



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA **IG****  
**INSTITUTO DE GEOGRAFIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO GEOGRAFIA E GESTÃO DO**  
**TERRITÓRIO**

**A LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM  
ITUIUTABA: DO DIAGNÓSTICO À ELABORAÇÃO DE  
UM MODELO PRÓ-AATIVO.**



Veículo da Cooperativa percorrendo as ruas do setor norte em Ituiutaba (MG), maio/2006.

**FLÁVIO DA COSTA SANTOS**  
**UBERLÂNDIA/MG**  
**2007**

**FLÁVIO DA COSTA SANTOS**

**A LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM  
ITUIUTABA: DO DIAGNÓSTICO À ELABORAÇÃO DE UM  
MODELO PRÓ-AATIVO.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de **mestre em Geografia**.

**Área de Concentração:** Geografia e Gestão do Território.

**Orientador:** Prof<sup>o</sup>. Dr. Manfred Fehr

Uberlândia/MG

INSTITUTO DE GEOGRAFIA  
2007

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**Flávio da Costa Santos**

**A LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM ITUIUTABA:  
DO DIAGNÓSTICO À ELABORAÇÃO DE UM MODELO PRÓ-ATIVO.**

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Manfred Fehr (Orientador) – UFU

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Francisco Javier Cuba Teran – UNICAMP

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marlene Teresinha de Muno Colesanti – UFU

Uberlândia, \_\_\_\_/\_\_\_\_ de 2007

Resultado: \_\_\_\_\_

[...] “O que vocês vêem aqui? Lixo? E o que é o lixo?  
No lixo repugnante que você torce o rosto e desvia  
o olhar está uma vida. Milhões de vidas estão  
aqui trabalhando para transformar toda esta  
matéria orgânica em matéria inorgânica em matéria  
de adubo para a terra. Tudo o que está no lixo aqui,  
entrou nas casa, ficou nas ruas, veio da terra como  
utilidade, de onde tem que voltar e voltará  
para vocês em frutos, em flores, em morangos que  
vocês gostam tanto [...]”  
Cora Coralina

Não há nada que dure mais do que um  
sapato velho jogado fora.  
Fica sempre carcomido,  
ressecado, embodocado,  
saliente por cima dos monturos.  
Quanto tempo! Que de chuva, que de sol,  
que de esforço, constante, invisível, material,  
atuante, silencioso, dia e noite,  
precisará de um calçado, no lixo,  
para se decompor absolutamente,  
se desintegrar quimicamente  
em transformações de humo criador?...  
Cora Coralina

“Vi ontem um bicho  
Na imundície do pátio  
Catando comida entre os detritos.  
Quando achava alguma coisa,  
Não examinava nem cheirava:  
Engolia com voracidade.  
O bicho não era um cão,  
Não era um gato,  
Não era um rato  
O bicho, meu Deus, era um homem.”  
Manuel Bandeira

*Homenagem:  
Dedico esta dissertação aos meus pais  
Laerte e Onilta, ao meu amor, esposa,  
amada e companheira Livia e aos meus  
filhos Ranver Yuri, Letícia e Maiver pelo  
carinho, compreensão e estímulos recebidos.*

## AGRADECIMENTOS:

A Deus, por ter me dado a oportunidade de uma nova existência física, mostrando-me o caminho para a minha renovação íntima e pela oportunidade de ser útil à sociedade.

Aos meus entes queridos que estão no plano espiritual, que de lá me orientam e guiam a minha jornada aqui no plano terreno.

À minha alma gêmea e esposa Lívia, pelo incentivo, pelo seu amor incondicional e por ser a luz da minha vida.

Às “algemas de minha alma”, meus filhos: Ranver Yuri, Letícia e Maiver, por existirem, serem meus melhores amigos e quiçás Deus seguidores dos ideais cristãos.

Aos meus pais que me mostraram o caminho do bem e me ensinaram os verdadeiros valores da vida.

Ao meu orientador, professor Manfred Fehr, pela confiança em mim depositada, pelo apoio, companheirismo, pelas idéias científicas durante o processo de ensino-aprendizagem e empenho na orientação à minha pessoa para o desenvolvimento da dissertação.

Aos meus colegas da Cemig D, em especial, aos engenheiros Marc Bucsan, Hamilton Ribeiro, Luiz Augusto Barcelos e Edécio Martins pela amizade, pelos conselhos, apoio na flexibilização de horário para que eu pudesse cursar as disciplinas necessárias e também pela ajuda na implantação das composteiras.

A todos os professores e funcionários do Instituto de Geografia da UFU, em especial às professoras doutoras Marlene Colesanti e Beatriz Soares pelos incentivos, colaborações e desafios propostos ao longo da minha jornada como discente.

À Prefeitura de Ituiutaba, em especial à equipe da Superintendência de Água e Esgoto pelo apoio e disponibilização das informações solicitadas.

À minha cidade natal, Ituiutaba, palco maior da minha experiência de vida e laboratório biológico e vivo para a realização das experiências da dissertação.

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

S237L Santos, Flávio da Costa, 1971-  
A logística reversa de resíduos sólidos em Ituiutaba : do diagnóstico à elaboração de um modelo pró-ativo / Flávio da Costa Santos. - 2006.  
169 f. : il.

Orientador: Manfred Fehr.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Geografia.  
Inclui bibliografia.

1. Resíduos industriais - Teses. 2. Aterro sanitário – Ituiutaba (MG) - Teses. 3. Reaproveitamento (Sobras, refugos, etc) – Teses. I. Fehr, Manfred. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

---

CDU : 628.54

---

## SUMÁRIO

Homenagem.....	v
Agradecimentos .....	vi
Lista de Figuras.....	xi
Resumo .....	xiv
Abstract .....	xv
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1. Justificativas .....	1
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>2</b>
2.1. Objetivos .....	2
<b>3. REVISÃO - HISTÓRICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM ITUIUTABA ... ..</b>	<b>4</b>
3.1. Informações geográficas do município de Ituiutaba.....	4
3.2. Retrospectiva do saneamento ambiental de Ituiutaba .....	7
3.3. O significado da logística reversa dos resíduos .....	13
3.4. Tendências e conceitos para a gestão de resíduos urbanos .....	17
3.5. A educação ambiental como precursora de mudanças ...	31
3.6. Fundamentos da coleta seletiva e coleta diferenciada de resíduos .....	35
3.7. Repensar - mudanças de comportamento frente às soluções para os diversos tipos de resíduos sólidos .....	38
3.8. Experiências de reciclagem fundamentadas na logística reversa .....	45
3.9. Resíduos Hospitalares .....	53
<b>4. METODOLOGIA UTILIZADA NA PESQUISA .....</b>	<b>56</b>
4.1. Composição qualitativa e quantitativa dos resíduos Gerados .....	56
4.2. Caracterização e metodologia usada na pesquisa .....	57
4.3. proposta para compostagem dos resíduos orgânicos em pequenos espaços e apartamentos .....	59
<b>5. RESULTADOS APURADOS FRENTE AO DIAGNÓSTICO DA</b>	<b>63</b>

<b>LOGÍSTICA REVERSA EXISTENTE EM ITUIUTABA .....</b>	
5.1. Informações gerais da estrutura de limpeza e saneamento do município .....	63
5.2. A importância do programa Ituiutaba recicla e da cooperativa .....	65
5.3. Os varejistas da coleta diferenciada e o seu papel na logística reversa .....	72
5.4. Caminhos e destinos dos resíduos na logística reversa ...	78
5.5. Perfil e características comerciais dos resíduos secos classificados para comercialização em Ituiutaba .....	83
5.5.1. Características dos resíduos secos sem valor comercial.	88
5.5.2. A estimativa dos resíduos secos de construção civil ...	95
5.6. O tratamento dado aos resíduos putrescíveis/úmidos na logística existente.....	98
5.7. Experiência para o estabelecimento da composição qualitativa e quantitativa dos resíduos domiciliares .....	98
5.8. O Aterro Sanitário de Ituiutaba .....	102
5.8.1. O desvio dos resíduos orgânicos segundo o balanço de massa e o dimensionamento atual para o aterro sanitário conseguido com a logística existente .....	106
<b>6. RESULTADOS OBTIDOS ATRAVÉS DA COMPOSTAGEM COMO PROPOSTA PARA A LOGÍSTICA REVERSA E DESTINO FINAL DOS RESÍDUOS PUTRESCÍVEIS – EXPERIMENTOS NAS INSTALAÇÕES DA CEMIG DISTRIBUIÇÃO .....</b>	<b>110</b>
6.1. A implantação da composteira piloto na Cemig Distribuição .....	111
6.2. Características básicas da composteira .....	116
6.3. Principais resíduos e critérios de utilização da composteira .....	118
6.4. Utilização e vantagens do húmus como adubo natural .....	121
6.5. Funcionamento da vermicompostagem .....	123
6.6. Análise físico-química e viabilidade agrícola do Húmus.	124
6.7. Análise econômica da implantação e utilização da composteira .....	127
<b>7. MODELO PRÓ-ATIVO PARA A GESTÃO DA LOGÍSTICA REVERSA EM ITUIUTABA .....</b>	<b>128</b>
7.1. Extrapolação e caminhos, para o município de Ituiutaba, em direção à necessidade da compostagem dos resíduos	128

orgânicos putrescíveis.....	
7.2. O prolongamento da vida útil do aterro sanitário baseado na proposta de um novo balanço de massa e na perspectiva de desvio dos orgânicos putrescíveis frente à reintegração ambiental de todos os resíduos domésticos .....	136
7.3. O importante papel da reeducação ambiental da população e a demonstração da curva de treinamento pessoa(s)/ano(s) .....	143
7.4. A gestão ambiental dos resíduos sólidos no município de Ituiutaba dentro da logística reversa .....	148
<b>8. DELIBERAÇÕES CONCLUSIVAS .....</b>	<b>151</b>
8.1. Conclusão .....	151
8.2. Perspectivas .....	152
8.3. Referências .....	157

## LISTAS DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Descrição</b>	<b>Pág.</b>
Figura 1	Mapa da localização da cidade de Ituiutaba no contexto nacional brasileiro.	06
Figura 2	Mapa da localização da cidade de Ituiutaba no contexto do estado de Minas Gerais.	07
Figura 3	Vista da entrada do Aterro Sanitário de Ituiutaba (MG).	08
Figura 4	Cooperativa Ituiutaba Recicla - Ituiutaba (MG).	09
Figura 5	Antigo local destinado ao Lixão, em Ituiutaba (MG).	09
Figura 6	Organograma da estrutura funcional do programa municipal Ituiutaba Recicla.	11
Figura 7	Organograma da estrutura funcional do Departamento de Serviços Públicos.	12
Figura 8	Triturador de resíduos orgânicos putrescíveis.	22
Figura 9	Rejeitos perigosos no aterro, aguardando um descarte adequado.	39
Figura 10	Baterias com o símbolo de descarte para o lixo doméstico.	39
Figura 11,12 e 13	Baterias e Pilhas recarregáveis utilizadas em eletroeletrônicos.	40
Figura 14	Coleta seletiva na cidade japonesa de Yokohama.	43
Figura 15	Embalagem longa vida, Tetra Pak.	47
Figura 16	Telhas produzidas a partir de embalagens longa vida.	48
Figura 17	Vassouras confeccionadas a partir de embalagens longa vida.	49
Figura 18	Móveis de jardim fabricados a partir de madeira plástica vegetal.	52
Figura 19 e 20	Plástico biodegradável feito a partir do amido de milho, batata, cana.	52 e 53
Figura 21	Rejeitos encaminhados para o aterro municipal – Ituiutaba (MG).	58
Figura 22	Rejeitos – lâmpadas queimadas encaminhados para o aterro.	59
Figura 23	PEV – Avenida Minas Gerais – Ituiutaba (MG).	64
Figura 24	Mapa dos bairros da cidade de Ituiutaba (MG).	67

