas regras de proteção ambiental e do desenvolvimento sustentável nos municípios de Minas Gerais a partir da distribuição de recursos financeiros arrecadados pelo estado, baseando-se em critérios como o Índice de Conservação (IC), que se refere às Unidades de Conservação (UC) e outras áreas protegidas; o Índice de Saneamento Ambiental (ISA), referente aos aterros sanitários, estações de tratamento de esgotos e usinas de triagem e compostagem e o Índice de Mata Seca (IMS), que relaciona à área de aspecto de mata seca no município. Ficou conhecida como “Lei Robin Hood”, já que um dos seus principais objetivos era a transferência de recursos para as regiões mais pobres de Minas Gerais que apresentassem projetos nessas áreas específicas (PRADO FILHO; SOBREIRA, 2007). Assim, esse instrumento legal serviu de suporte motivacional para muitos municípios, independente do seu porte,

a se enquadrarem nas legislações vigentes no que diz respeito ao tratamento e disposição final dos RSU, implantando sistemas viáveis à sua realidade. Este cenário surgiu uma vez que para receber o ICMS Ecológico, tais locais de disposição final deveriam estar regularizadas no órgão ambiental, o que fez com que crescesse o interesse dos municípios no tratamento e disposição final de seus RSU.

De acordo com o Panorama da Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos do Estado de Minas Gerais (FEAM, 2016), em 2015, 248 dos 853 municípios do estado estavam cadastrados no ICMS Ecológico, representando 29% do total. Dentre eles, 120 (14%) por destinação dos RSU a UTC, 112 (13%) por disposição em aterros sanitários e 16 (2%) por destinação a ambos os empreendimentos. Além disso, 22 municípios já utilizaram deste benefício, mas atingiram o tempo máximo de recebimento, segundo os critérios estabelecidos na Lei, que corresponde a 15 anos.

Observa-se que, o panorama mineiro melhorou, já que em 2001, apenas 30 municípios atendiam seus habitantes com sistemas de destinação/disposição final de RSU devidamente regularizados, UTCs e/ou Aterros Sanitários, e no ano de 2015, esse número alcançava 296 municípios.

4.1.2 Classificação dos Resíduos Sólidos Urbanos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010, p. 2) define resíduos sólidos como:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010, p. 2).

Os RSU são aqueles gerados por estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, nas atividades domésticas em residências urbanas e na limpeza urbana, originados da varrição de logradouros e de vias públicas e outros serviços públicos de limpeza. Além dos resíduos sólidos de origem urbana, existem diversos outros tipos, como os resíduos industriais, de serviços de saúde, de

construção civil, agrícolas, dentre outros, que possuem também potenciais para impactar negativamente o meio ambiente.

A classificação dos resíduos sólidos, além de sua origem, vai depender também de sua caracterização. A PNRS (BRASIL, 2010) classifica-os em relação à periculosidade, sendo os resíduos definidos como perigosos e não perigosos. Os resíduos não perigosos não possuem características que podem causar risco à saúde humana e prejudicar a qualidade do meio ambiente, ao contrário dos resíduos perigosos, que são aqueles que possuem características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, e por isso são potenciais geradores de impactos negativos.

A classificação dos resíduos, de acordo a Norma Brasileira (NBR) 10.004/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, de seus constituintes e características. São classificados em:

- a) Resíduos Classe I – Perigosos: São aqueles que apresentam periculosidade, ou seja, resíduos que em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, pode apresentar riscos à saúde pública e riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada. Tal periculosidade envolve características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade;
- b) Resíduos Classe II – Não perigosos;
 - b.1) Resíduos Classe II A – Não perigosos não inertes: São aqueles que podem apresentar propriedades como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água; e
 - b.2) Resíduos Classe II B – Não perigosos inertes: São aqueles resíduos que, quando submetidos a um dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

De maneira geral, os RSU são classificados como Classe II A – resíduos não perigosos não inertes. Porém, são usualmente encontrados misturados nos RSU materiais Classe I, como pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes, remédios

vencidos e, eletroeletrônicos. Tais materiais não deveriam estar presentes em locais de destinação/disposição final de RSU já que são locais inadequados para recebê-los. Diante dessa mistura, os RSU podem ter sua capacidade de reciclagem prejudicada, devido à contaminação por materiais de Classe I. Por isso, é de grande importância a coleta seletiva ser eficiente, tanto na separação quanto no acondicionamento e transporte, para que não aconteçam as misturas de materiais.

4.1.3 Tratamento

4.1.3.1 *Coleta Seletiva e Reciclagem*

A PNRS (BRASIL, 2010), define coleta seletiva como a coleta de resíduos sólidos previamente separados, de acordo com sua constituição e composição, na fonte geradora devendo ser implementada em todos os municípios. Essa separação deve ser realizada em duas frações, no mínimo, os resíduos “secos” (embalagens em geral, garrafas de vidro ou plástico, latas de alumínio, papéis e papelão, entre outros) e os resíduos “úmidos” (cascas, restos de alimentos em geral) como mostrados na Figura 1. A segregação dos resíduos sólidos urbanos tem como objetivo principal a reciclagem de seus componentes, sendo essa um processo em que resíduos que iriam ser descartados são reinseridos no ciclo produtivo através da sua utilização como matéria prima para geração de outros produtos.

Figura 1 - Separação de resíduos secos e úmidos.



Fonte: FEAM (2009).

De acordo com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (MMA, 2012) dos RSU coletados no Brasil, 31,9% são recicláveis como, plásticos, vidros, papel, papelão, aço, alumínio e metal e 51,4% são matéria orgânica. Portanto, o potencial de reciclagem dos resíduos brasileiros é significativo.

Em 2014, o Brasil contabilizou 3.608 municípios que apresentam iniciativas de coleta seletiva, que representam 65% do total, sendo quase 3% maior que o número contabilizado no ano anterior (ABRELPE, 2015). As cidades que mais se destacaram no processo de implantação da coleta seletiva em 2009 foram: Belo Horizonte e Itabira em Minas Gerais (MG), Porto Alegre no Rio Grande do Sul (RS), Curitiba no Paraná (PR), Santos e Santo André em São Paulo (SP), podendo assim Minas Gerais ser considerado, um estado importante para tal cenário (FEAM, 2009). Entretanto, a coleta seletiva no Brasil ainda é incipiente devido a vários fatores de ordem econômica e logística, o que compromete a qualidade e a quantidade dos resíduos que podem ser reciclados (BARREIRA; PHILIPPI JUNIOR; RODRIGUES, 2006). O Brasil perde anualmente R\$ 8 bilhões ao enterrar o lixo que poderia ser reciclado (CEMPRE, 2013). Assim, se o município não possuir um programa efetivo de coleta seletiva, todo o procedimento de reciclagem será afetado negativamente.

4.1.3.2 *Compostagem*

A compostagem é um processo biológico de decomposição do material orgânico, tendo como produto final o composto orgânico. De acordo com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (MMA, 2012) e conforme mencionado anteriormente, 51,4% dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil é matéria orgânica. Assim, quando estes resíduos são dispostos em aterros controlados ou lixões, causam elevados impactos ambientais já que essas modalidades de disposição final de resíduos não apresentam estruturas para conter o mau-cheiro e a liberação do biogás, além de não apresentarem impermeabilização do solo, possibilitando a percolação do chorume. Além disso, o aterramento desse material reduz o tempo de vida útil dos Aterros Sanitários e gera despesas com manutenção e controle da área de disposição. Diante disso, a compostagem é uma alternativa para reduzir o volume de resíduos orgânicos levados para uma destinação final de RSU, além de

contribuir para o reaproveitamento da matéria orgânica, gerando o composto orgânico.

Muitos fatores interferem na qualidade do produto oriundo da compostagem, como a origem desses resíduos orgânicos (BARREIRA; PHILIPPI JUNIOR; RODRIGUES, 2006). Para Barreira (2005), a maior qualidade do composto orgânico está diretamente ligada com a coloração mais intensa, partículas finas de tamanho médio e a inexistência de odor no mesmo. Segundo Lelis e Pereira Neto (2001), a contaminação do composto, quando pela presença de materiais inertes, pode ser evitada com o controle operacional durante todo o processo de compostagem. Assim, deve-se ainda garantir a boa separação da matéria orgânica em sua fonte geradora e também no seu acondicionamento e transporte, para não se ter a contaminação por outros tipos de resíduos.

O Decreto Federal Nº 8.384 de 29 de dezembro de 2014, regulamenta as normas gerais sobre registro, padronização, classificação, inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas destinados à agricultura. Em seu artigo 57 estabelece que produtores, importadores e comerciantes devem dispor de procedimentos escritos como mecanismos de controles e registros para assegurar a qualidade dos produtos e dos processos de fabricação dos produtos. Assim, é importante realizar o monitoramento durante todo o processo de decomposição desses resíduos. A Figura 2 apresenta uma pilha de compostagem com identificação para controle.

Figura 2 - Leira de compostagem com identificação para monitoramento.



Fonte: FUNASA (2009).

No início do processo de compostagem, ocorre a degradação da matéria orgânica facilmente degradável pela ação de microrganismos com elevação da temperatura do material em decomposição, que varia de 40°C no início dessa fase até a 60°C no seu final, eliminando assim os microrganismos patogênicos (FUNASA, 2009). Por isso, essa primeira fase é chamada de degradação ativa, na qual ocorrem reações bioquímicas termofílicas. Na segunda fase, as temperaturas se situam entre 20° e 35°C continuando o processo de decomposição e formação de ácidos húmicos, conhecida então como etapa de maturação ou humificação. Completar essas etapas pode levar de 90 a 120 dias. Porém, o tempo de ocorrência de cada uma delas pode variar em função dos diversos fatores que influenciam no processo, como os microrganismos, temperatura, umidade, aeração, granulometria, relação Carbono/Nitrogênio, pH (PREFEITURA MUNICIPAL GARIBALDI, 2011), conforme o Manual Prático de Compostagem da Prefeitura de Garibaldi descrito a seguir:

- Microrganismos: são responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, auxiliando no processo de compostagem e controlando a umidade e a aeração. Estão presentes em quantidade suficiente nos RSU e se multiplicam no decorrer do processo.

- Temperatura: fator essencial para o processo e por isso deve ser monitorada, pois acima de 65°C, inibe as atividades dos microrganismos, aumentando o tempo de compostagem.

- Umidade: fator que interfere nas atividades dos microrganismos. Deve ser monitorada apertando-se uma porção de composto com a mão: se escoar água na forma de gotas, conclui-se que a umidade está adequada. Se isso não ocorrer, devem-se tomar medidas, como acrescentar materiais secos tais como folhas e galhos, ou regar o composto.

- Aeração: uma vez que a compostagem é um processo de decomposição aeróbia da matéria orgânica, é necessária para manter a presença de oxigênio no composto, e assim, promover a degradação pelos microrganismos e a não produção de odores desagradáveis.

- Granulometria: quanto maior o tamanho dos pedaços de matéria orgânica menor será a superfície de contato com o oxigênio, levando à desaceleração do processo de compostagem. Por outro lado, restos muito pequeno de matéria

orgânica dificultam o processo, pois geram a compactação do material, dificultando a aeração.

- Relação Carbono/Nitrogênio (C/N): fator que também influencia na velocidade do processo uma vez que essa proporção regula a ação dos microrganismos. Resíduos orgânicos, como os restos de alimentos, que geralmente são mais úmidos, são ricos em nitrogênio (N). O carbono (C) está presente em folhas, galhos e restos de podas em geral, que são materiais mais secos. Assim, recomenda-se ter um equilíbrio entre carbono e nitrogênio na faixa de 25/1 a 35/1, ou seja, 25 a 35 partes de carbono para 1 parte de nitrogênio.

- Fator pH: no início do processo, o material disposto é caracteristicamente ácido, mas no decorrer do processo, torna-se alcalino, com valores acima de 8,0.

Esses fatores também influenciam na qualidade do composto, por isso devem ser monitorados durante toda a compostagem porque há situações em que outros materiais, como pilhas e baterias ou materiais infectados, podem chegar às leiras, por exemplo, em Usinas de Triagem e Compostagem, influenciando todo o processo de compostagem. Assim, outros parâmetros, comumente monitorados são a densidade do composto, sólidos voláteis, fósforo (P) e potássio (K) para verificar a nutritividade do composto, análises bacteriológicas (coliformes e estreptococos) e de metais pesados, para averiguar se há indícios de presença de outros materiais que não seja matéria orgânica.

De acordo com Lelis e Pereira Neto (2001) o valor agrícola e comercial de um composto orgânico só poderá ser estimado após a determinação de parâmetros físicos, físico-químicas, químicos e bacteriológicos, que deverão vir acompanhados de laudo técnico, que restringirá ou não a utilização do produto. Ainda de acordo com esses autores, a utilização e a venda de composto orgânico de má qualidade, cria uma imagem significativamente “negativa” da usina, mesmo sendo utilizada apenas para o paisagismo.

4.1.4 Disposição final de Resíduos Sólidos Urbanos

De acordo com PNRS (BRASIL, 2010), é considerada destinação final ambientalmente adequada de resíduos sólidos aquela que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético entre

elas a disposição final, dentro das normas operacionais específicas com objetivo de minimizar os impactos ambientais adversos e de evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança. No âmbito do estado de Minas Gerais, são passíveis de licenciamento os Aterros Sanitários e Usinas de Triagem e Compostagem, porém, ainda são utilizados os lixões ou vazadouros a céu aberto e os aterros controlados. Tais locais de destinação final de RSU serão discutidos a seguir.

4.1.4.1 *Lixão ou Vazadouro a céu aberto*

O lixão ou vazadouro a céu aberto é considerado uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, já que é caracterizada pela descarga desses sobre o solo, sem critérios técnicos e medidas de proteção ambiental ou à saúde pública, de acordo com a Deliberação Normativa COPAM nº118/2008.

Assim, essa disposição inadequada dos resíduos gera graves problemas, como a geração de odores desagradáveis, a proliferação de vetores de doenças tais como as moscas e os mosquitos e, principalmente, a poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas pelo chorume, líquido de coloração escura, mal cheiroso e de elevado potencial poluidor, produzido pela decomposição da matéria orgânica contida nos resíduos (FEAM, 2006).

Além disso, vale ressaltar que os lixões ou vazadouros a céu aberto interferem em questões sociais, já que se tornam atraente para as populações de baixa renda da região, que buscam nele uma alternativa de trabalho, apesar das condições insalubres e sub-humanas da atividade que proporciona, a separação dos potenciais materiais recicláveis para posterior comercialização (FEAM, 2010). Neste cenário, não há controle dos tipos de resíduos recebidos, verificando-se, até mesmo, a disposição de dejetos originados dos serviços de saúde, como seringas e agulhas, que representam um grande risco se forem manuseados de forma incorreta, já que são materiais perfurocortantes e podem estar contaminados. A Figura 3 a seguir ilustra tais impactos descritos.

Figura 3 - Impactos ambientais gerados nos lixões ou vazadouros a céu aberto.



Fonte: FEAM (2010).

4.1.4.2 Aterro Controlado

A NBR 8.849/1985 da ABNT define o aterro controlado como uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais.

O aterro controlado apresenta qualidade muito inferior ao Aterro Sanitário, mas é preferível ao lixão (FEAM, 2006). É considerado uma forma de disposição inadequada de RSU após o vencimento do prazo estabelecido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, que institui que até 2014 os municípios passassem a realizar a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Assim, até essa data, o aterro controlado era considerado uma forma paliativa e temporária de disposição final dos RSU, aceitável para os municípios com menos de 20.000 habitantes até a implantação de um sistema adequado de tratamento e/ou disposição final de RSU (FEAM, 2016).

Essa técnica de disposição produz poluição localizada em geral, pois não há impermeabilização de base, consistindo apenas em um sistema de cobertura de terra em camadas alternadas com os resíduos, o que compromete a qualidade do

solo e das águas subterrâneas como mostrado na Figura 4. Também não há sistema de tratamento de percolado, chorume mais água de infiltração, ou de extração e queima controlada dos gases gerados.

Figura 4 - Aterro controlado.



Fonte: FEAM (2010).

4.1.4.3 Aterro Sanitário

De acordo com NBR 8.419/1992 da ABNT, o Aterro Sanitário é uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo que não causa danos à saúde pública e à sua segurança. Utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra minimizando os impactos ambientais. Para isso, aterros sanitários exigem cuidados especiais e procedimentos específicos que devem ser seguidos desde a escolha da área até a sua operação e monitoramento (FEAM, 2006).

Portanto, o Aterro Sanitário é atualmente considerado a técnica mais adequada para disposição final de resíduos sólidos já que, diferente de outras alternativas, possui meios de proteger o meio ambiente no qual ele está inserido contra os impactos gerados pela disposição dos resíduos.

A NBR 13.896/1997 (ABNT, 1997) dispõe sobre os critérios para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos não-perigosos, sendo eles:

- Seleção da área para implantação do projeto: objetiva a minimização do impacto negativo e maximização da aceitação por parte da população. Além disso,

é necessário estar de acordo com o zoneamento da região para não ter interferência com a futura expansão populacional do município. Considerações técnica também devem ser abordadas, tais como topografia (interfere nas obras, recomenda-se 1% a 30% de declividade), geologia (interfere na capacidade de depuração do solo e da velocidade de infiltração, recomenda-se coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-6} cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0 m), recursos hídricos (interfere nas águas superficiais e subterrâneas, recomenda-se distância mínima do aterro de 200m de qualquer curso d'água), vegetação (interfere no fenômeno de erosão, da poeira e de transporte de odores), disponibilidade de acessos, tamanho disponível e vida útil da área (recomenda-se mínimo de 10 anos), custos, distância mínima a núcleos populacionais (recomenda-se que a distância seja superior de 500m).

- Isolamento e sinalização: deve possuir cerca em torno da área ou cerva viva arbustiva, portão para controle do acesso ao local, sinalização na entrada contendo indicativos das unidades e advertência nos locais de risco (FEAM, 2006).

- Terraplenagem e sistema de impermeabilização: regularização do terreno, com posterior deposição de camadas de materiais artificiais ou naturais, que impeçam ou reduzam substancialmente a infiltração no solo dos líquidos percolados, através da massa de resíduos.

- Sistema de drenagem superficial e subperifical: sistema de captação e desvio das águas de escoamento superficial das áreas externa e interna do aterro e sistema de captação e remoção do líquido que percola através do resíduo.

- Sistema de impermeabilização, drenagem e tratamento do líquido percolado: a impermeabilização da superfície inferior do aterro deve ser realizada quando as condições hidrogeológicas do local não atendam às especificações. Assim, é necessário cobrir toda a área para que não se contamine o solo natural com resíduo ou líquido percolado. Deve-se instalar, acima da impermeabilização, um sistema de drenagem para a coleta e a remoção do líquido percolado do aterro, para posterior tratamento de forma a atender aos padrões de emissão e garantir a qualidade do corpo receptor.

- Sistema de gases: todo aterro deve ser projetado de maneira a minimizar as emissões gasosas e promover a captação e tratamento adequado das eventuais emanações; logo os gases devem ser queimados imediatamente após o início de

sua produção, de forma a evitar a sua dispersão pelo aterro contaminando a atmosfera e causando danos à saúde (FEAM, 2006). Também deve ser realizado o monitoramento dos gases, através da medição da concentração e da vazão gerada no aterro.

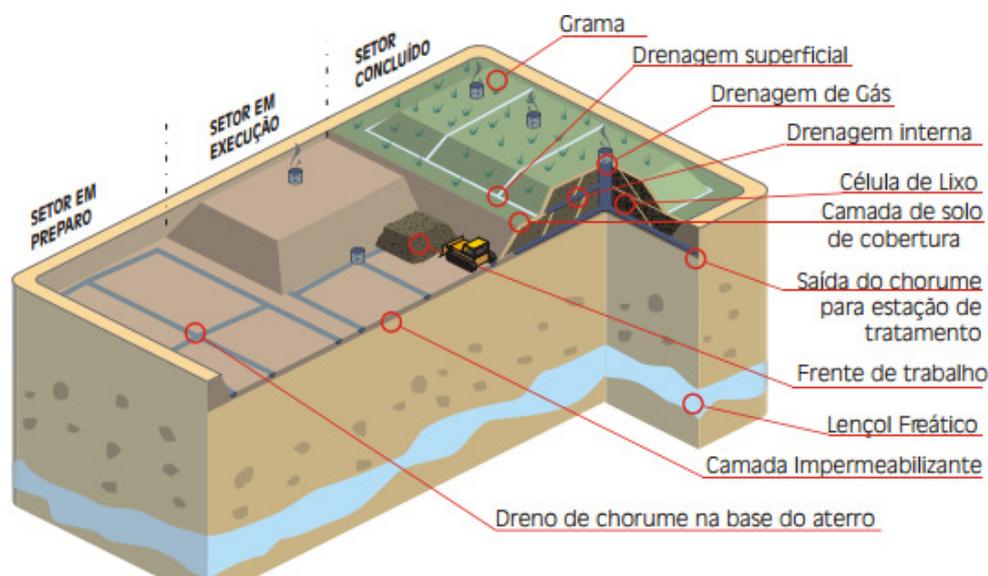
- Sistema de operação: os resíduos devem ser descarregados em formatos de “pilhas” e espalhados para serem compactados. Ao fim de cada jornada de trabalho, os resíduos compactados devem receber uma camada de terra. A cobertura final, ou seja, quando esgotada a capacidade da plataforma do aterro procede-se com uma camada de argila compactada e, posteriormente, com o plantio de gramíneas para protegê-los contra a erosão (FEAM, 2006).

- Sistema de monitoramento: executado durante e após a operação do Aterro Sanitário, através de equipamentos para o acompanhamento e controle ambiental do empreendimento, como poços de monitoramento de águas subterrâneas, medidores de vazão, piezômetros e medidores de recalque horizontais e verticais (FEAM, 2006).

- Plano de fechamento e utilização futura da área: deve constar o projeto da construção da cobertura final, com os objetivos de minimizar a infiltração de água na célula, de exigir pouca manutenção, de evitar a erosão, de acomodar assentamento sem fratura e possuir um coeficiente de permeabilidade inferior ao do solo natural da área do aterro. Além disso, apresentar uma estimativa dos tipos e da quantidade de resíduos que devem estar presentes no aterro, quando encerrado, a data para início das atividades de encerramento e usos programados após o seu fechamento.

A Figura 5 representa um esquema ilustrativo de um Aterro Sanitário como descrito anteriormente.

Figura 5 – Esquema ilustrativo de um Aterro Sanitário.



Fonte: CONDER (2010).

4.1.4.4 Usina de Triagem e Compostagem

As Usinas de Triagem e Compostagem têm o objetivo de obter a separação dos diversos componentes dos RSU, que são divididos em grupos: matéria orgânica, materiais recicláveis, rejeitos e resíduos especiais (FEAM, 2006). Os materiais recicláveis, como papel, plástico, vidro e metal, são comercializados após serem separados, prensados, enfardados e armazenados na usina. A matéria orgânica é encaminhada para o pátio de compostagem, que gera como produto final o composto orgânico, um material rico em húmus e nutrientes minerais que pode ser utilizado em paisagismos e na recuperação de áreas degradadas, por exemplo. Os rejeitos, aqueles materiais que não podem ser mais reaproveitados, são aterrados em valas escavadas próximas da usina ou levados para aterros sanitários (PRADO FILHO; SOBREIRA, 2007).

4.2 O Trabalhador de Usinas de Triagem e Compostagem

Diante da cultura social que não distingue lixo de resíduo, considerando-os como tudo aquilo que não possui valor, os trabalhadores que estão inseridos neste meio corriqueiramente são desvalorizados perante a sociedade. Porém, esses trabalhadores, como garis ou catadores de materiais recicláveis, são responsáveis por evitarem problemas de saúde pública e ambientais pela disposição inadequada dos resíduos em lixões a céu aberto, por exemplo, ao reciclarem materiais inseridos incorretamente neste meio (SANTOS; SILVA 2009).

Apesar das atividades realizadas serem relevantes, as condições de trabalho muitas vezes são insalubres, sem equipamentos corretos e/ou sem a valorização necessária, o que acabam gerando um conjunto de problemas de saúde ao trabalhador (SANTOS; SILVA 2009). De acordo com Fossá e Saad (2006), o trabalho não é apenas um modo de sobreviver, ele ajuda na inserção social, onde os aspectos físicos e psíquicos estão interligados.

Assim, a Deliberação Normativa COPAM nº 52/2001 determinou, no seu artigo 2º, a proibição de permanência de pessoas em locais de disposição final de resíduos para fins de catação de materiais recicláveis. É dever de o município criar alternativas técnica, sanitária e ambientalmente adequadas para a realização das atividades de triagem de recicláveis, com o objetivo de gerar a manutenção de renda para as pessoas que sobrevivem dessa atividade, principalmente, pela implantação de programa de coleta seletiva em parceria com os catadores.

A Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009, que dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos de Minas Gerais também determina, como uma de suas diretrizes ditadas no artigo 7º, a integração, a responsabilidade e o reconhecimento da atuação dos catadores em atividades que relacionem aos resíduos sólidos, para garantir condições dignas de trabalho. De acordo com Grimberg e Blauth (1998) *apud* Barbosa (2004), a boa vontade e a competência dos funcionários na triagem está diretamente ligada à eficiência da usina, o que reforça a idéia da importância dos trabalhadores da usina considerar suas atividades relevantes.

Além disso, há várias Normas Regulamentadoras (NR) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), relativo à segurança e medicina do trabalho, como a NR 15, que define as atividades e operações insalubres, entendidas como aquelas que exponham os empregados a agentes nocivos à saúde (SAAD; BRANCO, 2004) e assegura uma porcentagem adicional em relação ao salário mínimo da região. Assim, atividades relacionadas com o lixo urbano se enquadram ao grau máximo de insalubridade que equivale a 40% de adicional determinada pela NR 15, Anexo 14 (MTE, 1978).

Já a NR 1 e NR 9 se complementam, pois citam a obrigação do empregador de informar os riscos da atividade ao trabalhador e de fornecer os meios para limitar ou prevenir tais riscos, o que pode ser realizado através do treinamento, como também com o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) descrito na NR 6. De acordo com a proposta da NR 37, os empregados do setor de Limpeza Urbana devem receber treinamentos, com o objetivo de garantir a execução de suas atividades com segurança. De acordo com Ministério Público do Trabalho (MPT, 2015), o treinamento garante melhores resultados para a usina e também maior prudência na realização da atividade do trabalhador. Porém, de acordo com Lelis e Pereira Neto (2001), tal item tem sido relegado a segundo plano nas usinas.

Assim, as Usinas de Triagem e Compostagem devem atender a tais resoluções, melhorando as condições de trabalho, fornecendo Equipamentos de Proteção Individual (EPI) necessários para o manuseio dos resíduos sólidos, diminuindo a insalubridade no ambiente de trabalho, melhorando a renda desses trabalhadores e integrando-os à sociedade.

4.3 Parâmetros de projeto e operação de Usinas de Triagem e Compostagem

4.3.1 Componentes básicos das Usinas de Triagem e Compostagem

A UTC é constituída basicamente de unidade de recepção dos resíduos, unidade de triagem, pátio de compostagem, baias ou galpões para armazenamento de materiais recicláveis, área de aterramento dos rejeitos e da unidade de apoio (FEAM, 2006). Todas essas estruturas são implantadas em área cercada,

identificada, com paisagismo nas proximidades das estruturas edificadas, além de cerca viva no entorno da cerca-divisa. A seguir, é apresentado o detalhamento de cada uma dessas subunidades:

- Unidade de recepção dos resíduos: local onde é descarregado o RSU coletado no município e direcionado para o fosso de descarga, chegando na mesa ou esteira de triagem;

- Unidade de triagem: local onde ocorre a separação manual dos resíduos, que são divididos de acordo com a sua natureza: matéria orgânica, materiais recicláveis, rejeitos e resíduos sólidos específicos (Figura 6).

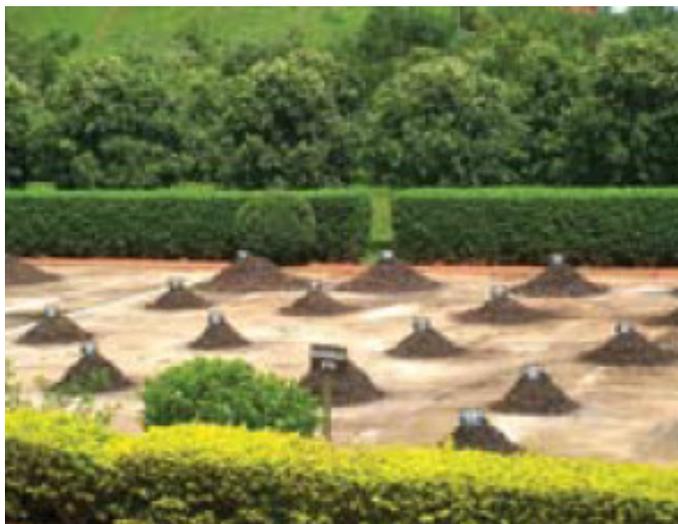
Figura 6 - Usina de Triagem e Compostagem.



Fonte: Gonçalves (2007).

- Pátio de compostagem: local para onde a matéria orgânica separada é encaminhada e sofre decomposição aeróbia, gerando o composto orgânico, como mostrado na Figura 7.

Figura 7 - Pátio de Compostagem.



Fonte: FEAM (2010).

- Baias ou galpões para armazenamento de materiais recicláveis e do composto orgânico: local de armazenamento dos materiais recicláveis obtidos na triagem dos resíduos para posterior prensagem e enfardamento, e do composto maturado;
- Área de aterramento dos rejeitos: local destinado à disposição final dos rejeitos;
- Unidade de apoio: compreendem as instalações e os equipamentos de escritório (mesas, cadeiras e armários), copa/cozinha (pia, fogão, geladeira, bebedouro/filtro, mesa e cadeiras para refeições), vestiários (chuveiros, instalações sanitárias, lavatórios e armários individuais para os funcionários) e área de serviço (tanque e secador/varal)

4.3.2 Parâmetros operacionais de UTC

Não existem normas técnicas da ABNT que versem sobre o projeto ou operação das UTC. Diante disso, a Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais (FEAM, 2006) elaborou um manual de Usina de Triagem e Compostagem onde são propostas recomendações de operações para estas unidades.

Deve-se alternar os dias de recebimento dos diferentes materiais recebidos na usina, sendo um dia para os resíduos secos e outro para úmidos, destacando-

se como fundamental a pré-triagem dos RSU na recepção da usina (FEAM, 2007). Também devem ser cobertos com lona os resíduos que eventualmente não tenham sido processados no dia da coleta. Após a triagem, os materiais devem ser monitorados com pesagem e anotações para serem encaminhados para a próxima etapa, seja ela o acondicionamento em baias, leiras de compostagem ou para a deposição final adequada dos rejeitos. Além disso, é necessário praticar uma rotina de operação diária para que os ambientes fiquem higienizados, tanto nas unidades de apoio quanto na mesa de triagem após o encerramento das atividades.

Deve-se também manter o paisagismo da UTC como uma medida de integração do empreendimento à paisagem local. Assim, recomenda-se criar áreas de jardinagem com o composto gerado na usina e pintar todas as unidades anualmente, por exemplo, com objetivo de gerar um ambiente agradável para os funcionários e minimizar os impactos visuais gerados pela usina. Além disso, é necessário que a área seja cercada para garantir a privacidade e a segurança dos trabalhadores, evitando o acesso de animais e de pessoas não autorizadas à usina.

Para realizar as atividades diariamente, os funcionários devem fazer uso rigoroso de EPI como máscara, luvas, botas e aventais de acordo com o Manual de Orientações Básicas para Operação de Usina de Triagem e Compostagem de Lixo (FEAM, 2006). Também devem ser trocados os uniformes a cada dois dias, ou antes, se necessário, e substituído os EPI e uniformes danificados, sempre que necessário. Além disso, deve-se manter os medicamentos de primeiros socorros adequados e demais materiais necessários e em quantidade suficiente para que se garanta a segurança na área de trabalho.

Como também não há parâmetros definidos de eficiência de usinas, o mesmo é comparado com pesquisas realizadas em UTC no Brasil. Estudos desenvolvidos na usina do município de Santo Antônio do Retiro – MG (BARBOSA, 2004), mostram que 77,3% dos 516 kg/dia recebido na UTC eram direcionados para vala como rejeitos. Outro estudo realizado em Adamantina – SP revela que do total de resíduo coletado, 44,3% era encaminhado para o Aterro Sanitário (SAVI; LEAL, 2004). De acordo com Vimieiro (2012), nota-se uma baixa eficiência na triagem em ambas as usinas.

Na usina de Santo Antônio do Retiro – MG, 18,4% do total recebido era encaminhado para a compostagem, gerando 1,8% de rejeito do composto encaminhado para a vala de rejeitos (BARBOSA, 2004). O estudo realizado por Savi e Leal (2004) na usina de Adamantina – SP era encaminhado para compostagem por volta de 40% do total de resíduos.

Segundo Lima (2001) *apud* Barbosa (2004), a mistura de matéria orgânica e papéis sanitários geram a perda de quantidade significativa de papel e papelão, levando a uma média de 42% de rejeitos, o que ocorre principalmente em municípios sem a coleta seletiva. No estudo realizado por Barbosa (2004) apenas 6,8% do total de resíduos recebido na usina era considerado potencialmente reciclável. No estudo de Savi e Leal (2004) do total recebido, 7,5% era considerado material reciclável.

Outro estudo realizado em Minas Gerais por Prado Filho e Sobreira (2007), verificou o desempenho operacional e ambiental de 20 UTC que recebiam ICMS ecológico e observaram que as usinas conseguiam exercer sua função para a qual foram projetadas, mas apresentavam problemas e inadequações operacionais e gerenciais. Tal conclusão neste estudo foi confirmada também na pesquisa realizada por Vimieiro (2012) em que foram avaliadas 22 usinas mineiras.

4.3.3 Índices/Indicadores de desempenho operacional

Os indicadores consistem em um parâmetro, ou uma combinação deles, para analisar as condições do sistema em análise, e assim propor determinada política de tomada de decisão. Os valores propostos nestes parâmetros podem ser a partir da avaliação de dados primários ou também podem ser observados, calculados ou medidos diretamente na fonte do sistema que está sendo analisado (CASTRO, 2002). Já os índices, possuem significado semelhante ao dos indicadores, porém eles representam um valor agregado final de todo o processo realizado, onde se utilizam os indicadores como variáveis (SICHEI et al., 2007).

Sabendo-se que as Usinas de Triagem e Compostagem não possuem recomendações de projeto e operação, confirmada pela ausência de normas técnicas da ABNT, verifica-se a necessidade de um instrumento de avaliação dessas unidades para servir como referência do seu desempenho (VIMIEIRO,

2012). A seguir, são apresentados alguns desses instrumentos utilizados para avaliação de UTC.

4.3.3.1 *Índice de Qualidade de Usinas de Compostagem*

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), com base no conhecimento técnico adquirido ao longo dos anos e nas conformidades dos requisitos legais, a partir de 1997, propôs uma metodologia que avalia as características locacionais, estruturais e operacionais das instalações de disposição final de RSU, inclusive de Usinas de Triagem e Compostagem através de índices. Assim, foi possível organizar e sistematizar as informações e dados que envolvem as condições ambientais e sanitárias da destinação final dos resíduos sólidos urbanos do estado de São Paulo, através do Inventário Estadual de Resíduos Domiciliares (CETESB, 2014).

Tal metodologia consiste nos Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR), Índice de Qualidade de Aterros em Valas (IQR – Valas) e Índice de Qualidade de Usinas de Compostagem (IQC), que alimentados a partir de dados coletados, possibilitavam expressar as condições ambientais desses locais de disposição final de RSU, classificando as instalações em inadequadas, controladas ou adequadas, inicialmente, como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Antigo enquadramento das condições das instalações de tratamento/destinação final dos RSU, em função do IQC.

IQR, IQR Valas e IQC	Enquadramento
0,0 a 6,0	Condições Inadequadas (I)
6,1 a 8,0	Condições Controladas (C)
8,1 a 10,0	Condições Adequadas (A)

Fonte: CETESB (2006).

Tal metodologia, a partir de 2012, sofreu algumas alterações em seus critérios de avaliação, dentre elas, o nome dado a situação do local de disposição final, sendo chamado assim de Índice de Qualidade dos Resíduos Nova Proposta (IQR – NP). Os índices específicos passaram a ser Índice de Qualidade de Aterros

de Resíduos (IQR – NP), o Índice de Qualidade de Resíduos de Valas Nova Proposta (IQR – Valas - NP) e o Índice de Qualidade de Usinas de Compostagem (IQC). Assim, as instalações passaram a ser classificadas apenas em adequadas ou inadequadas, a partir das pontuações obtidas, que variam de 0 a 10, como mostrado na Tabela 2 (CETESB, 2014).

Tabela 2 – Novo enquadramento das condições das instalações de tratamento/destinação final dos RSU em função do IQC.

IQR - NP, IQR-Valas - NP e IQC	Enquadramento
0,0 a 7,0	Condições Inadequadas (I)
7,1 a 10,0	Condições Adequadas (A)

Fonte: CETESB (2014).

Portanto, para se obter essa classificação, deve-se considerar um índice fundamentado, baseado em inspeções técnicas que permitam efetuar uma avaliação confiável das condições ambientais do local e, diminuir distorções devido à subjetividade na análise dos dados.

No caso das Usinas de Triagem e Compostagem, a avaliação que determina o Índice de Qualidade de Usinas de Compostagem (IQC) consiste em um roteiro com 40 parâmetros de verificação, na forma de *check list* (Anexo A), pontuados de acordo com uma escala de valores envolvendo as características do local do empreendimento, a infraestrutura implantada e as condições operacionais da usina como exemplificado na Figura 8. Assim, a partir da pontuação obtida pela verificação *in loco*, as usinas podem ser classificadas em inadequada ou adequada.