Figura 25	Mapa da área urbana da cidade de Ituiutaba (MG).	69
Figura 26	Mapa da localização do Aterro Sanitário de Ituiutaba.	69
Figura 27	Mapa da localização da Cooperativa - Central da coleta Seletiva, no bairro Progresso em Ituiutaba (MG).	70
Figura 28	Varejista da logística reversa de PET, bairro Progresso, Ituiutaba (MG).	73
Figura 29	Varejista da logística reversa de papelão, bairro Maria Vilela, Ituiutaba (MG).	74
Figura 30	Tabela dos principais comercializados (compradores e vendedores) de resíduos.	75
Figura 31	Tabela dos principais compradores dos resíduos recicláveis.	76
Figura 32	Compactação de resíduos secos e recicláveis no aterro municipal.	80
Figura 33	Queima de resíduos no antigo Lixão - Ituiutaba (MG).	81
Figura 34	Induplastil – indústria de reciclagem de plástico, Ituiutaba (MG).	82
Figura 35	Plástico Pontal – indústria de reciclagem de plástico. Ituiutaba (MG).	82
Figura 36	Tabela contendo o comparativo dos resíduos e seu tempo aproximado de decomposição.	84
Figura 37	Foto da Balança onde ocorre a pesagem dos resíduos.	85
Figura 38	Tabela contendo a média da taxa de câmbio para conversão do real em dólar.	85
Figura 39	Tabela dos principais resíduos comercializados com seus preços de compra no varejo e de venda para o atacado.	86
Figura 40	Tabela das substâncias encontradas nos equipamentos eletroeletrônicos e seus prejuízos à saúde.	90
Figura 41	Tabela contendo os postos de recebimento de pilhas e baterias inservíveis na região do triângulo mineiro.	92
Figura 42	Caçamba de 6 m <sup>3</sup> recolhendo entulhos no b. progresso Ituiutaba MG.	96
Figura 43	Carroça cadastrada no projeto “Cidade sem entulho”.	96
Figura 44	Gráfico da estratificação dos resíduos gerados em Ituiutaba e seus percentuais.	97
Figura 45	Tabela com a composição dos resíduos sólidos domiciliares, na cidade de Ituiutaba (MG).	99
Figura 46	Tabela com a classificação qualitativa e quantitativa dos resíduos domésticos.	100

Figura 47	Gráfico da estratificação qualitativa e quantitativa dos resíduos domiciliares e seus percentuais - pesquisa de campo.	101
Figura 48	Reunião de Planejamento Estratégico na Central do Programa Ituiutaba Recicla.	102
Figura 49	Chorume gerado no aterro municipal de Ituiutaba (MG).	105
Figura 50	Tabela com os dados do dimensionamento para o Aterro de Ituiutaba sem logística reversa dos resíduos domiciliares.	107
Figura 51	Organograma do balanço de massa projetado pela prefeitura sem contemplar o desvio dos resíduos orgânicos putrescíveis.	109
Figura 52	Gráfico da quantidade de resíduos orgânicos putrescíveis gerados na Cemig Distribuição de Ituiutaba.	114
Figura 53	Tabela contendo o laudo de análise do húmus oriundo da Composteira.	115
Figura 54	Composteira produzindo húmus na Cemig D. Uberlândia (MG).	117
Figura 55	Organograma da proposta de balanço de massa do Aterro na logística reversa – o desvio dos resíduos orgânicos putrescíveis.	131
Figura 56	Planta do Aterro Sanitário de Ituiutaba (MG).	135
Figura 57	Tabela de Minas Gerais: 2000. Indicadores demográficos selecionados. Mesorregiões Geográficas – 1995/2000.	140
Figura 58	Tabela da População residente, taxas brutas de natalidade e mortalidade, taxa líquida de migração e taxa de crescimento anual - 1991/2020.	140
Figura 59	Mapa de Minas Gerais: 2000. Taxa de Crescimento Vegetativo dos Municípios Mineiros–1995/2000.	142
Figura 60	Gráfico da curva de treinamento. Estimativa de pessoa(s) /ano para promover a reeducação ambiental da população.	147

## RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo de caso, contendo o diagnóstico da logística reversa dos resíduos sólidos existentes em Ituiutaba (MG). Ele caracteriza quais são os principais resíduos, quem são os maiores catadores e compradores e qual é o caminho percorrido pelos resíduos. Apresenta ainda, um modelo pró-ativo para a sua gestão ambiental. Modelo esse, que induz a capacidade de pensar, projetar e antever um futuro melhor para a sociedade tijuicana do que se vivencia hoje na cidade. A análise qualitativa dos resíduos domiciliares revelou a presença de 70% em peso de matéria orgânica putrescível. Identificam-se: custos de manutenção do aterro, contra senso, falhas técnicas, administrativas e ausência de equipamentos no modelo atual de logística reversa. Abre-se a perspectiva para a cidade de Ituiutaba (MG) dar um salto a fim de melhorar a sua eficiência em gestão ambiental. O caminho para a eficiência da gestão dos resíduos é demonstrado, o qual deverá ter como principal precursor o poder público municipal. Para que o modelo possa ter efetividade ele deverá contar com o apoio da população, a qual deverá ser informada sobre a nova proposta de logística reversa para os resíduos sólidos urbanos. Em relação ao húmus produzido a partir dos resíduos putrescíveis, pode-se constatar que o composto apresenta bom potencial de uso para produção de variadas plantas e hortaliças e possui uma boa constituição de macro e micro nutrientes. Em referência ao balanço de massa no modelo pró-ativo abre-se uma perspectiva de um desvio dos resíduos do aterro sanitário bem maior do que se presencia hoje. A reintegração ambiental dos resíduos sólidos dá um salto dos atuais 19% para 82,8% no modelo pró-ativo da logística reversa. Destarte vislumbra-se uma nova era na gestão dos resíduos sólidos para o município de Ituiutaba amparada na logística reversa. Com a adoção do modelo pró-ativo a área do aterro municipal deverá ser utilizada menos para o recobrimento e compactação dos resíduos recicláveis e rejeitos e mais para a compostagem dos resíduos orgânicos putrescíveis. Com isso, se vislumbra o prolongamento da vida útil do aterro, que passaria de 24 anos para 99 anos, com redução drástica na geração de chorume. O estudo do reverso da logística dos resíduos é uma contribuição para subsidiar a prefeitura na gestão dos resíduos sólidos, servindo também, para aumentar a consciência da população sobre a necessidade de sua participação no processo de descarte e reaproveitamento dos resíduos sólidos.

**Palavras-chave:** Aterro Sanitário, Compostagem, Ituiutaba, Logística Reversa, Modelo Gerencial Pró-ativo, Resíduos Sólidos.

## ABSTRACT

This work presents a case study, containing the diagnosis of reverse logistics of the solid wastes existing in Ituiutaba (MG). It includes the main residues, who are the biggest collectors and buyers and which is the way taken by the residues. It still presents, a pro-active model for its environmental management. Model this, that induces the capacity to think, to project and to foresee a better future for the society of what is lived deeply today in the city. The qualitative analysis of the domiciliary residues disclosed the presence of 70% in weight of decaing organic substance. Five aspects are identified: costs of landfill maintenance, non senses, technique imperfections, administrative problems and lack of equipment in the current model of reverse logistics. There is a new perspective for the city of Ituiutaba (MG) to give a leap in order to improve its efficiency in environmental management. The way for the efficiency of the management of the residues is demonstrated, which must have as main precursor the municipal public power. So that the model can have effectiveness it will have to count on the support of the population, which will have to be informed of the new the proposal of reverse logistics for the urban residues. In relation to the compost produced from the humid residues, it can be evidenced that its composition presents good potential of use for production of varied plants and vegetables for presenting a good constitution of macro and micron nutrients. In relation to the balance of mass in the pro-active model there is a perspective of a shunting line of the residues from the landfills much bigger than nowadays. That is, the ambient reintegration of the residues makes a leap from current 19% to 82,8% in the pro-active model of reverse logistics. This way it is possible to see a new age in the management of the solid residues for the city of Ituiutaba supported in reverse logistics. With the adoption of the pro-active model the municipal landfill will have to be used less for the covering and compacting of the recycleable residues and unwanted matter and more for the composting of the perishable organic residues. This way it is possible to prolong the useful life of the landfill, from 24 years to 99 years, with drastic reduction in the leachate generation. Soon, the study of the reverse logistics of the residues is a contribution to subsidize the city hall in the management of the solid residues, also serving, to increase the conscience of the population on the necessity of its participation in the discarding process and reusage of solid residues.

**Keywords:** Composting, Ituiutaba, Pro-active Management Model, Reverse Logistics, Sanitary Landfill, Solid Waste.

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Justificativas

O acúmulo de resíduos vem aumentando em todo o planeta e já é o maior causador da degradação<sup>1</sup> do meio ambiente. Cada ser humano produz, em média, pouco mais que 500 gramas de resíduos por dia. Se o consumo e os hábitos da população continuar a crescerem, no ritmo atual, em pouco tempo teremos a escassez dos recursos naturais não renováveis e falta de espaço para acondicionar tantos resíduos que estão sendo gerados em escala planetária.

O reverso da logística se propõe a contrapor ao modelo atual denominado “*one way*” (via única), onde os resíduos não voltam como insumos para as indústrias e fábricas, mas ficam nas ruas, rios e terrenos indo para os lixões sendo parte integrante do velho paradigma econômico do “*jogar fora*”, “sem utilidade”, “algo desprezível”, “sujeira” e do “inútil”.

Existem vários motivos estratégicos para a cidade de Ituiutaba (MG) operar nos canais reversos da logística: qualidade de vida para a população; aumento da vida útil do aterro sanitário<sup>2</sup>; obediência aos requisitos legais, normativos e condicionantes dos órgãos ambientais; valorização econômica dos resíduos e geração de renda e empregos; demonstração de cidadania e pró-atividade na busca de soluções de ordem sanitária com vistas à saúde pública e ao meio ambiente.

---

<sup>1</sup> Degradação. Alteração adversa das características do meio ambiente (Lei 6.938/81). Ainda segundo o Decreto 97.632/89 são os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais.

<sup>2</sup> Aterro Sanitário. Processo de disposição do lixo/resíduo, fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, empregado para a disposição final dos resíduos sólidos sobre a terra, os quais são espalhados e compactados e diariamente cobertos com terra.

Destaca-se ainda a necessidade, para Ituiutaba (MG), de um modelo de logística reversa que seja ambientalmente adequado para promover o manejo dos resíduos sólidos e a melhoria no padrão de vida e de saúde da população, nos aspectos: ambientais, econômicos e estéticos do município.