Figura 8 - Sub-ítem do questionário padrão - Índice de Qualidade de Usinas de Compostagem (IQC).

ÍTEM	SUB-ÍTEM	AVALIAÇÃO	PESO	PONTOS
C A R A C T E R Í S T I C A S D O L O C A L	PROXIMIDADE DE NÚCLEOS HABITACIONAIS	LONGE > 500m	4	
		PRÓXIMO	0	
	PROXIMIDADE DE CORPOS DE ÁGUA	LONGE > 200m	4	
		PRÓXIMO	0	
	PROFUNDIDADE DO LENÇOL FREÁTICO	MAIOR DE 3m	2	
		DE 1 A 3 m	1	
		DE 0 A 1m	0	
	PERMEABILIDADE DO SOLO	BAIXA	2	
		MÉDIA	1	
		ALTA	0	
	CONDIÇÕES DE SISTEMA VIÁRIO, TRÂNSITO E ACESSO	BOAS	2	
		REGULARES	1	
		MÁS	0	
	ISOLAMENTO VISUAL DA VIZINHANÇA	BOM	2	
		MAU	0	
	LEGALIDADE DE LOCAL E AÇÃO	PERMITIDO	4	
		PROIBIDO	0	
	SUB TOTAL MÁXIMO			20

Fonte: GETESB (2014).

4.3.3.2 Indicador de desempenho operacional de Usinas de Triagem e Compostagem

Como o IQC foi projetado para a avaliação de UTC do estado de São Paulo que apresentam realidades distintas das usinas mineiras, foi proposto um modelo de avaliação adaptado, o Indicador de Desempenho Operacional de UTC (IDUTC) (VIMIEIRO, 2012) que também aborda parâmetros relativos às características do local do empreendimento, à infraestrutura implantada e às condições operacionais da usina. Para conceber tal indicador, foi utilizado o método Delphi, que se baseia na utilização de opiniões de especialistas através da aplicação de questionários para obter um consenso sobre um determinado tema/problema (LINDSTONE; TUROFF, 2002). Assim, foram utilizados como base o IQC e a experiência prática de verificação e acompanhamento dessas usinas no estado de Minas Gerais, consistindo em 20 parâmetros de avaliação, como mostrado no Anexo B e exemplificado na Figura 9.

Figura 9 - Sub-ítem do questionário padrão - Indicador de Desempenho Operacional de UTC (IDUTC).

INDICADOR DE DESEMPENHO OPERACIONAL DE UTC - IDUTC						
Município:						
Data:						
Item	Parâmetro	Avaliação			Peso relativo (Pr)	Total
1	Legalidade de localização	Sim	1x Pr		0,487	0,000
		Não	0x Pr			
2	Mesa ou esteira de triagem	Sim	1x Pr		0,538	0,000
		Não	0x Pr			
3	Balança funcional	Sim	1x Pr		0,465	0,000
		Não	0x Pr			
4	Baías ou galpão para material triado	Sim	1x Pr		0,499	0,000
		Não	0x Pr			

Fonte: Vimieiro (2012).

Assim, foram estabelecidas faixas de enquadramento para as usinas em relação às condições observadas *in loco*, conforme apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Enquadramento das usinas pelo Indicador de Desempenho Operacional de UTC (IDUTC).

Valor do Indicador	Enquadramento
0,0 a 5,0	Condições Inadequadas
5,1 a 7,5	Condições Regulares
7,6 a 10,0	Condições Adequadas

Fonte: Vimieiro (2012).

5 METODOLOGIA

Para a elaboração deste trabalho, inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica visando à compreensão dos assuntos envolvidos no tema escolhido, permitindo maior embasamento teórico e a obtenção de subsídios para futuras proposições. Essa pesquisa foi feita por meio de consulta a normas, legislações, artigos técnicos e outras publicações. Além disso, também foram realizadas seis visitas técnicas à usina, além de consultas às informações disponíveis sobre a UTC estudada.

As etapas necessárias para o desenvolvimento desse estudo foram: caracterização da UTC estudada, avaliação da quantidade e qualidade dos materiais recicláveis, avaliação da quantidade e qualidade do composto orgânico, avaliação da percepção ambiental e das condições de trabalho dos trabalhadores e avaliação da UTC a partir do IQC e do IDUTC.

Após todas as etapas descritas, foi realizado o tratamento e a avaliação dos dados coletados para verificação das situações adequadas e inadequadas da UTC estudada. Estas informações serviram para a proposição de melhorias para a usina e análise da viabilidade da implantação de UTC em municípios de médio porte.

5.1 Caracterização da UTC Estudada

A implantação da UTC estudada teve como objetivo, de acordo com o seu Plano de Controle Ambiental (Prefeitura do município estudado, 2009), minimizar a quantidade de resíduos encaminhados para a disposição final, recuperando os materiais potencialmente recicláveis dos resíduos domiciliares coletado pelo serviço público de limpeza urbana, de uma população já inicialmente maior que 10 mil habitantes, que gerava em torno de 1,7 toneladas de resíduos por dia, reinserindo-os através da sua venda ao ciclo produtivo no segmento da reciclagem. Vale à pena ressaltar que, o nome do município não foi divulgado por motivos de segurança, uma vez que, não foi autorizado.

A usina foi inaugurada em 2001, com a Licença de Operação Nº 262, com validade fixada em 25/05/2009, e em 2002, recebeu apoio financeiro do ICMS Ecológico. A partir de então, a renovação da Licença de Operação Nº 262, foi

realizada através da Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF) N^o 109.799/2009, sendo a primeira emitida em 27/03/2009 (Prefeitura do município estudado, 2009).

Em 2001, a usina era composta pela seguinte infra-estrutura (Prefeitura do município estudado, 2009), como mostrado na Figura 10:

- Portaria com controle de fluxos de entrada;
- Muro nas fronteiras de empreendimento com as vias públicas;
- Sede administrativa com cozinha e sanitários;
- Pátio de descarga coberto;
- Sistema de tratamento de efluentes sanitários;
- Esteira de seleção e triagem com área de acondicionamento coberta;
- Galpão de recicláveis com vestiários;
- Pátio de compostagem impermeabilizado;
- Valas de aterramento de rejeitos;

Figura 10 - Planta da UTC estudada.

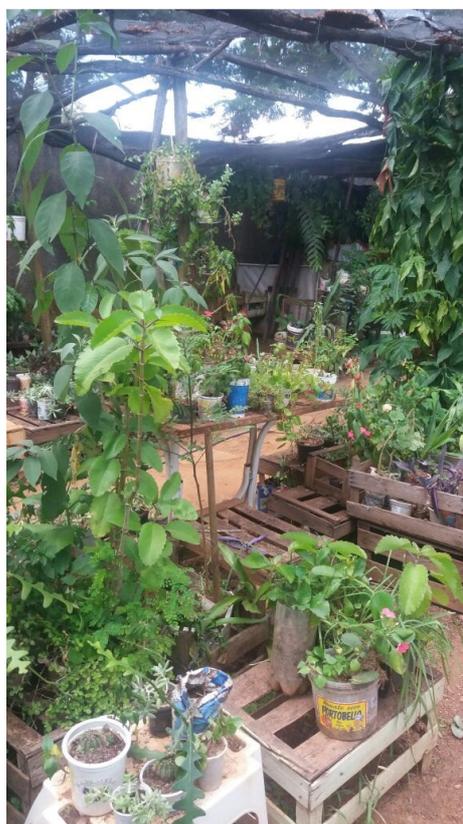


Fonte: Prefeitura do município estudado (2015).

De acordo com o Plano de Controle Ambiental (Prefeitura do município estudado, 2009), foram implantados outros equipamentos e feitas melhorias, ao longo de operação da usina, com o objetivo de aumentar os ganhos ambientais na usina, tais como:

- Implantação de viveiros de mudas (Figura 11);
- Implantação do sistema de drenagem pluvial;
- Expansão do sistema de drenagem do percolado;
- Implantação da cerva verde ao longo das fronteiras não habitadas.

Figura 11 - Viveiro de mudas da UTC estudada.



Fonte: Autora.

Porém, alguns desses elementos da estrutura da usina foram alterados ou retirados ao longo do tempo. Por exemplo, atualmente, a usina não possui mais o sistema de tratamento de efluentes sanitários o qual, atualmente, é direcionado a uma fossa séptica. O sistema de drenagem pluvial e do percolado não existe mais, e as valas de aterramento de rejeitos foram esgotadas (as quais funcionaram pelos primeiros anos da usina, localizadas dentro do próprio empreendimento). Após o

encerramento do uso das valas, no final do primeiro semestre de 2009 devido, principalmente, ao aumento da população local com o crescimento da população cercária da primeira unidade de presídio do município, que foi projetada para abrigar 808 presos, mas em 2010 já contava com mais de 2.000 reclusos (DUARTE, 2010) e também devido a inauguração de uma segunda unidade de presídio no município em 2009 com capacidade de abrigar 754 presos (LIMA, 2010), inicialmente, mas que em 2011 já abrigava 1740 pessoas (JUSBRASIL, 2011), a Prefeitura Municipal firmou um convênio com a empresa proprietária de um Aterro Sanitário privado, para disposição final dos rejeitos oriundos da usina que permanece em vigor.

Além disso, de acordo com o Relatório de Caracterização da usina (Prefeitura do município estudado, 2015), foram inseridos, ao longo de sua operação, máquinas e equipamentos para seu melhor funcionamento que permanecem na UTC até os dias atuais como:

- Tambores para armazenamento de materiais já separados;
- Prensa vertical (Figura 12);
- Carrinho para transporte de composto;
- Carrinho para transporte de composto
- Pás;
- Enxadas;
- Vassouras;
- Pá carregadeira;
- Termômetro.

Figura 12 - Prensa vertical da UTC estudada.



Fonte: Autora.

Todo o resíduo gerado pela população do município, incluindo aquele gerado na unidade prisional em funcionamento no município, é coletado por três caminhões diariamente tripulados por três funcionários cada, em roteiros preliminarmente definidos pelo Departamento de Limpeza Urbana (Prefeitura do município estudado, 2009). Os resíduos são descarregados no pátio coberto existente no nível mais elevado da usina, como mostrado na Figura 13 a seguir.

Figura 13 - Pátio coberto para recebimento de resíduos na UTC estudada.



Fonte: Autora.

Após o descarregamento dos caminhões no pátio, os resíduos são conduzidos para um funil metálico (Figura 14) por dois funcionários, por meio de ancinhos e rastelos, de modo a alimentar, por gravidade, a esteira eletromecânica de catação e seleção (Prefeitura do município estudado, 2009), o que acontece até hoje em dia com a ajuda adicional de uma enxada e bambu para pressionar os resíduos no funil.

Figura 14 - Funil metálico da UTC estudada



Fonte: Autora.

Os resíduos, após passarem pelo funil metálico, chegam à esteira, cuja velocidade é variável e controlada de acordo com a demanda de RSU em espera e a velocidade de seleção dos funcionários localizados nas suas laterais (Prefeitura do município estudado, 2009). Anteriormente, havia 55 funcionários responsáveis pela seleção e triagem dos materiais que se dividiam em dois turnos. Porém, devido à mudança da gestão política, o cenário atual mudou, como mostrado na Tabela 4, em que a usina conta com 52 funcionários trabalhando oito horas por dia, com uma hora de almoço.

Tabela 4 - Composição dos turnos de trabalho dos funcionários da UTC estudada.

ANO	TURNO	HORÁRIO	Nº DE FUNCIONÁRIOS
2009	MANHÃ	7:00 - 14:40	30
	TARDE	13:00 - 21:00	25
2017	DIURNO	6:50 - 15:50	52

Fonte: Autora.

*Dados obtidos da Prefeitura do município estudado.

Além dos materiais recicláveis, são separados na esteira a matéria orgânica e o rejeito. Tais materiais são acondicionados separadamente, sendo a matéria orgânica destinada ao pátio de compostagem e o rejeito, atualmente, destinado ao acúmulo em uma caçamba estacionária, como mostrado nas Figuras 15 e 16, para posterior encaminhamento ao Aterro Sanitário.

Figura 15 - Caçamba estacionária para acúmulo de rejeitos na UTC estudada.



Fonte: Autora.

Figura 16 - Pátio de compostagem da UTC estudada.



Fonte: Autora.

Após a triagem, os materiais recicláveis que foram selecionados e recuperados ao longo da esteira são acondicionados em *bag's*, caixas ou carrinhos, de acordo com o tipo e o volume gerado e são destinados às baias de acúmulo como mostrado na Figura 17, para posterior pesagem e prensagem (Prefeitura do município estudado, 2009). Após esse processo, são enfardados e acondicionados na área de expedição enquanto aguardam para a retirada pelo comprador, o qual é escolhido através de leilões realizados pela Prefeitura do município.

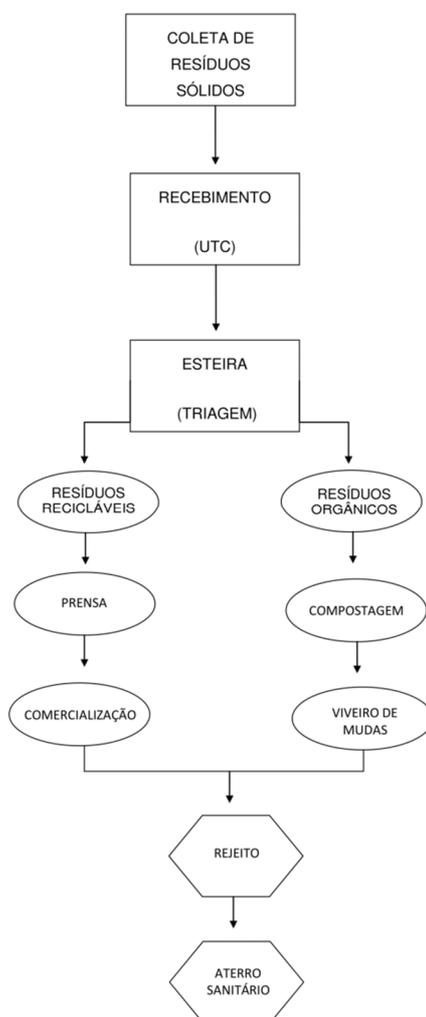
Figura 17 - Baias de acúmulo de materiais recicláveis segregados na UTC estudada



Fonte: Autora.

Assim, todo o processo da usina é exemplificado a seguir pela Figura 18.

Figura 18 - Fluxograma do processo realizado na UTC estudada.



Fonte: Prefeitura do município estudado (2015).

Com objetivo de aumentar a eficiência da usina, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente do município estudado iniciou projetos de educação ambiental nos quais estavam incluída a implantação da coleta seletiva dos resíduos sólidos urbanos (Prefeitura do município estudado, 2015). Assim, foram iniciados projetos comunitários de educação ambiental apoiado pela Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA), órgão do Governo Japonês responsável pela Assistência Oficial para o Desenvolvimento (ODA), por meio de parceria firmada a partir do Programa de Parceria Brasil-Japão (JBPP). Este órgão apoia o

crescimento e a estabilidade sócio-econômica dos países em desenvolvimento para a construção de cidades limpas de menor impacto ambiental, utilizando a tecnologia japonesa (AGENCY, 2017).

Esses projetos foram implantados na região central do município realizados porta a porta e nas escolas infantis que contavam com a música da campanha ensinando a separar os resíduos corretamente e com a presença das mascotes da campanha: Garrafa Pet Bull (mascote do resíduo seco), Chuchu Beleza (mascote do resíduo úmido) e Zé rolinho (mascote do rejeito) apresentado na Figura 19.

Figura 19 - Mascote da coleta seletiva do município estudado.



Fonte: Secretaria do Meio Ambiente do município (2017).

Além disso, foram distribuídos *folders* explicativos, durante a campanha, sobre os resíduos “úmidos”, “secos” e os rejeitos, instruindo a população sobre como separá-los. No momento da coleta, os resíduos “úmidos” eram identificados com um barbante, tecido ou uma corda amarrada no saco ou sacola, por exemplo. Assim, os resíduos orgânicos não se misturavam com aqueles potencialmente recicláveis, melhorando a qualidade do composto orgânico gerado na usina, diminuindo a quantidade de rejeitos e assegurando maior segurança aos trabalhadores da unidade.

Porém, atualmente os projetos de educação ambiental não acontecem mais no município, devido a fatores administrativos, o que acarreta maior dificuldade no gerenciamento dos resíduos sólidos gerados.

Assim, por esse motivo, a massa de rejeito que é encaminhado ao Aterro Sanitário aumenta. Além disso, a usina também gera outros aspectos ambientais negativos, de acordo com o Plano de Controle Ambiental da UTC estudada (Prefeitura do município estudado, 2009) tais como:

- Ruídos: devido, principalmente, ao trânsito de máquinas e caminhões;
- Efluentes líquidos: esgoto sanitário, coleta pluvial e de limpeza, e chorume;
- Poeira: devido, principalmente, pelo revolvimento dos montes no pátio de compostagem e peneiramento do composto;
- Mau-cheiro e moscas: está presente principalmente na área de recebimento, triagem e pátio de compostagem devido aos resíduos;
- Vizinhança: afetada, principalmente, com ruídos, poeira e mau-cheiro.

Porém, a usina também gera aspectos ambientais positivos, como: a geração de emprego diretos e indiretos, proporcionando para o município ganhos econômicos e sociais, como também vantagens diretas com a diminuição de aterramento de resíduos, gerando melhorias sanitárias, ambientais e econômicas.

5.2 Avaliação da quantidade dos materiais recicláveis

Nesta etapa, foi avaliada, por meio de verificação de relatórios técnicos de monitoramento enviados ao órgão ambiental, a eficácia da usina em relação à quantidade de material reciclável segregado, como vidro, papel, papelão, plástico e metal. Para tal, foram obtidas e analisadas as quantidades trimestrais de resíduos que foram levados para usina e as quantidades de materiais recicláveis que foram reaproveitadas durante sua operação, dados esses fornecidos pela Prefeitura do município. Essas proporções foram comparadas com valores encontrados na literatura para reaproveitamento de materiais recicláveis em UTC.

5.3 Avaliação da qualidade dos materiais recicláveis

Foi avaliada, nesta etapa, a qualidade dos materiais recicláveis segregados na usina, como vidro, papel, papelão, plástico e metais. Para isto, foi necessário realizar diversas visitas técnicas à UTC estudada para verificação *in loco* e inspeção visual da condição dos materiais recicláveis, realizando-se o registro fotográfico desses. Foram levantados, ainda, os principais fatores que influenciam na qualidade constatada dos materiais.

5.4 Avaliação da quantidade do composto orgânico

Para a avaliação da quantidade do composto orgânico gerado, nesta etapa foram utilizados os relatórios técnicos de monitoramento enviados ao órgão ambiental, fornecidos pela Prefeitura do município, para analisar as quantidades trimestrais de matéria orgânica que chegaram à usina e as quantidades de composto orgânico gerado a partir dela. Essas proporções foram comparadas com valores encontrados na literatura para geração de composto orgânico em UTC.

5.5 Avaliação da qualidade do composto orgânico

Nesta etapa, pretendeu-se avaliar a qualidade do composto orgânico que é gerado pela compostagem realizada na UTC, a partir dos parâmetros de qualidade físico-químicos e biológicos que devem ser levantados no monitoramento da usina, tais como: densidade, pH, sólidos voláteis, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) carbono total (C), análises bacteriológicas e de metais pesados. Buscou-se comparar os valores desses parâmetros com os limites estipulados em legislação para verificação da conformidade.

5.6 Avaliação da percepção ambiental e das condições de trabalho dos trabalhadores da UTC

Foram aplicados, nesta etapa, questionários para uma amostra de funcionários da usina, com o objetivo de abordar questões como a percepção ambiental e das condições de trabalho dos trabalhadores da usina, tais como a importância da reciclagem dos materiais e da geração do composto orgânico, as condições do ambiente de trabalho em relação à infra estrutura, EPI fornecidos, dentre outras, como mostrado na Figura 20.

Figura 20 – Formulário de entrevista semi-estruturada realizada com os trabalhadores da UTC estudada.

Formulário – Trabalhadores da UTC	
Data:	Funcionário:
Perguntas	
Pergunta 01: Você recebeu treinamento ao entrar na usina? Sim: Não: Resp:	
Pergunta 02: Quais equipamentos de proteção individual você usa? Luva, máscara, avental e bota/todos exceto luva/todos exceto máscara/todos exceto luva e máscara. *Todos: Luva, máscara, avental e bota. Resp:	
Pergunta 03: O que você acha das condições gerais de trabalho na usina? Boas: Médias: Ruins: Resp:	
Pergunta 04: Você considera importante o seu trabalho na usina? Sim: Não: Resp:	
Pergunta 05: Você considerava importante o trabalho na usina para a preservação do meio ambiente antes de entrar na UTC? Sim: Não: Resp:	
Pergunta 06: O que você acha da remuneração dada pelo trabalho? Ruim: Boa: Muito boa: Resp:	
Pergunta 07: Qual era sua atividade antes de entrar para usina? Desempregado/diarista/varredor de rua/empresa/outros: Resp:	

Fonte: Autora.

Foram considerados apenas os funcionários que trabalham dentro da usina, assim a população total estudada foi de 52 trabalhadores. O erro amostral foi calculado apenas após a aplicação dos questionários, utilizando-se o software de calculadora amostral, uma vez que foram entrevistados somente aqueles que se dispuseram a colaborar com a pesquisa. Assim, foram 27 colaboradores entrevistados, definindo uma amostra necessária de 24 funcionários com erro

amostral de 15% em que seu cálculo está representado na Figura 21. Assim, as três primeiras entrevistas foram desprezadas do resultado final, já que a aplicação teve como objetivo identificar problemas que justificassem a modificação ou eliminação de alguma pergunta presente no questionário, o qual não precisou ser alterado.

Figura 21 - Cálculo da amostra de trabalhadores entrevistados da UTC estudada.

Cálculo Amostral
Calculadora on-line

Erro amostral:	<input type="text" value="15"/>	%	
Nível de confiança:	<input type="radio"/> 90%	<input checked="" type="radio"/> 95%	<input type="radio"/> 99%
População:	<input type="text" value="52"/>		
Percentual máximo:	<input type="text"/>	%	
Percentual mínimo:	<input type="text"/>	%	
<input type="button" value="Calcular"/>			
Amostra necessária:	<input type="text" value="24"/>		

Fonte: Santos (2017).

5.7 Avaliação da UTC a partir de índices/ indicadores

Esta etapa consistiu na avaliação das condições operacionais e de infraestrutura da usina através do IQC e do IDUTC.

5.8 Propostas de melhorias para a UTC estudada

Foram analisados, nesta etapa, os parâmetros de verificação do IQC e do IDUTC que estão em desacordo e assim, foram propostas melhorias para adequação da situação, quando possível.

5.9 Analisar a viabilidade da instalação de UTC em municípios de médio porte

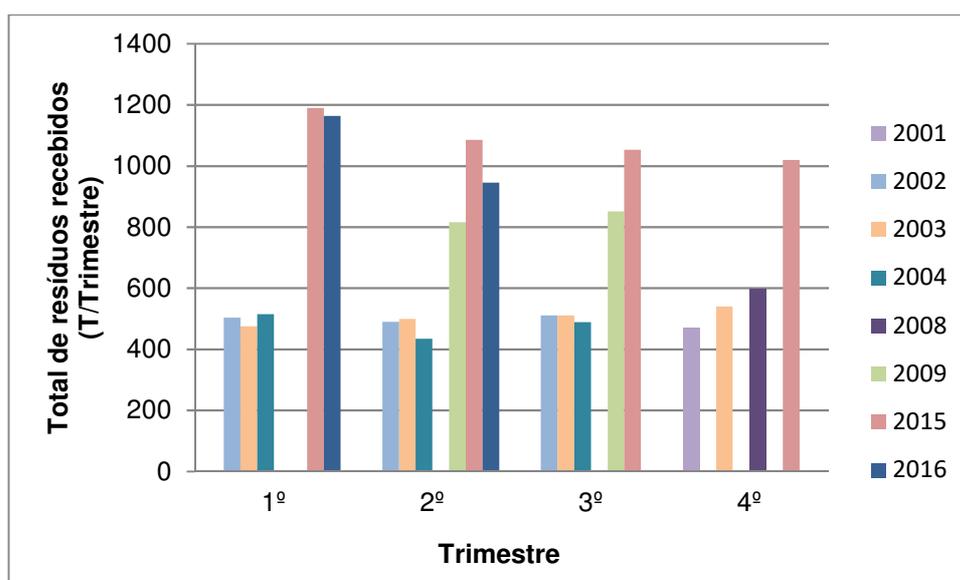
Após a análise das visitas técnicas, da avaliação dos materiais recicláveis e do composto gerado, da aplicação do índice/indicador e de todo estudo realizado durante o trabalho, foi possível inferir sobre a viabilidade da instalação de uma UTC em municípios de médio porte.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Avaliação da quantidade dos materiais recicláveis

A partir da verificação de relatórios técnicos de monitoramento enviados a cada três meses ao órgão ambiental responsável, foi possível obter a relação de quantidades de materiais recicláveis e rejeitos da usina. Porém, muitos relatórios consultados não foram completamente preenchidos, sendo as análises, apresentadas a seguir, realizadas com os valores disponíveis nos documentos, como mostrado nas tabelas do Apêndice A e B, relativas às Figuras 22 e 24.

Figura 22 - Quantidade de resíduos que chegam à UTC estudada (T/Trimestre).



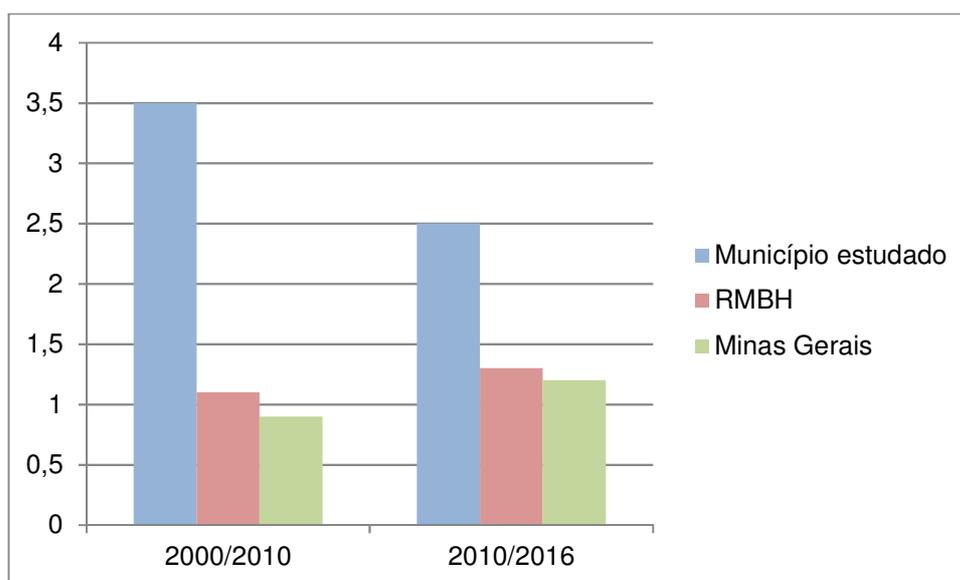
Fonte: Autora.

*Dados obtidos da Prefeitura do município estudado.

Foi possível observar, na Figura 22, o crescimento da quantidade de resíduos que chegaram à usina estudada nos últimos anos, a partir dos dados obtidos dos relatórios de monitoramento. No primeiro ano de funcionamento, a usina recebeu cerca de 500 toneladas de RSU por trimestre, sendo que manteve essa média até o ano de 2008. A partir de 2009, a usina começou a receber uma quantidade cada vez maior de resíduos coletados, devido o aumento da população local com a inauguração da unidade de presídio no município neste ano e o

aumento crescente da população cercaria das duas unidades presentes no município como, mostrado na Figura 23. Em 2016, chegou a receber por volta de 1100 toneladas no primeiro e segundo trimestre, sendo uma média de 12.000kg/dia.

Figura 23 - Taxa de crescimento demográfico do município da UTC estudada (% ao ano).



Fonte: Autora.

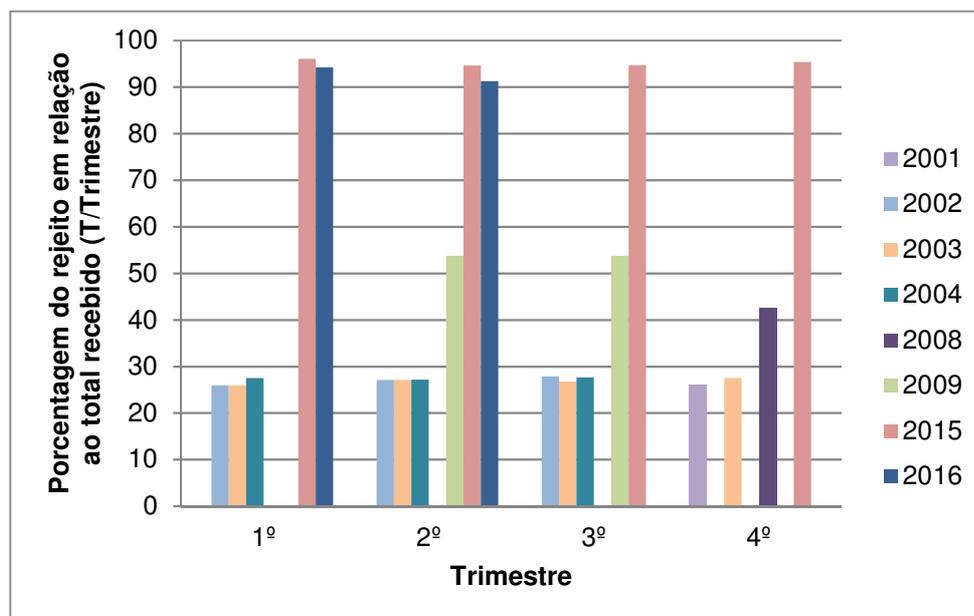
*Dados obtidos do Plano Diretor do município estudado (PREFEITURA DO MUNICÍPIO, 2017)

Pode-se observar a expansão da quantidade de rejeitos gerados na UTC, na Figura 24. No primeiro ano de funcionamento da usina (2001), foram encaminhados para a vala, em um trimestre, aproximadamente 25% do total de resíduos recebidos na unidade. Já em 2016, foram encaminhados para o Aterro Sanitário, mais de três vezes a quantidade de rejeitos de 2001, o que corresponde a aproximadamente 90% dos resíduos recebidos na UTC. Pode-se inferir que, este aumento significativo de rejeitos se deve principalmente pela ausência da coleta seletiva do município, que prejudica diretamente a eficácia da usina, e pelo aumento significativo da população local.

De acordo com estudos realizados por Barbosa (2004) e Savi e Leal (2004), mencionados no item 4.3.2, foram gerados 77,3% e 44,3% de rejeitos em relação ao total de resíduos recebidos, respectivamente nas usinas estudadas, o que é dito

como baixa eficiência, de acordo com Vimieiro (2012), logo a eficiência da usina estudada também pode ser considerada baixa no ano de 2016.

Figura 24 - Porcentagem de rejeito em relação ao total de resíduos recebidos na UTC estudada (T/Trimestre).



Fonte: Autora.

*Dados obtidos da Prefeitura do município estudado.

A partir dos dados obtidos pelos relatórios mostrados no Apêndice C, observa-se, na Tabela 5, que o papel, papelão e plástico possuem maiores valores, seguidos do metal e do vidro. Ressalta-se o decaimento dos valores ao passar do tempo, no primeiro ano de funcionamento da usina, aproximadamente 39% do total de resíduo recebido foi reciclado, que em comparação aos estudos realizados por Barbosa (2004) e Savi e Leal (2004), apresenta-se uma boa eficiência já que, apenas 6,8% e 7,5% do total recebido eram considerados materiais recicláveis nas usinas estudadas, respectivamente. Porém, em relação ao ano de 2016, em que a quantidade de materiais recicláveis caiu para cerca de 5,5% do total, mostra-se um mal desempenho da separação dos materiais recicláveis, fato possivelmente explicado pela carência de coleta seletiva nos últimos anos, prejudicando a separação dos materiais recicláveis na esteira de triagem.

Tabela 5 - Porcentagem de materiais recicláveis em relação ao total recebido na UTC estudada (t/trimestre).

PAPEL E PAPELÃO								
	2001	2002	2003	2004	2008	2009	2015	2016
1º	-	14,3	14,2	14,3	-	-	3,3	2,6
2º	-	14,3	14,3	14,3	-	2,9	2,4	3,3
3º	-	14,3	14,3	14,3	-	2,9	3,0	-
4º	14,3	-	14,3	-	14,3	-	2,7	-

VIDRO								
	2001	2002	2003	2004	2008	2009	2015	2016
1º	-	4,1	4,3	4,1	-	-	0,2	0,2
2º	-	4,1	4,1	4,0	-	0,6	0,3	0,3
3º	-	4,1	4,1	4,1	-	0,6	0,3	-
4º	4,1	-	4,1	-	4,1	-	0,3	-

PLÁSTICO								
	2001	2002	2003	2004	2008	2009	2015	2016
1º	-	12,3	12,5	12,4	-	-	0,4	1,2
2º	-	12,6	12,4	12,6	-	4,6	1,8	1,3
3º	-	12,5	12,4	12,4	-	4,6	1,4	-
4º	12,4	-	12,4	-	12,4	-	1,2	-

METAL								
	2001	2002	2003	2004	2008	2009	2015	2016
1º	-	8,3	9,7	8,3	-	-	0,0	0,7
2º	-	8,3	8,2	8,3	-	0,8	0,9	0,5
3º	-	8,3	8,3	8,3	-	0,8	0,8	-
4º	8,3	-	8,3	-	8,3	-	0,4	-

Fonte: Autora.

*Dados obtidos da Prefeitura do município estudado.

É importante ressaltar que os valores preenchidos na Tabela 5, na maioria das vezes se repetem durante o ano para o mesmo material, por exemplo, o valor de 12,4% para o ano de 2003 para o plástico. Há também valores quase nulos em alguns anos, divergindo da tendência dos outros anos para o mesmo material, como o primeiro trimestre de 2015 para o metal. Além do mais, muitos dados não foram preenchidos e há valores iguais em anos subseqüentes como o valor de 14,3% em 2002, 2003 e 2004 para papel e papelão. Tais fatos chamam a atenção e geram uma reflexão sobre a metodologia adotada para coleta desses dados, que têm por objetivo o monitoramento do desempenho da UTC e devem ser enviados regularmente para o órgão ambiental responsável.

6.2 Avaliação da qualidade dos materiais recicláveis

De acordo com o Relatório de Caracterização da UTC estudada (Prefeitura do Município estudado, 2015) e com a observação realizada *in loco*, após a seleção dos materiais recicláveis ao longo da esteira, eles são acondicionados em *bag's*, baldes plásticos ou carrinhos, onde serão destinados à outra triagem. Assim, os funcionários fazem uma triagem mais rigorosa dentro do galpão para posterior prensagem, enfardamento e acondicionamento. A triagem baseia-se na natureza física (seco ou úmido), constituição (tipos de plástico, papel, metal) ou composição (orgânico ou inorgânico) do material, sendo eles:

- Papéis brancos provindos de escritórios e escolas: são rasgados de forma manual e prensados separadamente dos demais tipos de papéis;
- Latinhas de alumínio são prensadas e armazenadas;
- Embalagens longa vida, como caixas de leite e sucos: são prensadas separadamente dos papelões;
- Jornais: são prensados separadamente de outros tipos de papéis, como revistas;
- Tampas de garrafas de PET: são retiradas manualmente e acondicionadas em uma bombona e as garrafas, propriamente ditas são prensadas;
- Garrafas de óleo vegetal: são prensadas todas juntas;
- Revistas e papéis coloridos: são separados e rasgados manualmente para posterior prensagem;
- Frascos de detergente, produtos de beleza, entre outros: são prensados separadamente.

Os materiais recicláveis, após serem triados e prensados, são armazenados como mostra a Figura 25, para posterior comercialização, que é realizada através de um leilão realizado pela Prefeitura do município da UTC estudada.

Figura 25 - Material reciclável armazenado na UTC estudada.



Fonte: Autora.

A partir das seis visitas realizadas na UTC estudada ao longo do ano, foi possível avaliar a qualidade dos materiais recicláveis segregados na usina, como papel, papelão, plástico e metais, realizando-se o registro fotográfico desses materiais, como mostrado nas Figuras 26, 27, 28, 29, 30 e 31 e levantando-se os principais fatores que influenciam nas características de qualidade constatadas no local.

Figura 26 - Papel branco separado na UTC estudada.



Fonte: Autora.

Figura 27 - Papelão separado na UTC estudada.



Fonte: Autora.

Figura 28 - Embalagens longa vida separadas na UTC estudada.



Fonte: Autora.

Figura 29 – Latinhas de alumínio separadas na UTC estudada.



Fonte: Autora.

Figura 30 – Embalagens de detergente separadas na UTC estudada.



Fonte: Autora.

Figura 31 - Embalagens de alumínio “marmitex” separada na UTC estudada.



Fonte: Autora.

Figura 32 – Nova separação dos materiais vindos da esteira de triagem da UTC estudada.



Fonte: Autora.

Foi possível observar que os fardos dos materiais recicláveis separados possuem boa qualidade, uma vez que não foram observados outros materiais misturados. Isso ocorre porque, após a separação desses na esteira de triagem, são levados para uma segunda etapa de separação, mais seletiva, sendo assim prensados apenas materiais com características em comum, como mostrado na Figura 32. Apesar dos resíduos chegarem misturados à usina, devido à ausência de coleta seletiva pelo município, estes não possuem aspecto “sujo”, proveniente do possível contato com a matéria orgânica, indicando a boa qualidade do material a ser vendido.