Sob o ponto de vista econômico, a produção exagerada de resíduos e a disposição final inadequada - sem projetos e sem critérios - representam um desperdício de materiais, energia e recursos naturais e financeiros, sem levar em consideração o planeta como um 'ser vivo'. Com a funcionalidade da logística reversa<sup>3</sup> dos resíduos tem-se a intenção de promover o reaproveitamento, reintegração e reciclagem dos resíduos e assim, diminuir o consumo de energia, de matérias-primas e de recursos naturais, ajudando no consumo sustentável.

O crescente desenvolvimento tecnológico da humanidade nos impele para dificuldades ambientais extremamente acentuadas em consequência de degradações e destruição dos recursos naturais. Desse modo, torna-se cada vez mais necessário desenvolver novas formas de atuação por meio de um eficaz sistema de logística ambiental.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivos**

Este projeto é voltado para caracterizar e diagnosticar, através de pesquisa de campo, o funcionamento da logística reversa, ou seja, o reverso da logística

---

<sup>3</sup> Logística reversa. Comumente como é chamada na linguagem industrial, o "reverso da logística" é a área da logística que trata dos aspectos de retornos de produtos, embalagens ou materiais ao seu centro produtivo.

existente entre local de geração, trajeto e o destino final dos resíduos gerados nas diversas atividades no município de Ituiutaba (MG). Ele tem o intuito de propor um modelo pró-ativo para redução do uso do Aterro Municipal e o prolongamento da sua vida útil focado no balanço de massa existente.

Em sua gênese, o trabalho procura detalhar e esclarecer os fatores relacionados à gestão dos resíduos e à logística reversa, dentre outros citados: quantidade de resíduos coletados pelo poder público; quantidades de resíduos coletadas pelos catadores e para onde são encaminhadas e destinadas; quem são os maiores “catadores” que existem no município e qual a quantidade de resíduos cada catador coleta; quanto de resíduos (matéria-prima) chega aos principais atacadistas, indústrias compradoras dos insumos: Induplastil e Plástico Pontal e o que eles fazem com o material; quanto chega ao Aterro, qual é o seu tamanho, qual foi, até o momento, e continua sendo o seu custo para o município, previsão do seu crescimento e qual o seu destino após seu esgotamento.

Tem-se ainda, a intenção em contribuir para uma melhor gestão dos resíduos no município possibilitando o aprimoramento dos serviços existentes em prol da excelência nos serviços de saneamento ambiental.

Após a definição da logística atual, qual é a previsão para o futuro, quanto material pode ser desviado do Aterro e com qual esforço. Como a logística reversa pode ser aperfeiçoada para desviar mais material do Aterro. Antevemos, ao término do projeto, a formulação de uma proposta de um modelo ideal, com uma proposta de logística-modelo amparada na sustentabilidade para o município de Ituiutaba (MG).

### **3. REVISÃO - HISTÓRICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM ITUIUTABA**

#### **3.1. Informações geográficas do município de Ituiutaba**

Ituiutaba (MG) localiza-se na região do Pontal do Triângulo Mineiro distando cerca de 750 km da capital Belo Horizonte e no Brasil (Figura 1 e 2). Possui 91.407 habitantes (previsões do IBGE, 2005). A emancipação política ocorreu em 1901 e o município passou a se chamar Vila Platina, pela lei nº 319, de 16 de setembro de 1901. O povoado cresceu e modernizou-se. Em 1915, a Vila Platina passou a se chamar Ituiutaba. A palavra tem origem no tupi-guarani, formada através da aposição das palavras i (rio), tuyu (Tijuco) e taba (povoação) (Petrágia, 2001). Com uma Área Urbana: 24,2 Km<sup>2</sup> e uma Área Rural de 2.669,8 Km<sup>2</sup>, perfazendo um total de 2.694,0 Km<sup>2</sup>.

Localiza-se geograficamente em Latitude: 18°58'08" S, Longitude: 49°27'54" W e Altitude de 1.985 PÉS (605m).

Apresenta relevo típico de chapada; relevo suavemente ondulado sobre formação sedimentares, apresentando vales espaçados e raros. Neste conjunto a vegetação característica é o cerrado entrecortado por veredas, com solos ácidos e pouco férteis (latossolo vermelho/amarelo, argiloso, arenoso). Encontra-se também, boa quantidade de Terras formadas de diabase, mais popularmente conhecida como terra Rocha.

Destaca-se a vegetação rasteira com a incidência também, de alguns campos.

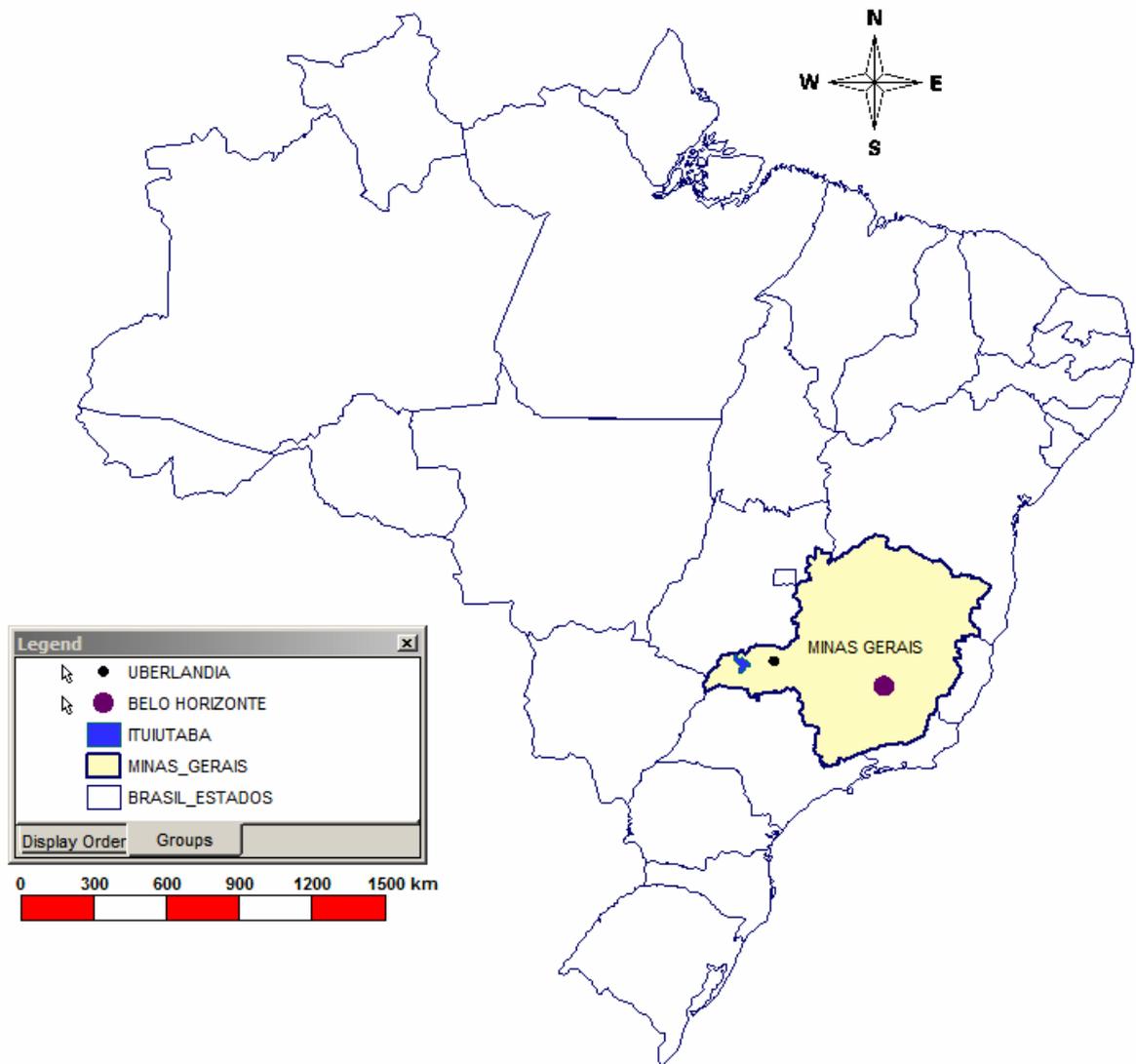
A declividade das glebas gira em torno de 6%, facilitando sobremaneira a mecanização total das áreas agricultáveis, áreas essas que devem atingir aproximadamente 40%.

Na região existem três rios, entre eles destacam-se: Paranaíba, Tijuco e Rio da Prata, sendo este um afluente do Rio Tijuco, afluente do Paranaíba. O abastecimento de água para a população se dá através do Ribeirão de São Lourenço e do Rio Tijuco. Suas águas são captadas pelo sistema de condução, bombeamento e tratamento da SAE<sup>4</sup>.

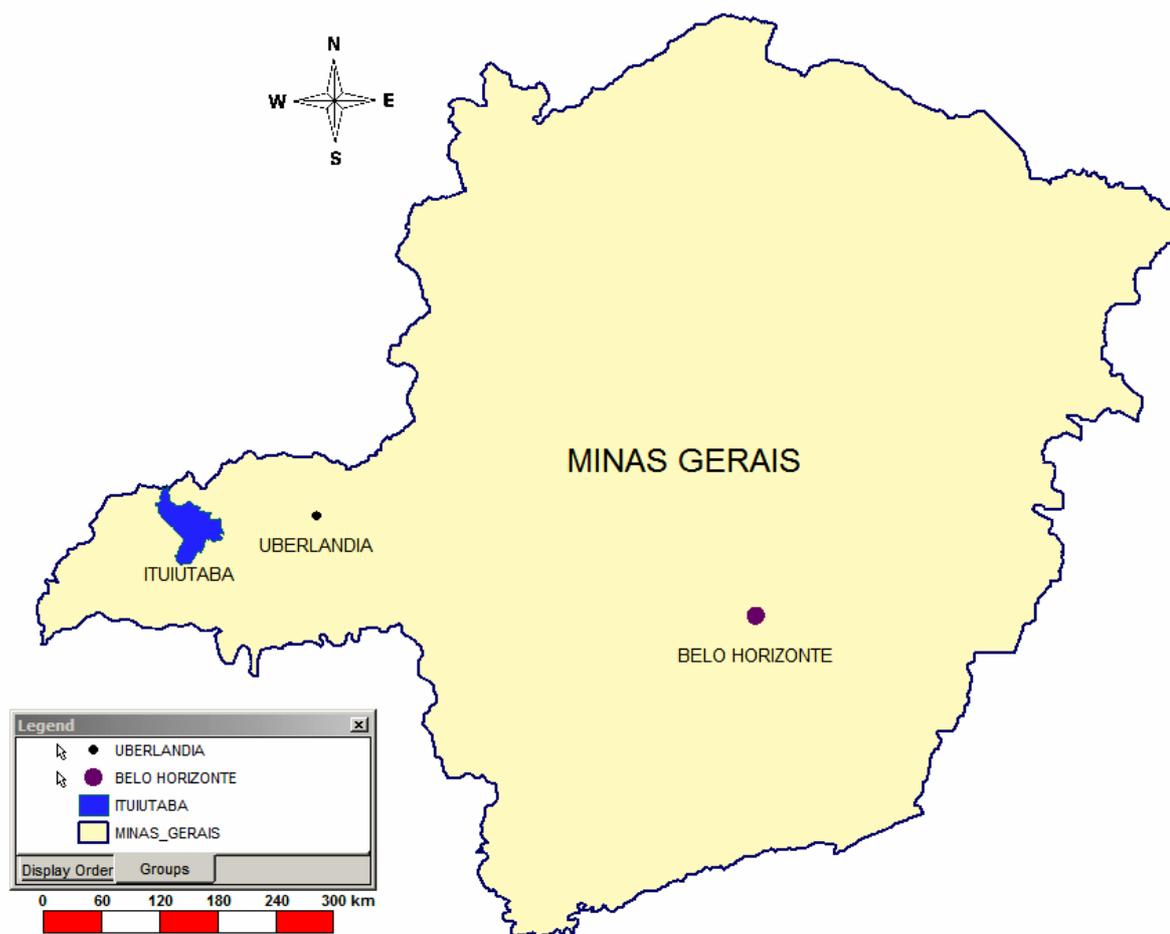
O clima é tropical (quente/úmido), com temperaturas médias e variáveis entre 18°C a 38°C. O período chuvoso vai de outubro a março; o índice pluviométrico é de 1.500 mm (média anual).