6.3 Avaliação da quantidade de composto orgânico

Nesta etapa, foram utilizados relatórios técnicos de monitoramento enviados ao órgão ambiental, fornecidos pela Prefeitura do município, para analisar as quantidades trimestrais de matéria orgânica que chegaram à usina e as quantidades de composto orgânico gerado a partir dela, e compará-las com valores

encontrados na literatura para geração de composto orgânico em UTC. Como observado na Tabela 6, resumo da tabela apresentada no Apêndice D, muitos relatórios não foram devidamente preenchidos, sendo realizadas com os dados disponíveis.

Tabela 6 - Porcentagem de matéria orgânica, composto maturado e rejeito orgânico obtido em relação ao total de resíduos recebido na UTC estudada (t/trimestre).

1º TRIMESTRE								
	2001	2002	2003	2004	2008	2009	2015	2016
MATÉRIA ORGÂNICA	–	33,2	32,6	33,0	–	–	–	2,1
COMPOSTO MATURADO	–	33,2	31,4	31,5	–	–	–	1,0
REJEITO ORGÂNICO	–	0	1,2	1,5	–	–	–	1,0

2º TRIMESTRE								
	2001	2002	2003	2004	2008	2009	2015	2016
MATÉRIA ORGÂNICA	–	33,0	33,0	32,9	–	45,0	–	6,8
COMPOSTO MATURADO	–	31,8	32,0	31,7	–	29,2	–	3,4
REJEITO ORGÂNICO	–	1,1	1,0	1,2	–	15,8	–	3,4

3º TRIMESTRE								
	2001	2002	2003	2004	2008	2009	2015	2016
MATÉRIA ORGÂNICA	–	33,1	33,0	33,0	–	45,0	–	–
COMPOSTO MATURADO	–	31,2	32,3	31,3	–	29,3	–	–
REJEITO ORGÂNICO	–	1,9	0,7	1,7	–	15,7	–	–

4º TRIMESTRE								
	2001	2002	2003	2004	2008	2009	2015	2016
MATÉRIA ORGÂNICA	33,0	–	33,0	–	33,0	–	–	–
COMPOSTO MATURADO	33,0	–	31,4	–	16,5	–	–	–
REJEITO ORGÂNICO	0	–	1,5	–	16,5	–	–	–

Fonte: Autora.

*Dados obtidos da Prefeitura do município estudado.

Com os dados obtidos pelos relatórios, mesmo com a falta de alguns valores, observa-se uma tendência homogênea até o ano de 2008, em que a usina triou por volta de 33% de matéria orgânica em relação ao total de resíduos sólidos

recebidos e gerou como rejeito do composto orgânico aproximadamente 1,5%. No ano de 2009, com o aumento da população devido à inauguração de uma unidade de presídio do município, houve também um crescimento expressivo da quantidade de matéria orgânica, chegando a 45% do total de resíduos recebidos. Foi observado também, um decréscimo bem significativo no ano de 2016, em que a usina triou cerca de 2 a 7% de matéria orgânica, valor muito abaixo dos dados apresentados nos estudos de Barbosa (2004) e Savi e Leal (2004), mencionado no item 4.3.2, em que era destinado para compostagem 18,4% e 40% do total recebido nas usinas, respectivamente. Esse decréscimo talvez possa ser explicado pela falta da coleta seletiva no município, uma vez que a não separação dos resíduos dificulta a triagem dos mesmos e também devido ao aumento populacional que sobrecarregou a UTC.

6.4 Avaliação da qualidade do composto orgânico

Para a avaliação da qualidade do composto orgânico é necessário que se analise os parâmetros de qualidade físicos, físico-químicos e biológicos que deveriam ser levantados no monitoramento da usina e encaminhados para o órgão ambiental responsável, tais como: densidade, pH, sólidos voláteis, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) carbono total (C), análises bacteriológicas e de metais pesados.

A Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF) é um processo mais simples e rápido para a regularização de empreendimentos ou atividades considerados de impacto ambiental não significativo, como as UTC, devido ao porte e potencial poluidor que essas unidades em geral apresentam. Porém, este tipo de licenciamento não exclui a necessidade de monitoramento das atividades realizadas pelo empreendimento, como especificado em um dos documentos demandados para a sua solicitação, o Termo de Responsabilidade, assinado pelo titular do empreendimento (FEAM, 2017). Apesar disso, na usina estudada, não vem ocorrendo o monitoramento de tais fatores e assim, não foi possível comparar seus valores com os limites estipulados em legislação para verificação da conformidade.

Foi possível avaliar o composto gerado na usina apenas a partir de seu aspecto físico, observando visualmente se havia a presença de materiais inertes misturados, através de registro fotográfico realizado durante as visitas na usina ao longo do ano.

A compostagem é realizada apenas com o material orgânico separado na esteira de triagem da usina, como mostrado na Figura 33.

Figura 33 - Material orgânico separado para compostagem na UTC estudada.



Fonte: Autora.

Como não há coleta seletiva no município, os materiais chegam misturados na usina, o que dificulta a separação na esteira de triagem. Por causa disso, chegam ao pátio de compostagem, além de matéria orgânica, muitos outros materiais inertes e não inertes, prejudicando o processo de compostagem e a qualidade do composto. A Figura 34 mostra a leira contaminada com outros materiais no pátio de compostagem.

Figura 34 - Leira no pátio de compostagem da UTC estudada.



Fonte: Autora.

A Figura 35 mostra o rejeito do composto orgânico final após passar pela peneira, última etapa do processo, no qual se observa grande quantidade de plásticos e outros materiais.

Figura 35 - Rejeito do composto orgânico na UTC estudada.



Fonte: Autora.

Apesar de passar pela peneira, no composto final ainda são encontrados muitos materiais inertes como pedaços de plásticos, cotonetes, tampinhas de garrafas, conforme mostrado na Figura 36, o que seria facilmente evitado se houvesse controle operacional de todo o processo de compostagem de acordo com Lelis e Pereira Neto (2001) conforme mencionado no item 4.1.3.2

Figura 36 - Composto orgânico final da UTC estudada.



Fonte: Autora.

Foi observado, durante a visita realizada na usina, que o composto gerado não possui odor, porém não apresenta uma coloração preta intensa e suas partículas não são finas como mostrada na Figura 36, sendo que, de acordo com Barreira (2005), mencionado no item 4.1.3.2, esses dois últimos itens caracterizam um composto orgânico de pior qualidade.

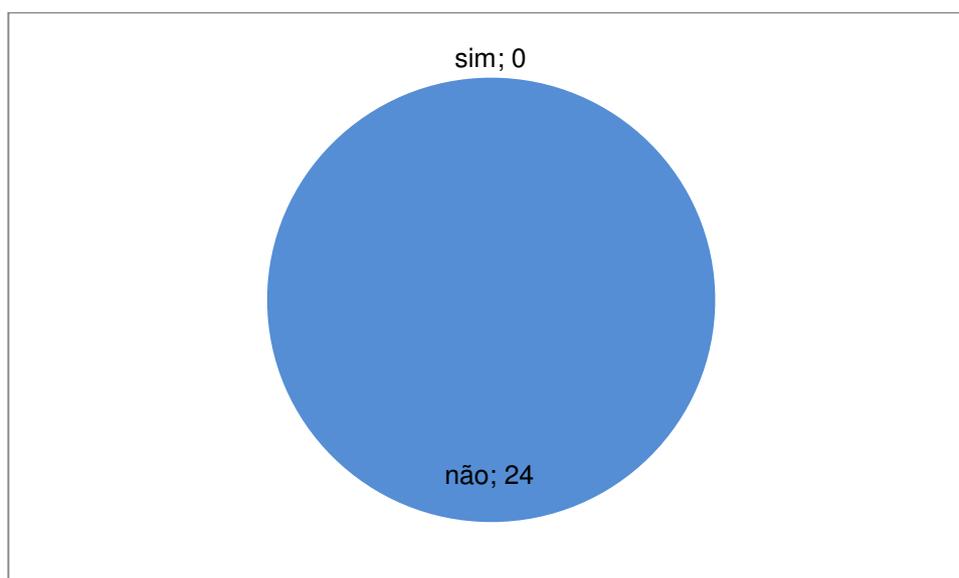
Assim, devido à possível má qualidade do composto final produzido na usina e por não apresentarem o monitoramento dos parâmetros físicos, físico-químicos, químicos e bacteriológicos, ele não pode ser comercializado. Além disso, a venda de composto orgânico de baixa qualidade geraria uma imagem “negativa” da usina de acordo com Lelis e Pereira Neto (2001) citado no item 4.1.3.2. Portanto, o composto gerado é usado como adubo no viveiro de mudas da própria usina e doado para moradores da região.

6.5 Avaliação da percepção ambiental e das condições de trabalho dos trabalhadores da UTC

No dia 05/08/2017, foi realizada a entrevista com 24 funcionários da UTC estudada, a fim de se obter mais informações sobre a percepção ambiental dos trabalhadores, das condições de trabalho na usina, entre outras questões que estão descritas no item 5.6.

A partir deste formulário, foi possível extrair informações quantitativas e qualitativas para um melhor entendimento dos assuntos abordados que, a seguir, serão discutidos. Ressalta-se que as respostas do pré-teste não foram contabilizadas para o resultado final do formulário, como explicado no item 5.6 e que, em geral, as respostas dos entrevistados se revelaram convergentes.

Figura 37 – Pergunta 1 : Você recebeu treinamento antes de entrar na usina ?



Fonte: Autora.

Todos os funcionários entrevistados relataram que aprenderam o trabalho na usina com os seus colegas mais experientes, ao acompanhar a execução das tarefas. Como previsto pela proposta da NR 37 é obrigatório o treinamento correto para iniciar as tarefas no serviço de limpeza urbana, ponto esse precário na usina, o que valida a afirmação de Lelis e Pereira Neto (2001), em que o treinamento nas usinas tem sido postergado.

“A tarefa não é difícil né, eu fiquei na esteira com todo mundo e fui aprendendo, se tivesse alguma dúvida eu perguntava e rapidinho já estava sabendo tudo.”

Figura 38 - Pergunta 2 : Quais equipamentos de proteção individual você usa?



Fonte: Autora.

*Todos: Luva, máscara, avental e bota.

De acordo com o Manual de Orientações Básicas para Operação de Usina de Triagem e Compostagem de Lixo (FEAM, 2006), é obrigatório o uso dos EPI, como luvas, máscaras, aventais e botas, desde a coleta até a disposição final dos resíduos, que estão descrito nas Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho - NR 6, com redação dada pela Portaria Nº 25, de 15/2001.

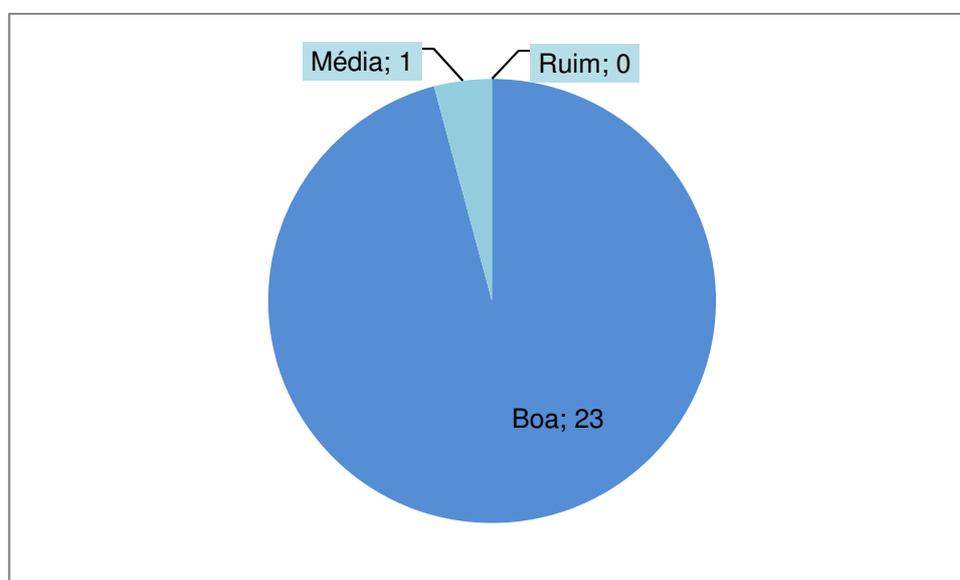
A UTC estudada fornece para seus funcionários os EPI necessários, de acordo com a Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais (FEAM). Porém, a maioria dos trabalhadores entrevistados alegou que, apesar de serem fornecidos, eles não usam todos os equipamentos, principalmente a máscara, por ser desagradável seu uso e por ser desnecessário. Já o avental e a bota foram considerados fundamentais, não tendo reclamações sobre o mesmo.

“Ah, eu uso tudo menos a máscara, eu não aguento ficar com ela muito tempo não, não acostumei não, e machuca. Não gosto.”

“A gente acostuma com o cheiro né, todo dia, o lixo não fica tão fedido assim.”

Além disso, apenas três entrevistadas, que trabalham na esteira, afirmaram usar todos os equipamentos fornecidos, por serem importantes para sua segurança na manipulação dos resíduos. Vale ressaltar também que, um entrevistado afirmou que, apesar de serem fornecidos os equipamentos sempre que eles precisam, as luvas não possuem uma boa qualidade, já que é preciso trocá-las com maior frequência, pois rasgam com muita facilidade o que causa micose em suas unhas por entrar em contato com os resíduos. Uma possível causa para esse fato seria a presença de materiais perfurocortantes na esteira de triagem devido à ineficácia da coleta seletiva no município, o que torna mais perigoso o manuseio desses resíduos sólidos.

Figura 39 - Pergunta 3 : O que você acha das condições gerais de trabalho na usina?



Fonte: Autora.

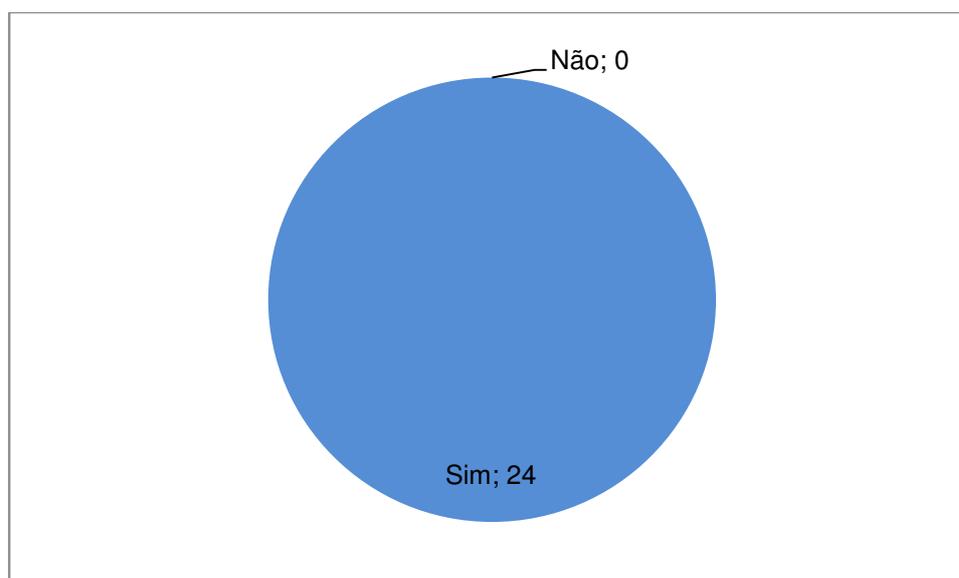
A maioria dos funcionários da usina acha as condições gerais de trabalho na UTC boas. Percebe-se a boa relação entre os funcionários da usina, de maneira geral, o que torna o ambiente de trabalho mais saudável.

“Eu adoro aqui, é como se fosse uma grande família, se eu vejo alguém discutindo com outro eu já vou lá puxar a orelha, e aí tudo volta ao normal”.

“Eu gosto, eu me dou bem com todo mundo, claro que tem aquele que é mais encrenca, mas a gente deixa pra lá, porque a gente não gosta de brigar”.

De acordo com a Organização Internacional do Trabalho (OIT) morrem, anualmente, dois milhões de pessoas decorrentes de acidentes e doenças de origem profissional que incluem as doenças ocupacionais que estão diretamente ligadas às condições de trabalho e atividades que o trabalhador desempenha (MESQUITA FILHO, 2013). Assim, nota-se a importância de manter boas condições de trabalho, evitando riscos a vida, à saúde física e mental do trabalhador.

Figura 40 - Pergunta 4 : Você considera importante o seu trabalho na usina?



Fonte: Autora.

A idéia de desvalorização do próprio trabalhador perante seu trabalho com resíduos é rompida com os resultados obtidos, visto que todos os entrevistados consideram importante o seu papel para a usina. Dessa maneira, reforça a sua contribuição social para o meio ambiente e apóia a dignidade do mesmo perante a sociedade, que muitas vezes não dá o suporte necessário por não saber a importância da usina e de seu trabalho. Assim, por considerarem sua atividade

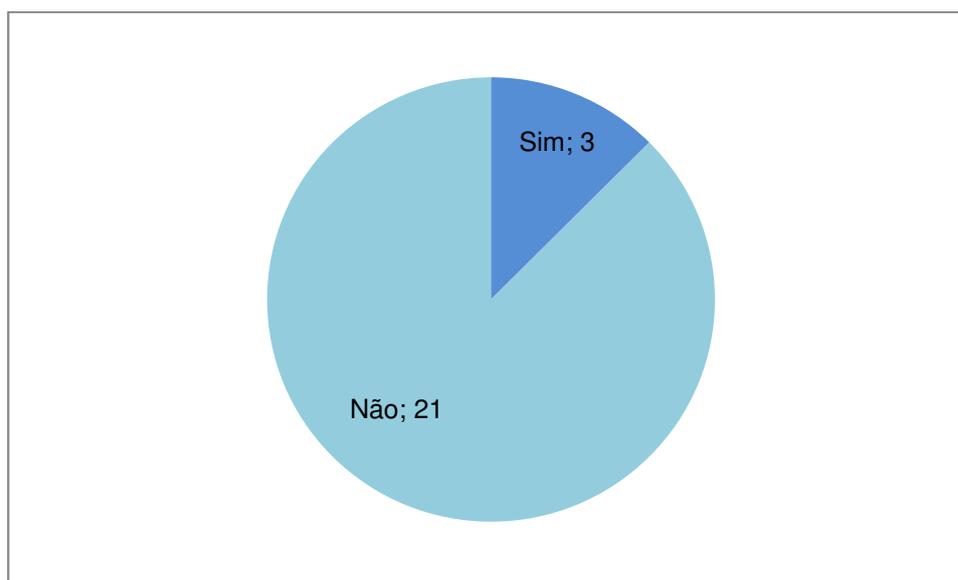
relevante, os trabalhadores da usina tendem a serem mais competentes e realizar o trabalho com uma maior boa vontade como mencionado por Grimberg e Blauth (1998) *apud* Barbosa (2004), no item 4.2.

“Ah, é importante, a gente vê tanta coisa boa que é jogada fora né, e aqui a gente pega e usa ela mais um pouquinho”.

“Eu acho importante uai, o tanto de papel que a gente vende, lata e tudo mais, que iria pro lixo agora a gente vende né”.

“Mas quem vê de fora, não acha. Eles não sabem o que a gente faz aqui, acham que a gente só mexe com o lixo da casa deles, mas ah ! Eles não sabem de nada.”

Figura 41 - Pergunta 5 : Você considerava importante o trabalho na usina para a preservação do meio ambiente antes de entrar na UTC?



Fonte: Autora.

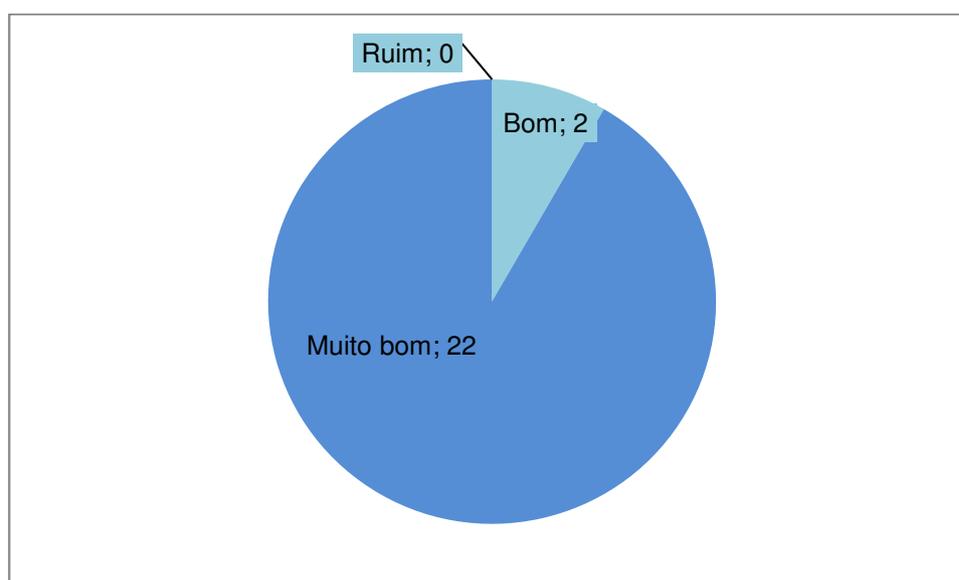
A maioria dos trabalhadores não considerava importante o trabalho na usina para a preservação do meio ambiente antes de entrar na UTC. Os três funcionários que relataram que já considerava importante este trabalho, já trabalhavam com materiais recicláveis ou como varredores de rua, por exemplo. Nota-se que há uma mudança de hábitos dos trabalhadores ao entrar para a usina, pois começaram a entender a importância da separação dos resíduos domésticos em cada domicílio

para facilitar e melhorar o trabalho deles na UTC. Assim, começaram a separar os resíduos em suas casas e ensinar para vizinhos e familiares a separarem também.

“Minha netinha veio aqui na usina, uns dias atrás, fazer visita da escola dela e aí ela chegou em casa e falou assim: Vó, eu já sabia tudo que a moça falou pra gente hoje, tudo que a senhora me ensinou, eu sabia tudinho.”

“Ah, antes de vir pra cá eu não separava nada não, porque demora né? Mas quando a gente vê aqui, todo o lixo que vem todo misturado, aí dá vontade de separar tudo lá em casa. Aí eu comecei a separar, já ensinei também lá na casa da minha sogra a separar também.”

Figura 42 - Pergunta 6 : O que você acha da remuneração dada pelo trabalho?



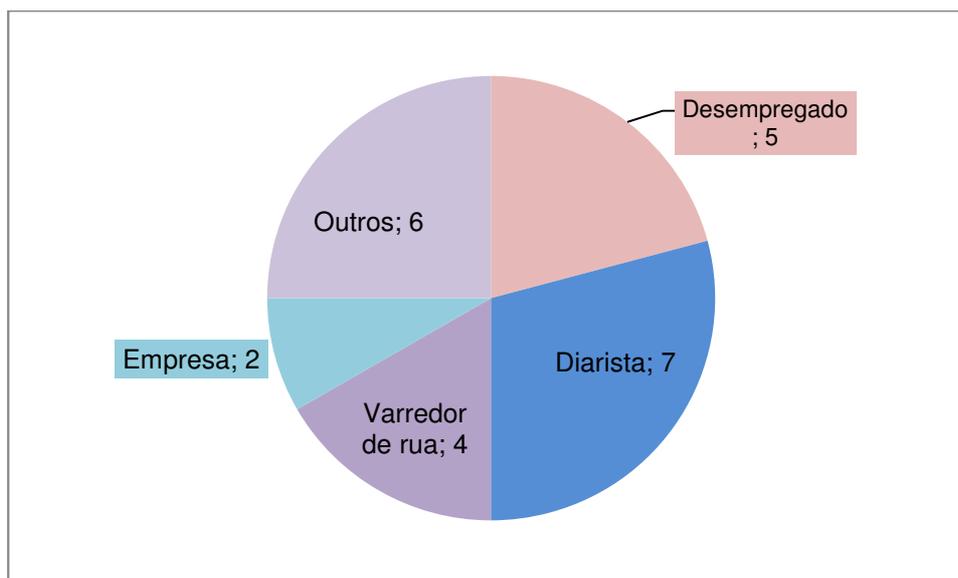
Fonte: Autora.

Como mencionado no item 4.2, a NR 15 (MTE, 1978), determina um adicional de 40% em relação ao salário mínimo para atividades que se relaciona com os resíduos sólidos, o que não acontece na UTC estuda. Em geral, os funcionários não reclamaram da remuneração do trabalho na UTC. Porém, alguns se queixaram do percentual de insalubridade recebido, que é baixo. A maioria afirmou que suas condições financeiras melhoram ao se tornarem funcionários da usina, por estarem desempregados ou encontrarem-se na informalidade.

“Pra mim foi bom vim pra cá, eu não estava trabalhando, às vezes tinha algum serviço pra faxina, mas agora o salário fica melhor.”

“Agora ficou melhor pra mim, tem décimo terceiro, aumento da insalubridade, pode tirar férias.”

Figura 43 - Pergunta 7 : Qual era sua atividade antes de entrar para usina?



Fonte: Autora.

Sabendo-se que a usina deveria atender as legislações vigentes, como a Deliberação Normativa COPAM nº 52/2001, que proibiu a presença de pessoas em locais de disposição final de resíduos para fim de catação de materiais recicláveis e atribuiu ao município a responsabilidade de criar alternativas adequadas para realização dessa atividade, poderia se esperar, desse modo, que a usina priorizasse a participação de pessoas envolvidas, anteriormente, com lixões, tendo assim, trabalhadores com uma maior experiência nesta área, como os catadores de materiais recicláveis. Porém, os trabalhadores da usina, em geral, trabalhavam em outro ramo de atividades, como diaristas, em empresas ou estavam desempregados. Nota-se, então, a perda da função social das usinas de triagem e compostagem, de reinserção de catadores de materiais recicláveis.

No entanto, é notável a importância da oportunidade de trabalho dada pela usina para os entrevistados, uma vez que uma parcela significativa estava

desempregada ou submetida a condições precárias de trabalho antes de entrar para a UTC, melhorando assim suas condições de vida.

6.6 Avaliação da UTC a partir de índices/ indicadores de desempenho

A UTC estudada foi visitada no dia 25/07/2017 para a avaliação das condições operacionais e de infraestrutura da unidade *in loco*, através do IQC e do IDUTC. O resultado do IQC foi de 7,0 pontos (Figura 44), que no enquadramento antigo ficou classificado como “condições controladas”. A fim de ser mais criteriosa com a classificação, a nova proposta de enquadramento do IQC em vigência, reduziu o número de condições estabelecidas, de três para duas (adequada e inadequada), sendo atribuída a classificação de “condições inadequadas” para a UTC estudada. Porém, esse valor corresponde ao limite entre as duas condições definidas e por mais que este índice seja objetivo, o valor encontrado sempre conterá um pequeno grau de subjetividade.

Já o IDUTC obteve 7,2 de pontuação (Figura 45), classificando a UTC na faixa de “condições regulares”, convergindo com o resultado do enquadramento antigo do IQC, em que ambas atribuí a UTC a classificação intermediária entre as três condições estabelecidas.

Figura 44 – Formulário de aplicação do Índice de Qualidade de Usina de Compostagem (IQC).

ÍNDICE DA QUALIDADE DE USINAS DE COMPOSTAGEM - IQC				
Município:		Data:		
Local:		Agência:		
Bacia Hidrográfica:		UGRHI:		
Licença: Li :	Lo: X	Técnico:		
1 Características do local	Proximidade de núcleos populacionais	Longe > 500m	4	
		Próximo	0	x
	Proximidade de corpos de água	Longe > 200m	4	x
		Próximo	0	
	Profundidade do lençol freático	Maior 3m de 1 a 3m	2	x
		de 0 a 1m	1	
	Permeabilidade do solo	Baixa	2	
		Média	1	x
	Condições de sistema viário, trânsito e acesso	Alta	0	
		Boas	2	x
	Isolamento visual da vizinhança	Regulares	1	
		Más	0	
	Legalidade de localização	Bom	2	x
		Mau	0	
	SUBTOTAL MÁXIMO	Permitido	4	x
		Proibido	0	
	Aterro Sanitário para rejeitos	Adequado	20	15
		Controlado	10	x
	Cercamento da área	Inexistente	0	
		Sim/Desnec	1	x
	Balança	Não	0	
		Sim/Desnec	1	x
	Portaria ou Guarita	Não	0	
		Sim/Desnec	2	x
	Controle de recebimento de cargas	Não	0	
		Sim	2	x
	Pilha de recepção ou tremonha	Sim	2	x
		Não	0	
	Esteira de catação	Sim/Desnec	4	x
		Não	0	
Pátio de cura	Sim/Desnec	5	x	
	Não	0		
Impermeabilização do pátio de cura	Sim	4	x	
	Não	0		
	Existente	5		
Equipamento para revide de leiras	Insuficiente	2	x	
	Inexistente	0		
Baías para material triado	Sim/Desnec	2	x	
	Não	0		
Cobertura das baías	Sim/Desnec	3	x	
	Não	0		
Prensas para material triado	Sim	2	x	
	Não	0		
Peneira para composto curado	Sim	1	x	
	Não	0		
Instalações de apoio	Boas	3	x	
	Regulares	1		
	Inexistentes	0		
Drenagem de líquidos	Sim	2		
	Não	0	x	
Drenagem de águas pluviais	Sim	2		
	Não	0	x	
Sistema de tratamento de líquidos	Sim	2		
	Não	0	x	
Monitoramento das águas subterrâneas	Sim	2		
	Não	0	x	
SUBTOTAL MÁXIMO		65	53	
3 Condições operacionais	Aspecto geral da usina	Bom	5	x
		Regular	3	
		Mau	0	
	Existência de moscas	Pouca	3	
		Normal	1	x
	Exalação de odores	Excessiva	0	
		Só prox leiras	5	
		Dentro usina	3	x
	Capacidade tremonha	Fora área usina	0	
		Suficiente	4	
	Triagem na esteira	Insuficiente	0	x
		Eficiente	6	
	Controle de revirada das leiras	Regular	3	x
		Inexistente	0	
		Eficiente	6	x
	Controle de umidade nas leiras	Regular	2	
		Inexistente	0	
	Controle de temperatura nas leiras	Eficiente	4	x
		Regular	2	
	Controle de ph nas leiras	Inexistente	0	
		Eficiente	4	
	Peneiramento depois da cura	Regular	2	x
		Inexistente	1	
	Qualidade do material reciclado	Bom	4	
		Regular	2	x
		Má	0	
	Funcionamento do sistema de drenagem de liq	Eficiente	4	
		Regular	2	
	Funcionamento do sistema de drenagem de águas	Inexistente	0	x
		Eficiente	2	
Funcionamento do sist de trat de líquidos	Regular	1		
	Inexistente	0	x	
	Eficiente	3		
TOTAL MÁXIMO		55	30	
TOTAL MÁXIMO		140	98	
IQC = SOMA DOS PONTOS / 14			7	

Fonte: Autora.

Figura 45 – Formulário de aplicação do Indicador de desempenho operacional de UTC (IDUTC).

INDICADOR DE DESEMPENHO OPERACIONAL DE UTC - IDUTC						
Município:						
Data:						
ÍTEM	PARÂMETRO	AVALIAÇÃO			PESO RELATIVO (Pr)	TOTAL
1	Legalidade de localização	Sim	1xPr	x	0,487	0,487
		Não	0xPr			
2	Mesa ou esteira de triagem	Sim	1xPr	x	0,538	0,538
		Não	0xPr			
3	Balança funcional	Sim	1xPr	x	0,465	0,465
		Não	0xPr			
4	Baías ou galpão para material triado	Sim	1xPr	x	0,499	0,499
		Não	0xPr			
5	Cobertura das baías ou galpão	Sim	1xPr	x	0,499	0,499
		Não	0xPr			
6	Prensa funcional para material triado	Sim	1xPr	x	0,482	0,482
		Não	0xPr			
7	Pátio de compostagem	Sim	1xPr	x	0,544	0,544
		Não	0xPr			
8	Termômetro funcional para controle de temperatura nas leiras	Sim	1xPr	x	0,51	0,51
		Não	0xPr			
9	Drenagem de líquidos percolados	Sim	1xPr		0,482	0
		Não	0xPr	x		
10	Drenagem de águas pluviais	Sim	1xPr		0,521	0
		Não	0xPr	x		
11	Conservação/limpeza geral	Boa	1xPr	x	0,482	0,482
		Regular	0,5xPr			
		Ruim	0xPr			
12	Treinamento oferecido aos funcionários	Sim, regularmente	1xPr		0,516	0
		Sim, somente 1 vez	0,5xPr			
		Não	0xPr	x		
13	Funcionários com EPIs	Sim, completo	1xPr		0,516	0,258
		Sim, parcialmente	0,5xPr	x		
		Não	0xPr			
14	Eficiência na triagem	Sim	1xPr		0,516	0,258
		Parcial	0,5xPr	x		
15	Manutenção das baías para material triado	Não	0xPr		0,459	0,459
		Sim	1xPr	x		
16	Manutenção do pátio de compostagem	Sim	1xPr	x	0,493	0,493
		Não	0xPr			
17	Controle de reviramento das leiras	Sim, regular	1xPr	x	0,51	0,51
		Sim, irregular	0,5xPr			
		Não	0xPr			
18	Controle de umidade nas leiras	Sim, regular	1xPr		0,493	0,247
		Sim, irregular	0,5xPr	x		
		Não	0xPr			
19	Controle de temperatura nas leiras	Sim, regular	1xPr	x	0,504	0,504
		Sim, irregular	0,5xPr			
		Não	0xPr			
20	Funcionamento do sistema de drenagem de águas pluviais	Sim	1xPr		0,487	0
		Não	0xPr	x		
INDICADOR DE DESEMPENHO OPERACIONAL						7,235

Fonte: Autora.

Os itens avaliados pelo IQC são divididos em características do local, infraestrutura implantada e condições operacionais. No primeiro sub-grupo, a UTC obteve 75,0% dos pontos; no segundo; 81,5% e no terceiro, 54,5% dos pontos respectivamente. Assim, pode-se inferir que as características do local de implantação da usina são satisfatórias, que a usina possui uma boa infraestrutura, porém seu ponto fraco consiste nas condições de operações que não atendem boa parte dos requisitos, possivelmente pela falta de coleta seletiva no município e investimento no controle das atividades realizadas na usina.

Vale ressaltar que, o IQC foi proposto para a avaliação de usinas do estado de São Paulo que apresentam realidades diferentes das UTC mineiras, o que justifica a utilização do IDUTC, o qual foi adaptado para a realidade de Minas Gerais com objetivo de aproximar da prática realizada no estado e simplificar os parâmetros de avaliação, em relação ao IQC.

6.7 Propostas de melhorias para UTC estudada

A partir da análise do IQC e do IDUTC, realizada no tópico anterior, observam-se os pontos negativos e positivos da usina em relação às condições operacionais e de infraestrutura que foram avaliadas *in loco*, e a partir disso foi possível propor melhorias para o funcionamento da UTC, que serão discutidos a seguir.

O município da UTC estudada não tem uma coleta seletiva efetiva atualmente, o que prejudica diretamente a separação dos materiais recicláveis na usina, já que as frações “secas” e “úmidas” dos resíduos coletados são misturadas, diminuindo o potencial de reciclagem. Além disso, muitos materiais, como pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes, remédios vencidos, eletroeletrônicos, são encontrados no meio do resíduo doméstico, como mostrado na Figura 46, em que uma pilha está misturada à matéria orgânica separada na esteira de triagem. Devido a isso, além de aumentar a dificuldade de separação pelos funcionários da usina e do perigo de se machucarem com possíveis materiais perfurocortantes, os materiais têm sua capacidade de reciclagem comprometida, devido à contaminação por resíduos perigosos - Classe I.

Figura 46 – Pilha misturada à matéria orgânica separada na esteira de triagem



Fonte: Autora.

Assim, percebe-se a relevância da iniciativa da coleta seletiva no município, acompanhada de iniciativas de educação ambiental para informar a população sobre a importância da separação dos materiais em suas casas. Como ferramentas, podem ser realizadas distribuições de panfletos informativos, palestras educativas em escolas, igrejas da comunidade, por exemplo, com o apoio da Prefeitura da cidade, o que antes acontecia e fazia com que a educação ambiental sobre a coleta seletiva no município fosse de grande relevância na região, recebendo até visita de uma delegação de Moçambique/África com objetivo de apresentar ao grupo todas as ações promovidas pela Secretaria de Meio

Ambiente resultante da parceria estabelecida com a JICA no tratamento dos resíduos sólidos gerados.

Na ocasião de sua implantação, a UTC estudada estava em uma região do município isolada do centro urbano. Porém, com a expansão urbana, atualmente a usina está inserida no meio de um bairro popular da cidade, o que maximiza os impactos negativos perante a população. Por isso, é necessário que o isolamento visual seja eficiente e que se aumente a atenção relativa ao monitoramento das influências negativas na região, como o possível aumento do ruído, poeira, odor e de proliferação de vetores que transmitem doenças.

Além disso, a usina é protegida com cerca e muro na sua parte frontal e possui dois seguranças que se revezam no portão principal para manter a segurança do local. Porém, foi relatado por um dos funcionários da unidade que já aconteceu furto dentro do empreendimento, sendo levado o motor da peneira elétrica. Esse fato indica que a segurança do local pode ser melhorada, por exemplo, construindo muro em volta de todo o lote da usina, impedindo também a entrada de animais como cachorros que são comuns na usina.