---

<sup>4</sup> SAE - Superintendência de Água e Esgoto. Autarquia municipal de Ituiutaba. (MG).



**Figura 1.** Mapa da localização da cidade de Ituiutaba no contexto nacional brasileiro.  
**Organização:** SANTOS, Flavio Costa – novembro/2006.



**Figura 2.** Mapa da localização da cidade de Ituiutaba no contexto do estado de Minas Gerais.  
**Organização:** SANTOS, Flavio Costa – novembro/2006.

### 3.2. Retrospectiva do saneamento ambiental de Ituiutaba

A partir do ano de 2001, por determinação do COPAM<sup>5</sup>, através da Deliberação Normativa – DN 52/2001, todos os municípios com população superior a 50 mil habitantes passam a ser obrigados a construir um aterro sanitário. Em função da necessidade específica, Ituiutaba (MG) foi levada a pensar em um projeto para esta situação, ficando a SAE incumbida desta importante tarefa. Para tanto foi desenvolvido o projeto do aterro sanitário (Figura 3) e com ele um programa de gestão de resíduos sólidos, denominado “Ituiutaba Recicla”.

<sup>5</sup> COPAM. Conselho Estadual de política Ambiental do estado de Minas Gerais.



**Figura 3.** Vista da entrada do Aterro Sanitário de Ituiutaba (MG), março/2006.

Esse projeto divide-se na coleta seletiva e, o próprio aterro sanitário, os quais são coordenados pela SAE; A limpeza urbana é realizada pela Secretaria de Obras; a produção mais limpa<sup>6</sup> de responsabilidade da Secretaria de Indústria, Comércio, Turismo e Serviços; a educação ambiental coordenada pela Secretaria de Educação e a de Inclusão Social, sendo responsável, o Departamento de Desenvolvimento Social.

Mesmo com a criação da Cooperativa Ituiutaba Recicla (Figura 4) ainda existia no antigo lixão<sup>7</sup> da cidade (Figura 5) um número aproximado de 30 pessoas, os quais não se encontravam organizados em cooperativas e/ou em associações e que não almejavam sair daquele local.

<sup>6</sup> Produção mais limpa. A produção, a tecnologia e o manejo que utilizam recursos de maneira eficiente criam resíduos que são reutilizados, despejam dejetos que causam menores impactos adversos à saúde humana e ao meio ambiente e ainda fabricam produtos que, quando usados, provocam menos impactos e são mais fáceis de serem reciclados.

<sup>7</sup> Lixão. Forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, que consiste na descarga do material no solo sem qualquer técnica ou medida de controle. Este acúmulo de lixo traz problemas como a proliferação de vetores de doenças (ratos, baratas, moscas, mosquitos, etc.), a geração de odores desagradáveis e a contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas pelo chorume. Além disso, a falta de controle possibilita o despejo indiscriminado de resíduos perigosos, favorecendo a atividade de catação e a presença de animais domésticos que se alimentam dos restos ali dispostos. Podem ocorrer processos de combustão espontânea na massa de lixo.



**Figura 4.** Cooperativa Ituiutaba Recicla - Ituiutaba (MG), janeiro/2005.



**Figura 5.** Antigo local destinado ao Lixão, em Ituiutaba (MG), fevereiro/2001.

O Departamento de Serviços Públicos da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos é o responsável pelo manejo dos resíduos sólidos em Ituiutaba (MG). A partir de abril de 2005 esse departamento assumiu também a operação do aterro sanitário e o programa da coleta seletiva, este trabalho era compartilhado com a

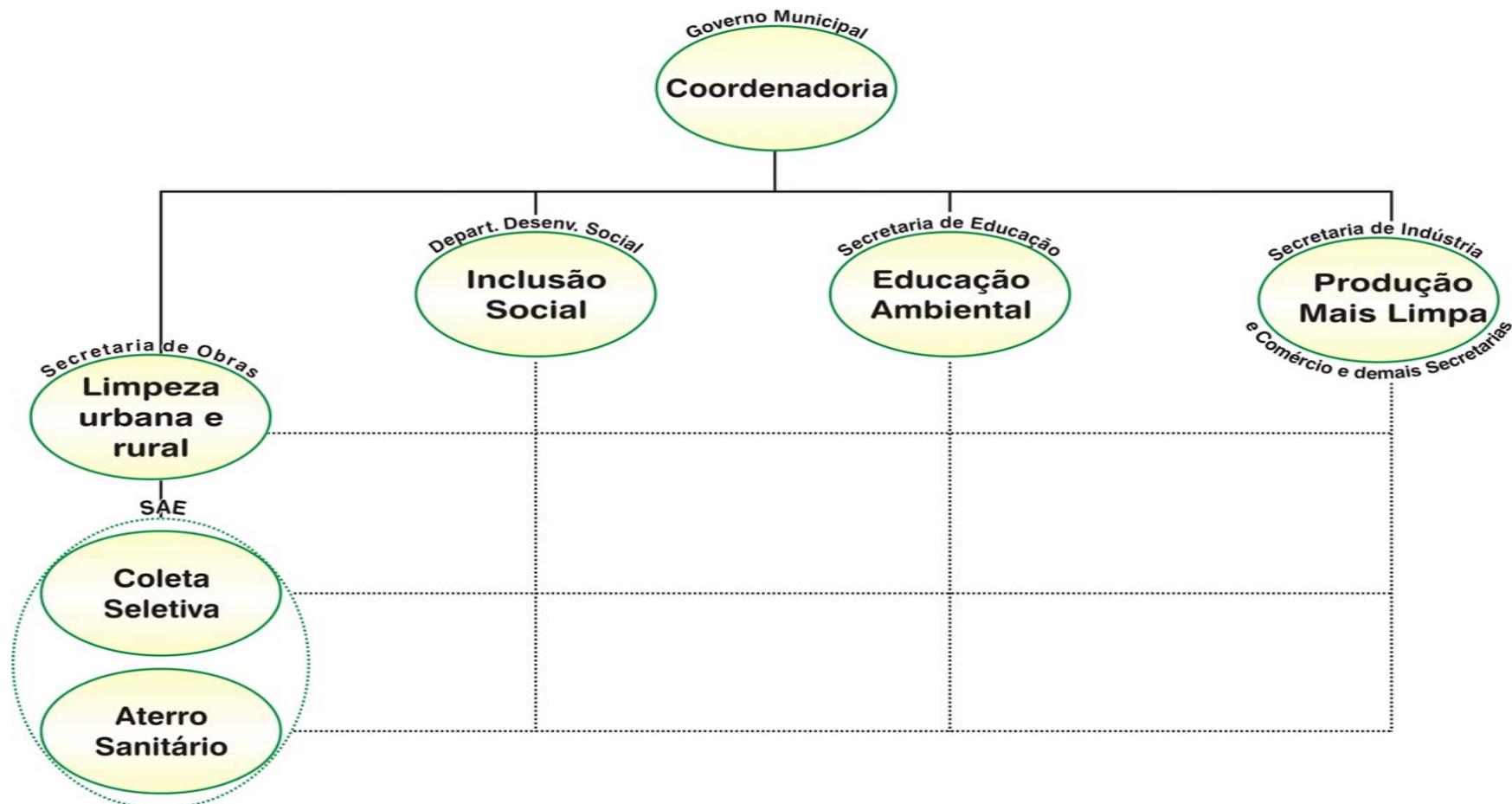
ASETI<sup>8</sup>, organização da sociedade civil. Anteriormente, o assunto era subordinado à SAE. A estrutura funcional do programa municipal Ituiutaba Recicla está demonstrada na Figura 6.

As seções de limpeza urbana e tratamento e destinação final de resíduos sólidos do Departamento de Serviços Públicos (Figura 7) operam os serviços inerentes aos resíduos sólidos: coleta de lixo domiciliar e de serviços de saúde, varrição, serviços gerais com máquinas pesadas (limpeza de terrenos, manutenção de vias não pavimentadas, remoção de entulhos, etc.), capina manual, química e mecanizada, coleta seletiva e aterro sanitário.

---

<sup>8</sup> ASETI. Associação Ecológica Tijuco. Organização não governamental (ONG) de interesse público sediada em Ituiutaba (MG).

## Organograma do Programa Municipal Ituiutaba Recicla



**Figura 6.** Organograma da estrutura funcional do programa municipal Ituiutaba Recicla.  
**Fonte:** Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos de Ituiutaba (MG) – 2002.