A impermeabilização do pátio de compostagem é eficiente apenas aonde o terreno é coberto por asfalto, em que o chorume não consegue penetrar no solo, como mostrado na Figura 47. No limite entre o pátio de compostagem impermeabilizado e o solo, é recomendado que sejam instaladas canaletas de drenagem das águas pluviais e dos líquidos para serem encaminhados a um sistema de tratamento. Porém, ao sair desse espaço impermeabilizado, ele entra em contato com o solo contaminando-o, uma vez que não há instalado essas canaletas, e também possibilitando a contaminação das águas subterrâneas, a qual não é monitorada. O lançamento do esgoto sanitário das instalações de apoio é direcionado a uma fossa séptica, a qual, ao atingir o seu limite máximo, é esvaziada pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA).

Figura 47 – Dificuldade de drenagem de líquidos no pátio de compostagem da UTC estudada.



Fonte: Autora.

Na usina estudada, também não há o controle de pH nas leiras no pátio de compostagem, fator importante para determinação do tempo do processo e na qualidade do composto. Além disso, há situações em que outros materiais, como pilhas e baterias ou materiais infectados, possam passar pela unidade de triagem e chegar às leiras, influenciando todo o processo de compostagem.

Apesar de ocorrer a manutenção do pátio de compostagem e dois funcionários estarem alocados para atender a esta demanda, foi observado, na sexta visita realizada à unidade, que essa área da UTC não estava em boas condições, o que fortalece a idéia de que a usina deve estar em constante monitoramento para garantir o seu funcionamento adequado. Além disso, de acordo com Lelis e Pereira Neto (2001), a carência de uma higienização diária das instalações contribui para criar uma imagem “negativa” da usina, como mostrado na Figura 48.

Figura 48 - Pátio de Compostagem sem manutenção na UTC estudada.



Fonte: Autora.

Outro ponto observado, que pode ser melhorado, é a utilização dos EPI, uma vez que a maioria dos funcionários não usa todos os equipamentos fornecidos. Assim, é necessário se buscar uma maior compreensão da importância do uso dos EPI pelos funcionários, através de palestras, cartazes informativos espalhados pela UTC e incentivos diários aos funcionários para que protejam sua saúde e integridade física.

Além disso, os funcionários da usina não recebem treinamento qualificado ao ser admitidos na UTC, o que também influencia diretamente no não uso dos EPI por não saberem claramente os riscos que a atividade acarreta o que deveria ser exposto claramente no treinamento, de acordo com a proposta da NR 37.

A usina conta com um galpão coberto para armazenamento dos materiais recicláveis, porém ele é insuficiente para a quantidade que é separada para posterior prensagem e enfardamento. Assim, muitos materiais ficam a céu aberto, expostos ao sol e à chuva, enquanto não ocorre o leilão para a sua venda, deteriorando o produto e também gerando espaços para proliferação de vetores, como o mosquito *Aedes Aegypti* transmissor da dengue e da febre amarela urbana,

como mostrada nas Figuras 49 e 50. Diante disso, fica evidente a necessidade de ampliar a área de galpão para armazenar esses materiais e também de acelerar o processo de leilões para que o produto não acumule na usina.

Figura 49 – Armazenamento a céu aberto de fardos de embalagens de alumínio “marmitex” na UTC estudada.



Fonte: Autora.

Figura 50 – Armazenamento a céu aberto de fardos de plásticos na UTC estudada.



Fonte: Autora.

6.8 Analisar a viabilidade da instalação de UTC em municípios de médio porte

A partir de todo trabalho realizado na usina estudada, foi possível inferir sobre a viabilidade da instalação de uma UTC em municípios de médio porte que será discutida a seguir.

A usina estudada enfrenta diversos obstáculos para realizar suas atividades como, em primeiro lugar, a falta de coleta seletiva no município. Essa ausência afeta negativamente todo o processo realizado na UTC, pois propicia piores condições de trabalho, pior qualidade e menor quantidade dos materiais recicláveis segregados, além de aumentar a porcentagem de rejeitos. De acordo com relatos feitos ao longo das visitas realizadas na UTC, a mesma também não possui muito suporte financeiro, o que afeta, principalmente, as suas condições de operação por falta de materiais, como avaliado no IQC, onde este sub-grupo de parâmetros obteve a menor nota em relação os outros. Além disso, ao longo do tempo, foram realizadas apenas pequenas alterações no projeto inicial da usina e, mesmo assim, a unidade recebe todo o resíduo coletado no município, apesar do crescimento populacional.

Apesar disso, a UTC possui vários pontos positivos que justifiquem a continuidade da sua operação. Primeiramente, contribui com a reintrodução dos materiais recicláveis no processo produtivo, gerando benefícios para a economia da região com a venda dos materiais recicláveis e com a diminuição de rejeitos levados para o Aterro Sanitário. Além disso, também proporciona empregos diretos e indiretos na sua atividade, estimulando o crescimento socioeconômico da região.

Sabendo que dificuldades operacionais e gerenciais são comuns em usinas de Minas Gerais, confirmado nos trabalhos mencionados no item 4.3.2 de Prado Filho e Sobreira (2007) e Vimieiro (2012), observam-se pontos positivos mais relevantes que os negativos na UTC estudada, considerando assim, a viabilidade de usinas em municípios de médio porte.

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As considerações finais desta pesquisa foram fundamentadas nas informações apresentadas ao longo do trabalho, sendo essas provenientes da revisão da literatura e dos resultados obtidos a partir de sua compilação.

Os materiais recicláveis da usina a serem vendidos se mostraram de boa qualidade, apesar da quantidade triada ser pequena, principalmente se comparada com os primeiros anos de atividade da UTC. O composto orgânico gerado na UTC não pode ter sua qualidade acreditada, uma vez que o seu monitoramento não é realizado, logo não pode ser vendido, além de apresentar uma queda de quase dez vezes da sua produção ao longo dos anos. Diante desses fatos, nota-se a importância de reintroduzir a coleta seletiva no município.

Os funcionários da UTC, além de terem boa convivência no trabalho, demonstraram entender a importância do seu serviço na sociedade e para o meio ambiente, tudo isso aumentando a motivação no dia-a-dia e contribuindo para a melhoria da eficiência da usina. A UTC fornece os EPI necessários para suas atividades, apesar de não serem usados por completo pelos funcionários, sendo uma das possíveis causas a falta de treinamento na admissão dos trabalhadores para entender melhor os riscos de suas atividades. Além disso, a usina não cumpre a premissa social da UTC em buscar participação de pessoas que trabalhavam na catação em lixões, uma vez que nenhum dos funcionários entrevistados realizava essa atividade antes de entrar na usina.

O IDUTC enquadrou a usina como em “condições regulares”. O IQC classificou a usina como “condições controladas” no antigo enquadramento, convergindo com o resultado do IDUTC. Já o valor da nova proposta do IQC revelou que a usina está operando em “condições inadequadas” apesar de o valor obtido estar no limite das duas condições estabelecidas (inadequadas e adequadas), contendo uma margem de subjetividade e mostrando que o sub-grupo de parâmetros de “condições de operações” se revelou com maiores dificuldade.

Apesar de todos os impasses que a usina enfrenta atualmente, foi observado que seus pontos positivos se sobrepõem dos demais obstáculos e

assim, após a análise do presente estudo, pode-se dizer que a UTC é viável para municípios de médio porte.

Para se obter um resultado com mais informações, mas que, por falta de tempo e recurso não foi viabilizado, propõe-se realizar as análises dos parâmetros físicos, físico-químicas, químicos e bacteriológicos do composto orgânico gerado na usina, aprofundar o estudo realizado com os funcionários entrevistados na usina, realizar medições das quantidades de materiais recicláveis segregados, do composto orgânico produzido e dos rejeitos gerados na usina ao longo de um período considerável para melhor confiabilidade dos dados. Também se considera importante, para melhorar a análise, que sejam realizados estudos relativo à viabilidade econômica, fator essencial para permanência da instalação de usinas.

Assim, recomenda-se também que mais estudos similares sejam desenvolvidos em outras usinas em mesma situação da estudada neste trabalho, a fim de destacar a importância da adoção da UTC em municípios de médio porte, com a geração de benefícios ambientais e sociais, e possibilitando, assim, que mais prefeituras tenham interesse nessas unidades.

REFERÊNCIAS

AGENCY, Japan International Cooperation. **Representação no Brasil**. 2017. Disponível em: <<https://www.jica.go.jp/brazil/portuguese/office/index.html>>. Acesso em: 26 out. 2017.

ASSIS, Camila Moreira de; CERQUEIRA, Carla Renata Lima Campos da Gama; VIMIEIRO, Gisele Vidal. **Avaliação de políticas públicas em saneamento no Brasil: o caso do programa “Minas sem Lixões”**. In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Porto Alegre: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos resíduos Sólidos no Brasil 2014**. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 8.419/1992**. Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 8.849/1985**. Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10.004/2004**. Classificação de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 13.896/1997**. Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.

BARBOSA, Leila Tolentino. **Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Porte de Minas Gerais: estudo relativo a unidades de reciclagem e compostagem a partir de 1997**. 2004. 97p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

BARREIRA, Luciana Pranzetti. **Avaliação das usinas de compostagem do estado de São Paulo em função da qualidade dos compostos e processo de produção**. 2005. 204 f. Tese (Doutorado) - Curso de Saúde Pública, Saúde Ambiental, Universidade de São Paulo Faculdade de Saúde Pública, São Paulo, 2005.

BARREIRA, Luciana Pranzetti; PHILIPPI JUNIOR, Arlindo; RODRIGUES, Mario Sergio. **Usinas de Compostagem do estado de São Paulo: Qualidade dos compostos e processos de produção.** Engenharia Sanitária e Ambiental, Belo Horizonte, v. 11, n. 4, p.385-393, dez. 2006.

BRASIL. **Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010.** Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm>. Acesso em: 27 abr. 2017.

BRASIL. **Decreto Nº 8.384, de 29 de dezembro de 2014.** Dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas destinados à agricultura. 2014. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Decreto/D8384.htm>. Acesso em: 7 mai. 2017.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010: Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Dispõe sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluído os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 27 abr. 2017.

BRASIL. **Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978.** NR 1 - Disposições Gerais. 1978. Ministério de Estado do Trabalho – MTE. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR1.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2017.

BRASIL. **Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978.** NR 6 - equipamento de proteção individual - EPI. 1978. Ministério de Estado do Trabalho – MTE. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR6.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2017.

BRASIL. **Portaria MTb n.º 3.214, de 08 de junho de 1978.** NR 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. 1978. Ministério de Estado do Trabalho – MTE. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR09/NR-09-2016.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2017.

BRASIL. **Portaria n.º 3.214, de 08 de junho de 1978.** NR-15 Atividades e Operações insalubres. 1978. Ministério de Estado do Trabalho – MTE. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/sileg/integras/333673.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2017.

CASTRO, Leonardo Mitre Alvim de. **Proposição de Indicadores para a Avaliação de Sistemas de Drenagem Urbana.** 2002. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESTADO DA BAHIA - CONDER. **Manual de Operação de Aterros Sanitários.** 2010. Disponível em: <[http://www.unipacvaleadoaco.com.br/ArquivosDiversos/Cartilha Operação Aterro Sanitário CONDER.pdf](http://www.unipacvaleadoaco.com.br/ArquivosDiversos/Cartilha_Operacao_Aterro_Sanitario_CONDER.pdf)>. Acesso em: 7 mai. 2017.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares – Relatório 2005.** São Paulo, 2006.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos.** São Paulo, 2014.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM - CEMPRE. **CEMPRE review 2013.** São Paulo, 2013.

DUARTE, Cássio Luiz. **O papel do agente prisional na ressocialização do preso.** 2010. 42 f. Monografia (Especialização) - Curso de Estudos de Criminalidade e Segurança, Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

FOSSÁ, Maria Ivete Trevisan; SAAD, Denise de Souza. As representações sociais construídas pelos catadores de materiais recicláveis. **Xxvi Enegep**, Fortaleza, out. 2006.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEAM. **Autorização Ambiental de Funcionamento - AAF.** Disponível em: <http://www.feam.br/index.php?option=com_content&task=view&id=74&Itemid=97>. Acesso em: 26 out. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEAM. **Caderno técnico de reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos.** Belo Horizonte, 2010.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEAM. **Orientações básicas para operação de aterro sanitário.** 2006. Disponível em: <http://www.feam.br/images/stories/arquivos/Cartilha_Aterro2.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEAM. **Orientações básicas para operação de usina de triagem e compostagem de lixo - UTCL.** Belo Horizonte, 2007.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEAM. **Orientações Técnicas para atendimento à deliberação normativa 118/2008 do conselho estadual de política ambiental.** 2008. Disponível em: <http://www.feam.br/images/stories/minas_sem_lixoes/2010/cartilha_dn118.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEAM. **Panorama da destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos no Estado de Minas Gerais em 2015.** Belo Horizonte: 2016.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEAM. **Plano de Gerenciamento Integrado de Coleta Seletiva: PGICS.** Belo Horizonte, 2009.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - FUNASA. **Compostagem Familiar.** 2009. Disponível em: <http://agriculturaurbana.org.br/boas_praticas/textos_compostagem/Manual_Compостagem_FUNASA.pdf>. Acesso em: 7 mai. 2017.

GONÇALVES, Roberto. **Proposta de um Instrumento de Avaliação para subsidiar Processos de Licenciamento Ambiental de Centrais de Triagem e Compostagem de Resíduos Sólidos Domiciliares.** 2007. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Edificações e Saneamento, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2000.** Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/populacao.php?lang=&codmun=316292&search=minas-gerais|sao-joaquim-de-bicas>>. Acesso em: 31 mar. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=316292>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

JUSBRASIL. **Superlotação e precariedade marcam sistema prisional em Minas Gerais**. 2011. Disponível em: <<https://amp-mg.jusbrasil.com.br/noticias/3112723/superlotacao-e-precariedade-marcam-sistema-prisional-em-minas-gerais>>. Acesso em: 09 nov. 2017.

LELIS, Marcelo de Paula Neves; PEREIRA NETO, João Tinôco. **“Usinas de Reciclagem de Lixo”: porque não funcionam?** In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. João Pessoa: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2001.

LIMA, Cláudio Antônio de. **O tratamento penal em Minas Gerais: novas práticas a partir da Lei de Execução Penal**. 2010. 45 f. Monografia (Especialização) - Curso de Estudos de Criminalidade e Segurança Pública, Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

LINDSTONE, Harold. A; TUROFF, Murray. **The Delphi Method: techniques and applications. EBook**. 2002. Disponível no site: <<https://pdfs.semanticscholar.org/8634/72a67f5bdc67e4782306efd883fca23e3a3d.pdf>> Acesso em: 21 mai.

MESQUITA FILHO, Júlio de. **Boletim CIPA**. 2013. Disponível em: <http://www.feis.unesp.br/Home/cipa/boletim-cipa-especifico-05-11-13---nr-05_cipa.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2017.

MINAS GERIAS. **Deliberação Normativa COPAM nº 52, de 14 de dezembro de 2001**. Convoca municípios para o licenciamento ambiental de sistema adequado de disposição final de lixo e dá outras providências. Belo Horizonte: Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5479>>. Acesso em: 25 mar. 2017.

MINAS GERIAS. **Deliberação Normativa COPAM nº118, 27 de junho de 2008**. Estabelece novas diretrizes para adequação da disposição final de resíduos sólidos urbanos no Estado, e dá outras providências. Belo Horizonte: Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=7976>>. Acesso em: 25 mar. 2017

MINAS GERAIS. **Lei nº 13.803, de 27 de dezembro de 2000.** Dispõe sobre a distribuição da parcela da receita do produto da arrecadação do ICMS pertencente aos municípios. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=2387>>. Acesso em: 25 mar. 2017.

MINAS GERAIS. **Lei nº 18.030, de 12 de janeiro de 2009:** Dispõe sobre a distribuição da parcela da receita do produto da Arrecadação do ICMS pertencente aos municípios.. 2009. Disponível em: <http://www.fazenda.mg.gov.br/empresas/legislacao_tributaria/leis/2009/l18030_2009.htm>. Acesso em: 27 abr. 2017.

MINAS GERAIS. **Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009:** Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos. 2009. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=9272> >. Acesso em: 27 ago. 2017.

MINAS SUSTENTÁVEL. **Meio ambiente, cidades sustentáveis.** Disponível em: <<https://minassustentavel.wordpress.com/tag/programa-minas-sem-lixoes/>>. Acesso em: 31 mar. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos.** 2012. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/E99F974D/Doc_PNRS_consultas_publicas1.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2017.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO TRABALHO - MPT. **Direitos e deveres dos trabalhadores.** 2015. Disponível em: <http://www.cfa.org.br/servicos/publicacoes/cfa_cartilha_trabalho.pdf>. Acesso em: 12 set. 2017.

PRADO FILHO, José Francisco do; SOBREIRA, Frederico Garcia. **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, v. 12, n. 1, p.52-61, mar. 2007.

PREFEITURA MUNICIPAL GARIBALDI. **Manual prático compostagem.** 2011.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO ESTUDADO. **PCA – Plano de controle ambiental.** 2009

PREFEITURA DO MUNICÍPIO ESTUDADO. **Plano Diretor**. Disponível em: <http://www.rmbh.org.br/arquivos_biblioteca/PDRMBH_PRD04_SAO_JOAQUIM_DE_BICAS_PM.pdf>. Acesso em: 29 out. 2017.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO ESTUDADO. **Relatório de caracterização – usinas de triagem e compostagem de lixo do município estudado**. 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DO MUNICÍPIO ESTUDADO. **Relatório trimestral de monitoramento e acompanhamento da operação de usinas de triagem e compostagem de resíduos sólidos urbanos**. 2001.

PREFEITURA MUNICIPAL DO MUNICÍPIO ESTUDADO. **Relatório trimestral de monitoramento e acompanhamento da operação de usinas de triagem e compostagem de resíduos sólidos urbanos**. 2002.

PREFEITURA MUNICIPAL DO MUNICÍPIO ESTUDADO. **Relatório trimestral de monitoramento e acompanhamento da operação de usinas de triagem e compostagem de resíduos sólidos urbanos**. 2003.

PREFEITURA MUNICIPAL DO MUNICÍPIO ESTUDADO. **Relatório trimestral de monitoramento e acompanhamento da operação de usinas de triagem e compostagem de resíduos sólidos urbanos**. 2004.

PREFEITURA MUNICIPAL DO MUNICÍPIO ESTUDADO. **Relatório trimestral de monitoramento e acompanhamento da operação de usinas de triagem e compostagem de resíduos sólidos urbanos**. 2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DO MUNICÍPIO ESTUDADO. **Relatório trimestral de monitoramento e acompanhamento da operação de usinas de triagem e compostagem de resíduos sólidos urbanos**. 2009.

PREFEITURA MUNICIPAL DO MUNICÍPIO ESTUDADO. **Relatório trimestral de monitoramento e acompanhamento da operação de usinas de triagem e compostagem de resíduos sólidos urbanos**. 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DO MUNICÍPIO ESTUDADO. **Relatório trimestral de monitoramento e acompanhamento da operação de usinas de triagem e compostagem de resíduos sólidos urbanos**. 2016.

SAAD, José Eduardo Duarte; BRANCO, Ana Maria Saad Castello. **Consolidação das leis do trabalho comentada**. 2004. Disponível em: <[http://www.federacaodosativadores.org.br/painel/lateral/CLT Comentada.pdf](http://www.federacaodosativadores.org.br/painel/lateral/CLT%20Comentada.pdf)>. Acesso em: 26 out. 2017.

SANTOS, Gemelle Oliveira; SILVA, Luiz Fernando Ferreira da. Há dignidade no trabalho com o lixo? Considerações sobre o olhar do trabalhador. **Revista Mal-estar e Subjetividade**, Fortaleza, v.IX, n. 2, p.689-716, jun. 2009.

SANTOS, Glauber Eduardo de Oliveira. **Cálculo amostral: calculadora on-line**. Disponível em: <<http://www.calculoamostral.vai.la>>. Acesso em: 7 set. 2017.

SAVI, Jurandir; LEAL, Antônio Cezar. **Resíduos Sólidos em Adamantina - SP: Análise da Usina de Triagem e Compostagem**. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável. Florianópolis: Instituto de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável, 2004.

SICHEI, Raúl et al. **Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países**. *Ambiente & Sociedade*, v.10, n. 2, p. 137-148, 2007.

VIMIEIRO, Gisele Vidal. **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. 464 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

VIMIEIRO, Gisele Vidal; PEREIRA, Luciano Zille; LANGE, Liséte Celina. **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, jun. 2009.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Total de resíduos sólidos recebidos na UTC estudada (t/trimestre).

	2001	2002	2003	2004	2008	2009	2015	2016
1º	–	503,0	474,6	514,5	–	–	1189,7	1163,4
2º	–	489,2	499,5	434,0	–	815,8	1085,0	945,1
3º	–	511,0	510,0	489,0	–	850,9	1053,1	–
4º	472,0	–	540,0	–	598,5	–	1018,9	–

APÊNDICE B - Porcentagem do rejeito em relação ao total de resíduos sólidos recebidos na UTC estudada (t/trimestre).

	2001	2002	2003	2004	2008	2009	2015	2016
1º	–	25,9	25,9	27,5	–	–	96,0	94,2
2º	–	27,1	27,1	27,2	–	53,8	94,6	91,3
3º	–	27,8	26,8	27,6	–	53,7	94,7	–
4º	26,0	–	27,5	–	42,5	–	95,4	–

APÊNDICE C - Porcentagem dos materiais recicláveis em relação ao total de resíduos sólidos recebidos na UTC estudada (t/trimestre).

2001													
TOTAL DE LIXO (T/TRIMESTRE)	RECICLÁVEIS												
	PAPEL E PAPELÃO		VIDRO		PLÁSTICO		METAL		OUTROS		COMPOSTO MATURADO		
	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	
1º	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2º	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3º	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4º	472	67,4	14,3	19,3	4,1	58,3	12,4	39,3	8,3	9,4	2,0	155,7	33,0

2002													
TOTAL DE LIXO (T/TRIMESTRE)	RECICLÁVEIS												
	PAPEL E PAPELÃO		VIDRO		PLÁSTICO		METAL		OUTROS		COMPOSTO		
	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	
1º	503	72	14,3	20,6	4,10	62	12,3	41,8	8,3	9,5	1,9	166,8	33,2
2º	489,2	69,9	14,3	19,9	4,07	61,4	12,6	40,6	8,3	9,1	1,9	155,8	31,8
3º	511	73	14,3	20,8	4,07	63,7	12,5	42,3	8,3	9,6	1,9	159,3	31,2
4º	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2003													
TOTAL DE LIXO (T/TRIMESTRE)	RECICLÁVEIS												
	PAPEL E PAPELÃO		VIDRO		PLÁSTICO		METAL		OUTROS		COMPOSTO		
	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	
1º	474,6	67,5	14,2	20,5	4,3	59,5	12,5	46	9,7	9,2	1,9	148,9	31,4
2º	499,5	71,6	14,3	20,4	4,1	62	12,4	41,2	8,2	9,4	1,9	159,6	32,0
3º	510	72,9	14,3	21	4,1	63,4	12,4	42,2	8,3	9,5	1,9	164,5	32,3
4º	540	77,1	14,3	22	4,1	67,1	12,4	44,9	8,3	10,5	1,9	169,8	31,4

2004													
TOTAL DE LIXO (T/TRIMESTRE)	RECICLÁVEIS												
	PAPEL E PAPELÃO		VIDRO		PLÁSTICO		METAL		OUTROS		COMPOSTO		
	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	
1º	514,5	73,8	14,3	20,9	4,1	63,7	12,4	42,8	8,3	9,7	1,9	162	31,5
2º	434	62	14,3	17,4	4,0	54,7	12,6	36,1	8,3	8,4	1,9	137,5	31,7
3º	489	70	14,3	20	4,1	60,7	12,4	40,7	8,3	9,2	1,9	153,2	31,3
4º	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2008													
TOTAL DE LIXO (T/TRIMESTRE)	RECICLÁVEIS												
	PAPEL E PAPELÃO		VIDRO		PLÁSTICO		METAL		OUTROS		COMPOSTO		
	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	
1º	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2º	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3º	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4º	598,5	85,6	14,3	24,5	4,1	74,2	12,4	49,7	8,3	11,4	1,9	98,8	16,5

2009													
TOTAL DE LIXO (T/TRIMESTRE)	RECICLÁVEIS												
	PAPEL E PAPELÃO		VIDRO		PLÁSTICO		METAL		OUTROS		COMPOSTO		
	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	
1º	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2º	815,8	23,7	2,9	4,9	0,6	37,5	4,6	6,5	0,8	66,1	8,1	238,6	29,25
3º	850,9	24,7	2,9	5,1	0,6	39,1	4,6	6,8	0,8	68,9	8,1	248,9	29,25
4º	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

2015												
TOTAL DE LIXO (T/TRIMESTRE)	RECICLÁVEIS											
	PAPEL E PAPELÃO		VIDRO		PLÁSTICO		METAL		OUTROS		COMPOSTO	
	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL
1º	1189,7	39,4	3,3	2,8	0,2	4,7	0,4	0,2	0,0	-	-	-
2º	1085,0	26,3	2,4	2,8	0,3	19,4	1,8	9,6	0,9	-	-	-
3º	1053,1	31,1	3,0	2,8	0,3	14,3	1,4	8,0	0,8	-	-	-
4º	1018,9	27,3	2,7	2,8	0,3	12,7	1,2	4,4	0,4	-	-	-

2016													
TOTAL DE LIXO (T/TRIMESTRE)	RECICLÁVEIS												
	PAPEL E PAPELÃO		VIDRO		PLÁSTICO		METAL		OUTROS		COMPOSTO		
	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	
1º	1163,4	30,1	2,6	2,8	0,2	14,5	1,2	8,3	0,7	-	-	12,1	1,0
2º	945,1	31,2	3,3	2,8	0,3	11,8	1,3	4,5	0,5	-	-	32,2	3,4
3º	-	26,2	-	0,6	-	72,6	-	4,2	-	-	-	33,0	-
4º	-	9,1	-	0,8	-	6,71	-	3,3	-	-	-	27,1	-

APÊNDICE D - Porcentagem de matéria orgânica, composto maturado e rejeitos orgânicos obtidos em relação ao total de resíduos sólidos recebidos na UTC estudada (t/trimestre).

2001							
TOTAL DE LIXO	MATÉRIA ORGÂNICA		COMPOSTO MATURADO		REJEITO ORGÂNICO		
	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	
1º	-	-	-	-	-	-	
2º	-	-	-	-	-	-	
3º	-	-	-	-	-	-	
4º	472,0	155,7	33,0	155,7	33,0	0,0	

2002							
TOTAL DE LIXO	MATÉRIA ORGÂNICA		COMPOSTO MATURADO		REJEITO ORGÂNICO		
	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	
1º	503,0	166,8	33,2	166,8	33,2	0,0	
2º	489,2	161,3	33,0	155,8	31,8	5,5	
3º	511,0	169	33,1	159,3	31,2	9,7	
4º	-	-	-	-	-	-	

2003							
TOTAL DE LIXO	MATÉRIA ORGÂNICA		COMPOSTO MATURADO		REJEITO ORGÂNICO		
	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	
1º	474,6	154,8	32,6	148,9	31,4	5,9	
2º	499,5	164,8	33,0	159,6	32,0	5,2	
3º	510,0	168,2	33,0	164,5	32,3	3,7	
4º	540,0	178,1	33,0	169,8	31,4	8,3	

2004							
TOTAL DE LIXO	MATÉRIA ORGÂNICA		COMPOSTO MATURADO		REJEITO ORGÂNICO		
	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	
1º	514,5	169,8	33,0	162	31,5	7,8	
2º	434,0	142,7	32,9	137,5	31,7	5,2	
3º	489,0	161,3	33,0	153,2	31,3	8,1	
4º	-	-	-	-	-	-	

2008							
TOTAL DE LIXO	MATÉRIA ORGÂNICA		COMPOSTO MATURADO		REJEITO ORGÂNICO		
	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	
1º	-	-	-	-	-	-	
2º	-	-	-	-	-	-	
3º	-	-	-	-	-	-	
4º	598,5	197,5	33,0	98,8	16,5	98,7	

2009							
TOTAL DE LIXO	MATÉRIA ORGÂNICA		COMPOSTO MATURADO		REJEITO ORGÂNICO		
	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	
1º	-	-	-	-	-	-	
2º	815,8	367,1	45,0	238,6	29,2	128,5	
3º	850,9	382,9	45,0	248,9	29,3	134	
4º	-	-	-	-	-	-	

2015							
TOTAL DE LIXO	MATÉRIA ORGÂNICA		COMPOSTO MATURADO		REJEITO ORGÂNICO		
	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	
1º	-	-	-	-	-	-	
2º	-	-	-	-	-	-	
3º	-	-	-	-	-	-	
4º	-	-	-	-	-	-	

2016							
TOTAL DE LIXO	MATÉRIA ORGÂNICA		COMPOSTO MATURADO		REJEITO ORGÂNICO		
	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	T/TRIM.	% DO TOTAL	
1º	1163,4	24,2	2,1	12,1	1,0	12,1	
2º	945,1	64,5	6,8	32,2	3,4	32,2	
3º	-	66,0	-	33,0	-	33	
4º	-	54,2	-	27,1	-	27,1	

ANEXOS

ANEXO A – Questionário padrão para o cálculo do Índice de Qualidade de Usinas de Compostagem.

ÍNDICE DA QUALIDADE DE USINAS DE COMPOSTAGEM - IQC	
MUNICÍPIO:	DATA:
LOCAL:	AGÊNCIA:
BACIA HIDROGRÁFICA:	UGRHI:
LICENÇA: L.I.: <input type="checkbox"/> L.O.: <input type="checkbox"/>	TÉCNICO:

ÍTEM	SUB-ÍTEM	AValiação	PESO	PONTOS
1	PROXIMIDADE DE NÚCLEOS HABITACIONAIS	LONGE > 500 m	4	
		PRÓXIMO	0	
	PROXIMIDADE DE CORPOS DE ÁGUA	LONGE > 200m	4	
		PRÓXIMO	0	
	PROFUNDIDADE DO LENÇOL FREÁTICO	MAIOR 3m	2	
		DE 1 A 3m	1	
		DE 0 A 1m	0	
	PERMEABILIDADE DO SOLO	BAIXA	2	
		MÉDIA	1	
		ALTA	0	
	CONDIÇÕES DE SISTEMA VIÁRIO, TRÂNSITO E ACESSO	BOAS	2	
		REGULARES	1	
		MÁS	0	
ISOLAMENTO VISUAL DA VIZINHANÇA	BOM	2		
	MAU	0		
LEGALIDADE DE LOCALIZAÇÃO	PERMITIDO	4		
	PROIBIDO	0		
SUBTOTAL MÁXIMO			20	
2	ATERRO SANITÁRIO PARA REJEITOS	ADEQUADO	20	
		CONTROLADO	10	
		INEXISTENTE	0	
	CERCAMENTO DA ÁREA	SIM / DESNEC.	1	
		NÃO	0	
	BALANÇA	SIM / DESNEC.	2	
		NÃO	0	
	PORTARIA OU GUARITA	SIM / DESNEC.	2	
		NÃO	0	
	CONTROLE DE RECEB. DE CARGAS	SIM	2	
		NÃO	0	
	POÇO DE RECEPÇÃO OU TREMONHA	SIM / DESNEC.	4	
		NÃO	0	
	ESTEIRA DE CATAÇÃO	SIM / DESNEC.	5	
		NÃO	0	
	PÁTIO DE CURA	SIM	4	
		NÃO	0	
	IMPERMEABILIZAÇÃO DO PÁTIO DE CURA	EXISTENTE	5	
		INSUFICIENTE	2	
		INEXISTENTE	0	
	EQUIPAMENTOS PARA REVIDADE DE LEIRAS	SIM / DESNEC.	2	
		NÃO	0	
	BAIAS PARA MATERIAL TRIADO	SIM / DESNEC.	3	
NÃO		0		
COBERTURA DAS BAIAS	SIM	2		
	NÃO	0		
PRENSAS PARA MATERIAL TRIADO	SIM	1		
	NÃO	0		
PENEIRA PARA COMPOSTO CURADO	SIM	1		
	NÃO	0		
INSTALAÇÕES DE APOIO	BOAS	3		
	REGULARES	1		
	INEXISTENTES	0		
DRENAGEM DE LÍQUIDOS PERCOLADOS	SIM	2		
	NÃO	0		
DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS	SIM	2		
	NÃO	0		
SISTEMA DE TRATAMENTO DE LÍQUIDOS PERCOLADOS	SIM	2		
	NÃO	0		
MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	SIM	2		
	NÃO	0		
SUBTOTAL MÁXIMO			65	

ÍTEM	SUB-ÍTEM	AValiação	PESO	PONTOS
3	ASPECTO GERAL DA USINA	BOM	5	
		REGULAR	3	
		MAU	0	
	EXISTÊNCIA DE MOSCAS	POUCA	3	
		NORMAL	1	
		EXCESSIVA	0	
	EXALAÇÃO DE ODORES	SÓ PRÓX. LEIRAS	5	
		DENTRO USINA	3	
		FORA ÁREA USINA	0	
	CAPACIDADE TREMONHA	SUFICIENTE	4	
		INSUFICIENTE	0	
	TRIAGEM NA ESTEIRA	EFICIENTE	5	
		REGULAR	2	
		INEXISTENTE	0	
	CONTROLE DE REVIRADA DAS LEIRAS	EFICIENTE	6	
		REGULAR	3	
		INEXISTENTE	0	
	CONTROLE DE UMIDADE NAS LEIRAS	EFICIENTE	4	
		REGULAR	2	
		INEXISTENTE	0	
	CONTROLE DE TEMPERATURA NAS LEIRAS	EFICIENTE	4	
		REGULAR	2	
		INEXISTENTE	0	
CONTROLE DE pH NAS LEIRAS	EFICIENTE	4		
	REGULAR	2		
	INEXISTENTE	0		
PENEIRAMENTO DEPOIS DA CURA	EFICIENTE	2		
	REGULAR	1		
	INEXISTENTE	0		
QUALIDADE DO MATERIAL RECICLADO	BOM	4		
	REGULAR	2		
	MÁ	0		
FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM DE LIQ. PERCOLADOS	EFICIENTE	4		
	REGULAR	2		
	INEXISTENTE	0		
FUNCIONAMENTO DO SIST. DE DRENAGEM ÁGUAS PLUVIAIS	EFICIENTE	2		
	REGULAR	1		
	INEXISTENTE	0		
FUNCIONAMENTO DO SIST. DE TRAT. DE LÍQUIDOS PERCOLADOS	EFICIENTE	3		
	REGULAR	1		
	INEXISTENTE	0		
SUBTOTAL MÁXIMO			55	

TOTAL MÁXIMO	140
---------------------	------------

IQC=SOMA DOS PONTOS / 14	
---------------------------------	--

IQC	AValiação
0 a 7,0	CONDIÇÕES INADEQUADAS
7,1 a 10	CONDIÇÕES ADEQUADAS

ANEXO B – Questionário padrão para o cálculo do Indicador de Desempenho Operacional de UTC.

INDICADOR DE DESEMPENHO OPERACIONAL DE UTC - IDUTC						
Município:						
Data:						
Item	Parâmetro	Avaliação			Peso relativo (Pr)	Total
1	Legalidade de localização	Sim	1x Pr		0,487	0,000
		Não	0x Pr			
2	Mesa ou esteira de triagem	Sim	1x Pr		0,538	0,000
		Não	0x Pr			
3	Balança funcional	Sim	1x Pr		0,465	0,000
		Não	0x Pr			
4	Baías ou galpão para material triado	Sim	1x Pr		0,499	0,000
		Não	0x Pr			
5	Cobertura das baías ou galpão	Sim	1x Pr		0,499	0,000
		Não	0x Pr			
6	Prensa funcional para material triado	Sim	1x Pr		0,482	0,000
		Não	0x Pr			
7	Pátio de compostagem	Sim	1x Pr		0,544	0,000
		Não	0x Pr			
8	Termômetro funcional para controle de temperatura nas leiras	Sim	1x Pr		0,510	0,000
		Não	0x Pr			
9	Drenagem de líquidos percolados	Sim	1x Pr		0,482	0,000
		Não	0x Pr			
10	Drenagem de águas pluviais	Sim	1x Pr		0,521	0,000
		Não	0x Pr			
11	Conservação/limpeza geral	Boa	1x Pr		0,482	0,000
		Regular	0,5x Pr			
		Ruim	0x Pr			
12	Treinamento oferecido aos funcionários	Sim, regularmente	1x Pr		0,516	0,000
		Sim, somente 1 vez	0,5x Pr			
		Não	0x Pr			
13	Funcionários com EPIS	Sim, completos	1x Pr		0,516	0,000
		Sim, parcialmente	0,5x Pr			
		Não	0x Pr			
14	Eficiência na triagem	Sim	1x Pr		0,516	0,000
		Parcial	0,5x Pr			
		Não	0x Pr			
15	Manutenção das baías para material triado	Sim	1x Pr		0,459	0,000
		Não	0x Pr			
16	Manutenção do pátio de compostagem	Sim	1x Pr		0,493	0,000
		Não	0x Pr			
17	Controle de reviramento das leiras	Sim, regular	1x Pr		0,510	0,000
		Sim, irregular	0,5x Pr			
		Não	0x Pr			
18	Controle de umidade nas leiras	Sim, regular	1x Pr		0,493	0,000
		Sim, irregular	0,5x Pr			
		Não	0x Pr			
19	Controle de temperatura nas leiras	Sim, regular	1x Pr		0,504	0,000
		Sim, irregular	0,5x Pr			
		Não	0x Pr			
20	Funcionamento do sistema de drenagem de águas pluviais	Sim	1x Pr		0,487	0,000
		Não	0x Pr			
INDICADOR DE DESEMPENHO OPERACIONAL					0,0	