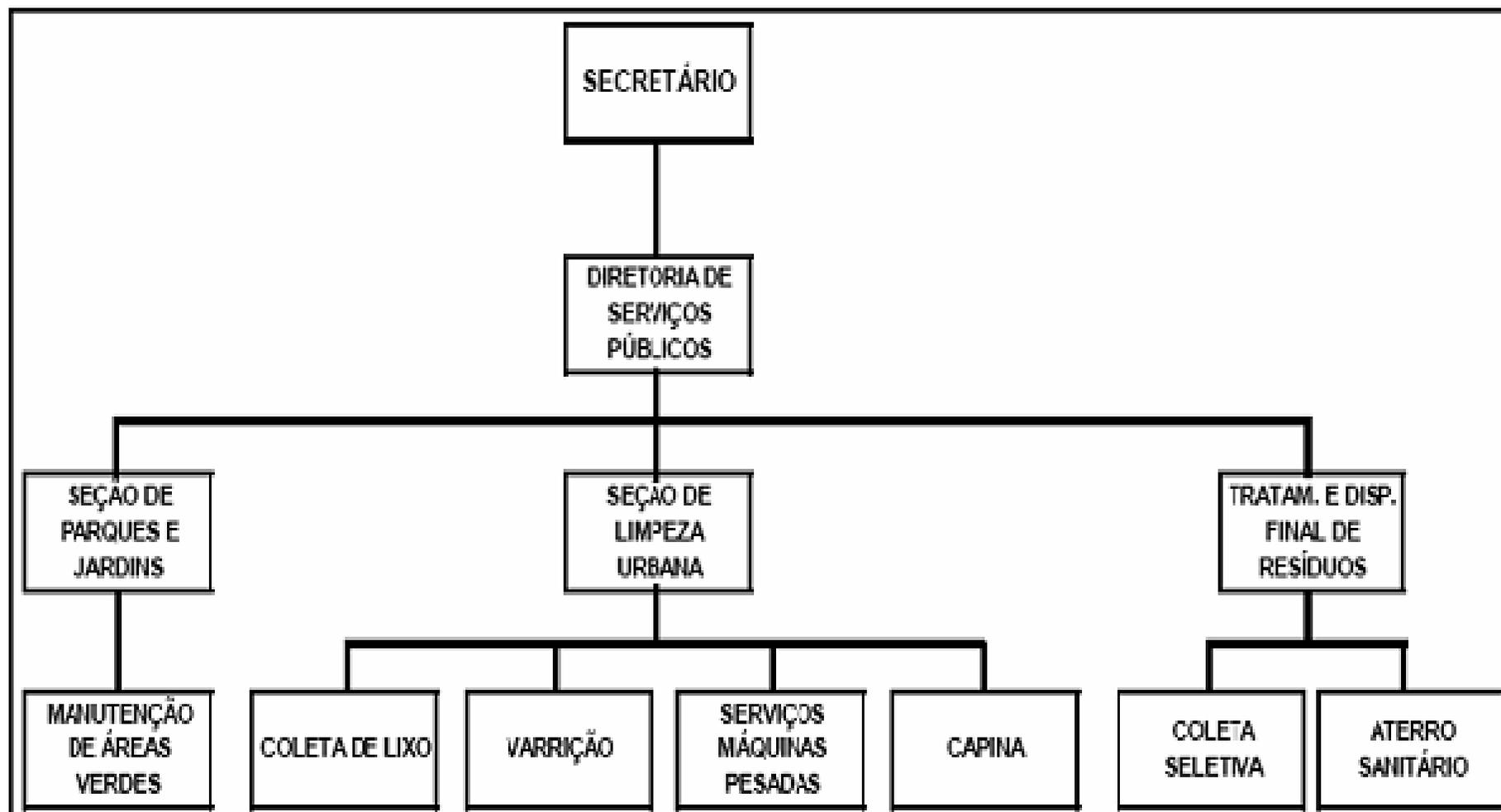


Figura 7. Organograma da estrutura funcional do Departamento de Serviços Públicos.  
Fonte: Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos de Ituiutaba – 2005.

### 3.3. O significado da logística reversa dos resíduos

Estudos revelam a logística reversa como ferramenta e instrumento principal para uma proposta de produção e consumo sustentáveis (BARBIERI e DIAS, 2002). Em termos macroeconômicos a logística é a responsável pelo fluxo físico dos materiais no setor industrial e deste para o consumidor, passando pelos diversos elos dos canais de distribuição (BOWERSOX e CLOSS, 2001). Nas empresas o termo é utilizado para descrever as atividades relacionadas com os fluxos de entrada de materiais e de saída de produtos e tende a ganhar uma visão integrada entre as organizações à medida que estas passam a planejar suas atividades de forma conjunta, para melhor servir o mercado e ganhar eficiência e eficácia (BALLOU, 2001).

Bowersox e Closs (2001, p.51) apresentam, por sua vez, a idéia de:

‘Apoio ao Ciclo de Vida’ como um dos objetivos operacionais da logística moderna referindo-se ao prolongamento da logística para além do fluxo direto dos materiais, considerando também os fluxos reversos de produtos em geral.

Já DORNIER et al. (2000, p. 39) “propõe que a definição atual de logística deveria englobar todas as formas de movimentos, fluxo diretos e de retorno de produtos e informações”.

“ROGERS e TIBBEN.LEMBKE” (1999, p.2) definem logística reversa como:

O processo de planejamento, implantação e controle do fluxo de produtos acabados e as respectivas informações, desde o ponto de consumo até o ponto de origem, com o propósito de recapturar valor ou adequar o seu destino.

STOCK (1998, p.20) por sua vez define que “a logística reversa trata do retorno de produtos, reciclagem, substituição de materiais, reuso de materiais, disposição e reforma de resíduos, reparação e re-manufatura de bens retornados”.

Segundo os autores (LEITE, 2003; CLM, 1993; FULLER, ALLEN,1995) a logística reversa pode, portanto, ser entendida como a área da logística que visa equacionar os aspectos logísticos do retorno dos bens ao ciclo produtivo ou de negócios através da multiplicidade de canais de distribuição reversos de pós-venda e de pós-consumo, agregando-lhes valor econômico, ecológico, legal e de localização.

O perfil da comunidade em geral é de preocupação com o meio-ambiente, pois ela começa a ter consciência dos danos que dejetos e rejeitos<sup>9</sup> podem causar a toda a população em um futuro próximo. A utilização de cores diferenciadas facilita a separação dos resíduos por tipo de material. A falta de aterros sanitários e o constante aumento de emissões de poluentes<sup>10</sup>, inclusive nos países mais desenvolvidos, geram polêmicas discussões em âmbito mundial. Esta preocupação se reflete, ainda que incipiente, nos consumidores, nas empresas e nas indústrias, que são os geradores destes resíduos.

Em suma, popularmente como é chamada na linguagem industrial, o “reverso da logística” é a área da logística que trata dos aspectos de retornos de produtos, embalagens ou materiais ao seu centro produtivo. Esse processo há tempos observado nas indústrias de bebidas, com a reutilização de seus vasilhames, isto é, o produto chegava ao consumidor e retornava ao seu centro produtivo para que sua

---

<sup>9</sup> Rejeito(s). Material que sobra sem aplicação útil imediata após uma atividade qualquer; se esta atividade for industrial, diz-se que é um rejeito, resíduo ou efluente industrial.

<sup>10</sup> Poluentes. Detritos sólidos, líquidos ou gasosos nocivos à saúde, de origem natural ou industrializada que, introduzidas em recurso natural (ar, na água ou no solo), torne-o impróprio para uma finalidade específica, podendo ainda afetar a estrutura e as funções dos ecossistemas.

embalagem fosse reutilizada e voltasse ao consumidor final. Esse processo era contínuo e, aparentemente, cessou a partir do momento em que as embalagens passaram a ser descartáveis. Com isso, veio a facilitar a não necessidade de devolução das embalagens, uma drástica redução no consumo de água para a limpeza dos vasilhames e maior comodidade para o consumidor. Na atualidade vê-se que algumas empresas passam novamente a utilizar o processo de retorno de vasilhames com olhos na sustentabilidade ambiental.

A logística reversa de pós-consumo vem trazendo o conceito de se administrar não somente a entrega do produto ao cliente, mas também o seu retorno, direcionando-o para ser descartado ou reutilizado. Após chegar ao consumidor final o produto provavelmente segue para três destinos diferentes: é encaminhado para um local seguro de descarte, como aterros sanitários e depósitos específicos; segue um destino não seguro, onde é descartado na natureza, poluindo o ambiente; ou volta a uma cadeia de distribuição reversa.

Empresas incentivadas pelas Normas série ISO -14.000<sup>11</sup> e preocupadas com a gestão ambiental começaram a reciclar materiais e embalagens descartáveis, como latas de alumínio, garrafas plásticas e caixas de papelão, entre outras, que passaram a se destacar como matéria-prima e insumos e deixaram de ser tratadas como lixo. Dessa forma, pode-se observar a logística reversa no processo de

---

<sup>11</sup> ISO (International Organization for Standardization). Organização Internacional de Padronização, formada pelos representantes de mais de 120 países. Fundada em 1947 e sediada em Genebra, Suíça. É responsável pela elaboração e difusão de normas internacionais em todos os domínios de atividades, exceto no campo eletro-eletrônico, que é de responsabilidade da IEC (International Electrotechnical Commission). Dentre as centenas de normas elaboradas pela ISO, de interesse para área ambiental, tem-se a série ISO-9.000, de gestão da qualidade de produtos e serviços, e a série ISO-14.000, de sistemas de gestão ambiental que abrange as áreas: gestão ambiental, auditorias ambientais, rotulagem ambiental, avaliação de desempenho ambiental e análise de ciclo de vida.

reciclagem, uma vez que esses materiais retornam para diferentes centros produtivos em forma de matéria-prima.

Em sua cadeia de produção as empresas liberam resíduos que podem ser reaproveitados, reciclados ou podem ser vendidos como matéria-prima à outra empresa que transformará em produto e o devolverá ao mercado. O resíduo, matéria-prima para estas empresas, dessa forma ganha no custo e no valor agregado.

Entre as principais barreiras ao desenvolvimento das atividades de logística reversa no Brasil, pode-se citar a falta: de política das empresas, de recursos humanos, de recursos financeiros, de sistemas de informação adequados e a não obrigação legal.

Os materiais separados para a coleta seletiva são recolhidos e normalmente enviados para um centro de triagem e beneficiamento, onde são separados conforme suas características e enviados para as indústrias recicladoras. Em algumas usinas esses materiais são moídos e enfardados, facilitando o transporte e aumentando seu valor de mercado.

As coletas: seletivas<sup>12</sup> e diferenciadas<sup>13</sup> apresentam-se como alternativas ecologicamente corretas que desviam os resíduos do seu atual destino, aterros sanitários e lixões.

A Logística Reversa tem em sua composição, no mínimo, uma corrente de três elos: educação ambiental<sup>14</sup>, logística e destinação. Se um deles não for

---

<sup>12</sup> Coleta seletiva. Forma diferenciada de coletar os resíduos onde o lixo seco ou reciclável é separado na origem (fonte geradora, centros de triagem ou nas usinas de reciclagem) e recolhido em coleta especial, conforme sua constituição, tais como papéis, plásticos, vidros, metais e orgânicos. Posteriormente, estes materiais são vendidos às indústrias recicladoras ou aos sucateiros.

<sup>13</sup> Coleta diferenciada. Filosofia de gestão funcional e prometedora que oferece uma alternativa moderna aos métodos tradicionais das coletas mista e seletiva. Ela diferencia-se entre resíduo úmido e seco, ou em termos biológicos, entre lixo putrescível e lixo biologicamente inerte. (FEHR, 2001).

planejado a tendência é o programa não perseverar. O Planejamento para implantação de uma coleta seletiva deve ser feito do fim para o começo da cadeia. Portanto, primeiro pensar em qual será a destinação, depois a logística e por fim o programa de comunicação ou educação ambiental.

### **3.4. Tendências e conceitos para a gestão de resíduos urbanos**

Duas grandes revoluções marcaram a humanidade em termos de mudanças nas atividades econômicas: A primeira foi a Revolução Agrícola, há dez mil anos. A segunda foi a Revolução Industrial, que começou há dois séculos. A diferença é que uma durou muitos milênios e a outra, dois séculos. Estamos agora diante de outra grande reestruturação, que chamamos de Revolução Ambiental. A Revolução Ambiental precisará acontecer em poucas décadas se quisermos resultados positivos.

Sem o processo de reciclagem os aterros sanitários serão alimentados de forma degradante e com grande impacto à mãe natureza.

A seleção de uma área adequada para disposição final de resíduos sólidos urbanos propicia menores riscos ao meio ambiente e à saúde pública, além de menores gastos com a implantação, operação e encerramento do aterro. Os resíduos, sem tratamento e manejo adequado, poluem o solo, o lençol freático, cursos de água, o

---

<sup>14</sup> Educação ambiental. Processo de aprendizagem e comunicação de problemas relacionados à interação dos homens com seu ambiente natural. Faz uso de metodologias diversas, alicerçadas em base científica, com objetivo de formar indivíduos capacitados a analisar, compreender e julgar problemas ambientais, na busca de soluções que permitam ao homem coexistir de forma harmoniosa com a natureza.

ar e ainda favorece o aparecimento de doenças, pois atraem pequenos animais transmissores de doenças que os procuram em busca de alimento.

O ciclo de vida do produto não termina após serem usados pelos consumidores e serem descartados para os aterros e lixões. Hoje, mesmo que um determinado produto ainda esteja dentro do prazo de sua vida útil, do ponto de vista funcional, simbolicamente já está ultrapassado. A moda e a propaganda provocam um verdadeiro desvio da função primária dos produtos. Ocorre que a obsolescência planejada e a descartabilidade dos produtos são hoje elementos vitais para o modo de produção capitalista, por isso encontram-se presentes tanto no plano material como simbólico. É o problema do consumismo, uma questão eminentemente cultural relacionada com a incessante insatisfação e com a função primeira dos objetos em si.

O lixo passou a ser chamado de resíduo e agora, o que é resíduo para alguns; para outros é matéria-prima. A Organização Mundial da Saúde (OMS) define o lixo como “qualquer coisa que seu proprietário não quer mais e que não possui valor comercial”.

Seguindo esta lógica, vem do site do Compam:

Se assumirmos que parte dos resíduos gerados nas diversas atividades humanas ainda possui valor comercial se for manejado adequadamente, temos que adotar uma nova postura e assumir o resíduo como uma matéria-prima potencial. Considerando a complexidade das atividades humanas, podemos imaginar que o resíduo de uma atividade pode ser utilizado para outra, e assim sucessivamente, de forma sistêmica e integrada. Após este ciclo de utilizações, *o material que não tiver nenhuma possibilidade de se reintegrar na cadeia produtiva, ou seja, que não tiver nenhum consumidor em potencial, será nomeado como 'lixo'.*

De acordo com Sewell (1978), “as crescentes objeções ao volume de resíduos sólidos dividem-se em cinco categorias: saúde pública, custos de recolhimento e processamento, estética, ocupação de espaço em depósitos de lixo e esgotamento dos recursos naturais”.

Da ABNT<sup>15</sup>, vem outra contribuição:

Resíduos são materiais decorrentes de atividades antrópicas, gerados como sobras de processos, ou os que não possam ser utilizados com a finalidade para a qual foram originalmente produzidos. Os resíduos são os resultados do uso impróprio de materiais ou de energia ou decorrem de processos produtivos inadequados ou mal geridos.

A logística reversa dos resíduos envolve todos os caminhos e percursos abrangidos no trajeto que os resíduos percorrem entre seu ponto de geração e o ponto de destino final, qualquer que seja. Dessa forma promove a quebra de paradigma na questão do destino final dos resíduos.

Derivada do latim *lix* (cinza), o lixo tecnicamente é conhecido como “Resíduo Sólido Urbano” (RSU). Se até o começo da Revolução Industrial o lixo era composto basicamente de restos e sobras de alimentos, a partir dessa era passou a ser identificado, também, por todo e qualquer material descartado e rejeitado pela sociedade. O desenvolvimento para o conforto e o bem-estar humanos produzidos a partir da Revolução Industrial levou à intensificação do material descartável, ocasionando um aumento da quantidade de resíduos gerados e não utilizados pelo homem, muitos deles provocando a contaminação<sup>16</sup> do meio ambiente e trazendo riscos à saúde humana, basicamente nas áreas urbanas, pois as referidas áreas não levaram em consideração a necessidade de adequação e de locais específicos para depósito e tratamento dos resíduos sólidos.

A ABNT (1987), NBR 10.004, define resíduos sólidos como:

Resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividades da comunidade de origem: urbana, agrícola, radioativa e outros (perigosos e/ou tóxicos). Incluem-se, nesta definição, os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgoto

---

<sup>15</sup> ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas – é o órgão responsável pela normalização técnica no país, fornecendo a base necessária ao desenvolvimento tecnológico brasileiro. É uma entidade privada, sem fins lucrativos reconhecida como Fórum Nacional de Normalização.

<sup>16</sup> Contaminação. Introdução, no meio, de elementos em concentrações nocivas à saúde humana, tais como: organismos patogênicos, substâncias tóxicas ou radioativas - Ação ou efeito de corromper ou infectar por contacto. Termo, muitas vezes, como sinônimo de poluição, porém quase sempre empregado em relação direta a efeitos sobre a saúde do homem.

ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível.

Ainda de acordo com a norma NBR 10.004 – ABNT (1987), os resíduos sólidos são classificados em três categorias:

Resíduos Classe I - Perigosos: resíduos sólidos ou mistura de resíduos que, em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, podem apresentar riscos à saúde pública, provocando ou contribuindo para um aumento de mortalidade ou incidência de doenças e/ou apresentar efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.

Resíduos Classe IIa - Não Inertes: resíduos sólidos ou mistura de resíduos sólidos que não se enquadram na Classe I (perigosos) ou na Classe IIb (inertes). Estes resíduos podem ter propriedades tais como: combustibilidade, biodegradabilidade, ou solubilidade em água.

Resíduos Classe IIb - Inerte: resíduos sólidos ou mistura de resíduos sólidos que, submetidos a testes de solubilização não tenham nenhum de seus constituintes solubilizados, em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de águas, excetuando-se os padrões: aspecto, cor, turbidez e sabor. Como exemplos destes materiais, podemos citar: rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas que não são decompostos prontamente.

Segundo Gomes (1989), os resíduos sólidos urbanos são, também, classificados de acordo com seus diferentes graus de biodegradabilidade, em:

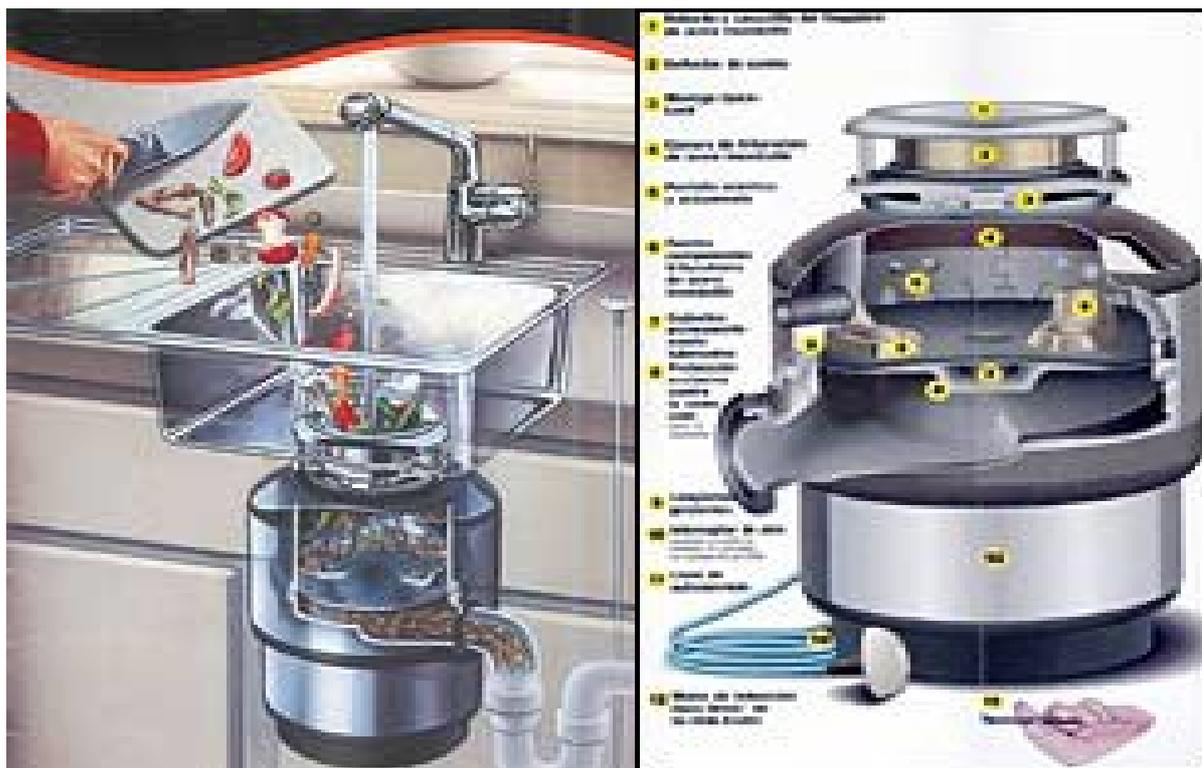
- Facilmente degradáveis: materiais de origem biogênica;
- Moderadamente degradáveis: papel, papelão e outros produtos celulósicos;
- Dificilmente degradáveis: trapos, couro (tratado), borracha e madeira;
- Não - degradáveis: vidros, metal, plástico.

Gomes (1989) e Jardim et al. (1995) classificam os resíduos sólidos urbanos, em função de sua origem, como:

- Residencial ou doméstico: constituído de restos de alimentação, invólucros diversos, varreduras, folhagens, ciscos e outros materiais descartados pela população diariamente;
- Comercial: proveniente de diversos estabelecimentos comerciais, como escritórios, lojas, hotéis, restaurantes, supermercados, quitandas e outros, apresentando mais ou menos os mesmos componentes que os resíduos sólidos domésticos, como papéis, papelão, plásticos, caixas, restos de lavagem, etc.;

- Industrial: proveniente de diferentes áreas do setor industrial, de constituição muito variada, conforme as matérias-primas empregadas e o processo industrial utilizado;
- Resíduos de serviços de saúde ou hospitalar: constituído de resíduos das mais diferentes áreas dos estabelecimentos hospitalares: refeitório, cozinha, área de patogênicos, administração, limpeza; e resíduos provenientes de farmácias, laboratórios, de postos de saúde, de consultórios dentários e clínicas veterinárias;
- Especiais: constituído por resíduos e materiais produzidos esporadicamente como: folhagens de limpeza de jardins, restos de poda, animais mortos, mobiliários e entulhos;
- Feiras, varrição e outros: proveniente de varrição regular de ruas, conservação da limpeza de núcleos comerciais, limpeza de feiras, constituindo-se principalmente de papéis, tocos de cigarros, invólucros, restos de capinas, areia, cisco e folhas;
- De aeroportos, portos, terminais rodoviários e ferroviários: constituem os resíduos sépticos, ou seja, aqueles que contêm ou podem conter germes patogênicos, trazidos aos portos, terminais rodoviários e aeroportos; basicamente, originam-se de materiais de higiene, restos de alimentação, que podem veicular doenças provenientes de outras cidades, estados ou países. Porém, os resíduos assépticos, nestes locais, são considerados como domiciliares.

O uso de “tritador orgânico” (Figura 8) é uma prática comum em países desenvolvidos da Europa e nos Estados Unidos.



**Figura 8.** Triturador de resíduos orgânicos putrescíveis, janeiro/2006.

**Fonte:** <http://www.facilissimo.com/contenidos/fontaneria%3Fp=13>

Estima-se que 80% das novas edificações norte-americanas possuam o sistema, além de 45% do total. Em cidades como Denver e Nova Iorque o uso do triturador é obrigatório. O preço médio de um triturador comercializado em Curitiba é de R\$ 670,00 - agosto de 2005. No caso de Nova Iorque, a prefeitura até paralisou a coleta de lixo orgânico devido à popularização do uso do equipamento e concede, inclusive, incentivo fiscal para a aquisição do equipamento.

“Se a América Latina e o Caribe seguirem o caminho da liberalização de mercados sem mudança de valores nem rupturas estruturais, no ano de 2032 seu meio ambiente estará em situação alarmante”, adverte uma ampla pesquisa patrocinada pelo Pnuma<sup>17</sup>.

Este cenário, o pior possível, não parece sem propósito, pois parte da projeção de variáveis hoje presentes. “Os habitantes da América Latina perdem até 11 anos de

<sup>17</sup> Pnuma. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente.

vida por causas relacionadas a problemas ambientais”. (estudo GEO América Latina e Caribe 2003).

A miséria socioeconômica brasileira faz com que o lixo acabe se transformando numa fonte de sustento para milhares de pessoas, adultos e crianças, homens e mulheres. Segundo a UNICEF, 45 mil crianças e adolescentes brasileiros vivem da garimpagem do lixo. São filhos de famílias muito pobres que ajudam os pais a catar embalagens plásticas, papéis, latinhas de alumínio, a separar vidros e restos de comida. Os meninos e meninas de todas as idades ganham míseros (R\$1 a 6) diários, mas que ajudam a aumentar a renda de suas famílias.

A Pegada Ecológica fornece uma medida aproximada do impacto que a produção e o consumo de materiais, de alimentos, de combustíveis..., estão tendo sobre o ambiente, mostrando a dimensão das armadilhas criadas pela civilização moderna para si mesma. Este conceito, desenvolvido por Mathis Wackernagel e William Rees, autores do livro “Our Ecological Footprint - Reducing Human Impact on the Earth” (1996), exprime a área produtiva equivalente de terra e mar necessária para produzir os recursos utilizados e para assimilar os resíduos gerados por uma dada unidade de população”. Pode ser calculado para um indivíduo, uma comunidade, um país, ou mesmo para a população mundial. De outra forma pelo site [panda.org](http://panda.org), a Pegada Ecológica:

Avalia a extensão com que uma dada população se apropria do espaço biologicamente produtivo. Uma vez que as pessoas usam recursos de todas as partes do mundo, e afetam locais cada vez mais distantes com os seus resíduos, esse espaço é, geralmente, o somatório de uma série de pequenas áreas distribuídas por todo o planeta que, na sua totalidade, tem vindo a aumentar.

Os municípios têm obrigação constitucional de coletar e tratar os resíduos urbanos, incluindo, o resíduo hospitalar. O destino dos resíduos, comumente denominados de “lixo”, são um dos maiores problemas das cidades. O correto

gerenciamento dos resíduos sólidos é um dos principais desafios do Poder Público municipal. Segundo dados fornecidos pela Pesquisa Nacional de Saneamento Básico realizada pelo IBGE em 2000, “apenas 1.814, dos 5.475 municípios brasileiros, conseguem realizar plenamente a coleta de lixo dos domicílios e, somente 634, possuem sistema de controle de lixo industrial”. Do material coletado, obtêm-se aproximadamente, 4.000 toneladas de lixo/dia. (Fonte: Agência Câmara).

Um dos grandes problemas enfrentados hoje pelo poder público municipal no Brasil é a grande geração de resíduos sólidos. Mais de 241.000 toneladas de resíduos são produzidas diariamente no país e apenas 63% dos domicílios contam com coleta regular de lixo. A população não atendida, algumas vezes, queima seu lixo ou o dispõem junto a habitações, logradouros públicos, terrenos baldios, encostas e cursos de água, contaminando o ambiente e comprometendo a saúde humana. Do total de resíduos coletados, 76% são dispostos a céu aberto, o restante é destinado para aterros (controlados, 13%; ou sanitários, 10%), usinas de compostagem (0,9%), incineradores (0,1%) e uma parcela ínfima é recuperada em centrais de triagem e beneficiamento para reciclagem, segundo o Manual de Gerenciamento Integrado do IPT/CEMPRE.

A mesma Pesquisa Nacional de Saneamento Básico realizada pelo IBGE em 2000, mostra ainda que os municípios: 21% depositam os resíduos no meio ambiente sem nenhum tratamento; 37% não fazem a coleta seletiva dos resíduos hospitalares e 28% os queimam a céu aberto ou dão outros fins considerados inadequados.

Apenas 47% dos 5.475 municípios brasileiros possuem os quatro serviços básicos de saneamento: abastecimento de água, coleta de esgoto, drenagem urbana e coleta de resíduos. Os dados indicam que falta uma política nacional para os resíduos sólidos que se preocupe, antes de tudo, com a redução da geração destes

resíduos, com a reutilização e reciclagem, e estabeleça regras claras e responsabilidades acerca dos vários tipos de resíduos produzidos, com destaque para aqueles oriundos dos serviços de saúde.

Somente 14% das prefeituras seguem as resoluções do CONAMA<sup>18</sup> para o tratamento dos resíduos de saúde.

O Brasil recicla menos de 5% de seus resíduos urbanos. Esse percentual é de 40% nos EUA e na Europa, informa a UBQ (União Brasileira para a Qualidade). Apesar de o Brasil não estar na lista dos países mais preocupados com o desperdício, é campeão na reciclagem de papelão e de latas de alumínio.

O Brasil reciclou 89% de todas as latas de alumínio vendidas em 2003. Com esse índice, o país destaca-se como líder mundial em reciclagem de latas de alumínio, pelo terceiro ano consecutivo, considerando as nações onde esta atividade não é obrigatória por lei. A apuração dos dados foi realizada pela Associação Brasileira do Alumínio (ABAL), em conjunto com a Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alta Reciclabilidade (ABRALATAS).

No caso do papelão, a diferença é maior ainda: a reciclagem é de 72% no Brasil e de 65% na Europa. Porém, o Brasil recicla, pouco, outros materiais: 21% de plástico e 38% de vidro e de papel.

Reciclar é economizar energia, poupar recursos naturais e trazer de volta ao ciclo produtivo o que jogamos fora. A palavra reciclagem foi introduzida ao vocabulário internacional no final da década de 80, quando foi constatado que as fontes de petróleo e outras matérias-primas não renováveis estavam se esgotando.

---

<sup>18</sup> CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Instituído pela Lei 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada pelo Decreto no 99.274/90, alterado pelo Decreto nº. 2.120/97 e pelo Decreto nº. 3.942/01, é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA.

A coleta seletiva e a coleta diferenciada consistem na separação dos materiais recicláveis, denominados secos (papéis, plásticos, metais, vidros, etc.) e de matéria orgânica, denominados úmidos (sobras de alimentos, frutas, legumes, etc.) nas próprias fontes geradoras: residências, escolas, escritórios e outros estabelecimentos. Esta prática facilita a reciclagem porque os materiais estarão mais limpos e, conseqüentemente, com maior potencial de reaproveitamento. (adaptado do site: <http://www.lixoecidadania.org.br>).

A separação do lixo, orgânico (úmido) do inorgânico (seco), é importantíssima para o processo da reciclagem, uma vez que, quando misturado dificulta no processo de "garimpagem" dos catadores/vendedores. O papel da população neste processo é muito simples: diminuir e separar os resíduos que se produz. Não é possível reciclar em quantidades significativas se não houver, dentro das residências, empresas e outros estabelecimentos, a separação do resíduo por tipos de materiais.

A reciclagem é realmente uma das maneiras de resolver o problema dos resíduos, mas não é a única. A melhor opção é a chamada redução na fonte, isto é, minimizar ao máximo a quantidade de lixo gerada. Um bom exemplo disto é a redução do peso unitário da embalagem sem comprometer a proteção do produto.

A compostagem<sup>19</sup> pode ser usada para tratar a parte orgânica do lixo. Trata-se de um processo de decomposição<sup>20</sup> microbiana de restos de alimentos onde é possível obter um produto usado para melhorar as características do solo para a agricultura.

E para o sucesso da coleta dos materiais é importante que o município ofereça um sistema eficiente de recolhimento dos recicláveis.

---

<sup>19</sup> Compostagem. Técnica que consiste em reaproveitar uma fração orgânica do lixo transformando-o em adubo orgânico, rico em húmus, que é incorporado ao solo a fim de melhorar a estrutura deste, as suas características e a riqueza em elementos fertilizantes. Este é um sistema de tratamento simples que requer acompanhamento técnico de controle de temperatura e umidade.

<sup>20</sup> Decomposição. Em Biologia - Processo de conversão de organismos mortos, ou parte destes, em substâncias orgânicas e inorgânicas, através da ação escalonada de um conjunto de organismos (necrófagos, detritívoros, saprófagos, decompositores e saprófitos propriamente ditos) (ACIESP, 1980).

Para implantar um processo de coleta seletiva ou coleta diferenciada faz-se necessário:

- Levar a população a tomar consciência de que o material reciclável não é propriamente lixo, devendo, portanto, ser acondicionado de forma segregada;
- Promover e oferecer condições para que a população possa descartar seletivamente papéis, plásticos, vidros e metais, instalando recipientes identificados nas praças e estabelecimentos públicos e efetuando a coleta com regularidade;
- Implantar um centro de triagem para separação, classificação e armazenamento destes materiais até a sua reutilização e/ou comercialização;
- Promover estudo de mercado para conhecer a viabilidade de comercialização dos materiais recicláveis;
- Prever o recolhimento dos resíduos orgânicos, os quais poderão ser aproveitados para gerar energia, gás ou adubo orgânico.

A Constituição Federal Brasileira, promulgada em 1988, trata de forma abrangente e moderna os assuntos relacionados à preservação do meio-ambiente e ao desenvolvimento sustentável<sup>21</sup> da economia, reservando a união, aos estados, ao distrito federal e aos municípios, a tarefa de proteger o meio ambiente e de controlar a poluição (artigo 23).

Em seu artigo 30 notam-se os deveres da administração municipal, a responsabilidade pela gestão dos serviços de interesse local, como a coleta e o destino final adequado de todos os resíduos gerados no município. No artigo 182, §

---

<sup>21</sup> Desenvolvimento sustentável. Forma socialmente justa e economicamente viável de exploração do ambiente que harmoniza o imperativo do crescimento econômico com a promoção da equidade social e preservação do patrimônio natural, garantindo assim que as necessidades das atuais gerações sejam atendidas sem comprometer o atendimento das necessidades das gerações futuras.

1º, a Constituição Brasileira, determina a obrigatoriedade do Plano Diretor para as cidades com mais de 20.000 habitantes. Nas cidades de menor população, as questões relacionadas com a limpeza pública podem ser disciplinadas através de leis municipais, como: Lei orgânica, Código de Obras, Código de Posturas, Código Tributário, entre outras. Em seu artigo 225, a constituição federal propõe um meio ambiente ecologicamente equilibrado para as gerações presentes e as futuras. Ao mesmo tempo em que se preceitua uma garantia, o citado artigo toma a dimensão de responsabilidade para cada cidadão, pois, todos geram lixo e se tornam responsáveis pela limpeza - é o pensar global e agir local!

A Resolução CONAMA nº. 275/01 considera que a reciclagem de resíduos deve ser incentivada, facilitada e expandida no país, para reduzir o consumo de matérias-primas, recursos naturais não-renováveis, energia e água. O conceito é lúdico e reforça a necessidade das pessoas tornarem-se especialistas em matéria de logística reversa e se empenharem ativamente na preservação do meio ambiente e dos seus habitantes. O apelo vem reforçado pelo sonho dos indígenas que acreditam ser possível uma “terra sem males”.

As iniciativas de criação de cooperativas de catadores de resíduos devem se transformar em política pública a fim de alcançar uma articulação mais ampla e coesa e poder desenvolver o seu papel sócio-ambiental com responsabilidade. Mais um passo foi dado pelo presidente Luiz Inácio Lula da Silva que assinou em 25.10.2006 o decreto 5940/2006, referente à Política de Resíduo Sólido, que institui coleta seletiva com a finalidade de buscar a inclusão social dos catadores de lixo. A partir de agora, a gestão pública federal assume nova perspectiva social e ambiental. A assinatura do decreto que estabelece a coleta seletiva em órgãos

públicos e a destinação de materiais recicláveis para associações e cooperativas de catadores desses materiais será feita durante cerimônia no Palácio do Planalto.

Atualmente, o Brasil vive um momento de grandes definições com a elaboração dos Planos Diretores Participativos. Para sensibilizar a população da importância e urgência de exercer sua cidadania, a união de esforços é fundamental, envolvendo esferas públicas, empresas e entidades comprometidas, sociedade civil organizada, Ministério Público, Escolas, Universidades, Conselhos e Fóruns, Movimento dos catadores...

Alguns países como Japão e Canadá cobram taxa de reciclagem na venda de produtos eletrônicos.

As indústrias devem dar a sua parcela de contribuição para a coleta, transporte e disposição do resíduo pós-consumo, tendo práticas de adesão voluntárias para leis ambientais, analisando o ciclo de vida dos produtos que são por elas produzidos, bem como participar e implantar Sistemas de gestão ambiental a fim de dar sua parcela em prol do social e do meio ambiente. Todos os produtos, isto é, todos os bens e serviços, têm algum impacto sobre o meio ambiente, e pode ocorrer em qualquer um ou em todos os estágios do ciclo de vida do produto: aquisição de matéria prima, fabricação, distribuição, uso e disposição de resíduos. Estes impactos podem variar de não significativo a significativo; eles podem ser de curta duração e ou longa duração; e eles podem ocorrer a em nível local, regional ou global (ou em combinação entre deles). O interesse dos clientes, usuários, dos que desenvolvem e outros, está aumentando em relação aos aspectos e impactos ambientais dos produtos. Este interesse é refletido nas discussões entre empresas, consumidores, organizações governamentais e não governamentais relacionadas ao desenvolvimento sustentável, eco-eficiência, projeto para o meio ambiente,

administrador de produtos, acordos internacionais, tratados comerciais, legislação nacional, governamental ou setorial baseadas em iniciativas voluntárias. Este interesse é também refletido na economia de vários segmentos do mercado que reconhecem e obtêm vantagens destas novas abordagens de projeto de produtos. Estas novas propostas podem resultar na melhoria da eficiência dos recursos, na eficiência do processo, na diferenciação potencial do produto, na redução da carga regulatória e da potencial responsabilidade civil em potencial e na redução de custos e na economia de divisas. Em complementação, a globalização dos mercados, as mudanças das fontes, de fabricação e a distribuição, influenciam a cadeia de suprimentos como um todo e, portanto, exercem um impacto no meio ambiente.

A palavra “lixo” é utilizada para identificar algo que não tem mais serventia e que, portanto, se acaba jogando fora. É preciso dar-se conta que de que bem pouca coisa daquilo que se descarta é imprestável. Vale citar o sábio dito de Lavoisier: “na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”.

Os indivíduos são obrigados a consumir bens que se tornam obsoletos antes do tempo, já que cada vez mais se tornam funcionalmente inúteis logo após saírem das fábricas. Durning (1992) ressalta que os eletrodomésticos fabricados em 1950 eram muito mais resistentes do que os produzidos atualmente: eram fabricados para durar e não quebravam com facilidade; caso quebrassem, seu conserto era economicamente viável, o que atualmente não é mais verdadeiro. Por isso, no entender de Sewell (1978), a eliminação da obsolescência planejada é a chave da minimização dos resíduos: afinal, produzir um refrigerador que funcione doze anos ao invés de oito significa ter um terço de refrigeradores a menos no lixo durante esse mesmo período de tempo.

A vida útil dos produtos torna-se cada vez mais curta, e nem poderia ser diferente, pois há uma união entre a obsolescência planejada e a criação de demandas artificiais no capitalismo. É a obsolescência planejada simbólica, que induz a ilusão de que a vida útil do produto esgotou-se, mesmo que ele ainda esteja em perfeitas condições de uso.

O termo “reciclagem” designa o processo de transformação dos materiais recicláveis em outros produtos por intervenção da ação industrial. Para que a reciclagem, a reutilização e a própria compostagem possam ser efetuadas é necessário que se faça à coleta seletiva. Ela precisa iniciar na consciência de cada cidadão e, então, passará a ser hábito familiar. Se assim for, ela toma as ruas, e ter-se-á uma cadeia de logística no sentido inverso com o foco de negócio lucrativo, gerador de trabalho e de renda, e de relevante caráter social.

Há muito se fala em reciclagem e re-aproveitamento dos materiais utilizados. A responsabilidade das empresas e dos cidadãos sobre o fim da vida dos produtos e a sua logística reversa vem sendo debatida e estimulada. Atualmente, a produção anual de lixo em todo o planeta é de aproximadamente 400 milhões de toneladas. O que fazer e onde colocar tantos resíduos é um dos maiores desafios deste novo milênio.

### **3.5. A educação ambiental como precursora de mudanças**

O êxito da implantação e manutenção da logística reversa tem como principal pilar a educação ambiental da população. A educação ambiental não deve se restringir à divulgação de informações. Há necessidade de se estabelecer um

vínculo entre as pessoas e o meio ambiente de forma a criar novos valores e sentimentos para que as pessoas mudem suas atitudes e o seu comportamento.

A questão dos resíduos vem sendo apontada pelos ambientalistas como um dos mais graves problemas ambientais urbanos da atualidade, a ponto de ter-se tornado objeto de proposições técnicas para seu enfrentamento e alvo privilegiado de programas de educação ambiental na escola brasileira. A compreensão da necessidade do gerenciamento integrado dos resíduos sólidos propiciou a formulação da chamada Política 3R's, que inspira técnica e pedagogicamente os meios de enfrentamento da questão do lixo. No entanto, apesar da complexidade do tema, muitos programas de educação ambiental, nas escolas, são implementados de modo reducionista, já que, em função da reciclagem, desenvolvem apenas a Coleta Seletiva de Lixo, em contraposição a uma reflexão crítica e abrangente a respeito dos valores culturais da sociedade de consumo, do consumismo, do industrialismo, do modo de produção capitalista e dos aspectos políticos e econômicos da questão dos resíduos. Pouco esforço tem sido dedicado à análise do significado ideológico da reciclagem, bem como uma reflexão sobre a mudança dos valores culturais que sustentam o estilo de produção e consumo da sociedade moderna.

É essencial, para que o programa dê certo, o envolvimento de todas as atividades de informação, sensibilização e mobilização em todos os segmentos envolvidos. Cada segmento deve ser orientado através de atividades (cartazes, palestras, folhetos, reuniões, festas) com informações diferenciadas.

É de grande importância que os profissionais que ficarem responsáveis pela implantação dos programas educativos sejam orientados, capacitados e estejam

voltados para compreensão dos três princípios básicos: redução, reutilização e reciclagem (3 R's).

O sucesso da implantação da logística reversa, coleta diferenciada e coleta seletiva estão diretamente associados aos investimentos feitos para sensibilização e conscientização da população. Quanto maior a participação voluntária nestes programas, menor o custo para a administração. Acostumar a separar e a destinar os resíduos é um processo longo de Educação e mudança de hábitos.

A educação ambiental pode ao mesmo tempo reverter tanto à degradação ambiental como a opressão social e a exploração econômica, porém de nada adiantam campanhas para reciclar, de Logística Reversa e programas de coleta seletiva e coleta diferenciada de resíduos, se não fizermos um trabalho de internalização de hábitos e de atitudes para que, num futuro próximo, não haja mais resíduos excessivos e a sua causa, o consumo desmedido, tenha sido controlada. A parceria com supermercados e comércio para divulgação da campanha e das dicas de como os resíduos devem ser separados nas sacolas plásticas, é uma interessante estratégia para atingir e esclarecer um maior número de pessoas. Da mesma forma é importante conquistar o apoio da mídia.

O mercado informal é hoje um dos grandes responsáveis pela reciclagem no Brasil. Uma cidade que recolhe e trata seus resíduos promove a educação da comunidade, estabelecendo hábitos de limpeza, higiene e qualidade de vida entre os cidadãos. Ao recolher e tratar os resíduos, são criadas condições de melhoria dos níveis de saúde da população, prevenindo e evitando doenças.

Dar ao lixo uma solução adequada significa melhorar a qualidade do meio ambiente, do solo, do ar e das águas de superfície e subterrâneas, ampliando, inclusive, a possibilidade de exploração do turismo. Melhor que destinar corretamente os

resíduos é repensar sobre as nossas atitudes, conceitos e valores no dia a dia. Não ter consciência do quanto de resíduos se gera, ter resistência a mudanças de hábitos e costumes que não mais devem ser utilizados e vivenciados neste século XXI e imaginar que se não lhe atinge não se deve dar a devida importância são atitudes que a sociedade tende a não mais aceitar.

Dentro do atual estado de degradação ambiental, desigualdade nos padrões de consumo e na apropriação inadequada dos recursos naturais, a educação ambiental ganha importância enquanto instrumento primordial para alterar este quadro de impacto ao meio ambiente e melhorar a qualidade de vida da população. Pressupõe-se que ela deverá formar cidadãos conscientes da realidade na qual estão inseridos para que possam agir de maneira transformadora sobre ela, e possibilitar uma nova relação ser humano/natureza, ressaltando valores de respeito à vida e ao próximo.

Para que a educação ambiental tenha abrangência há a necessidade de se fazer campanha(s) de orientação. Uma das orientações necessárias é a de informar à população as formas de acondicionamento na fonte (no domicílio), orientando, incentivando e ajudando a população na aquisição e no uso adequado dos recipientes dos resíduos. Devem ainda, serem programadas ações educativas com o objetivo de informar, orientar, conscientizar e mobilizar a população sobre a necessidade de acondicionamento, importância da coleta, benefícios de reciclagem de materiais, remoção e destino final dos resíduos. Fazer dessa(s) data(s) algo marcante é algo que vale a pena e ajuda a alcançar um número muito maior de pessoas envolvidas com o evento.

Há, ainda, a necessidade de criação de lei ou o cumprimento de leis já existentes, obrigando as empresas recolherem resíduos e produtos que não servem mais,

dando o destino adequado. A prefeitura deve criar locais apropriados para a coleta e armazenamento, incentivar a coleta diferenciada e estimular a instalação, no município, de empresas especializadas em reciclagem de resíduos.

Uma pesquisa realizada pelo Instituto de Química da Unicamp desenvolveu, por meio de reciclagem química de garrafas de PET (politereftalato de etileno), um adesivo poliuretânico. O estudo, tema de mestrado da pesquisadora Rosemary de Assis, demonstrou que o produto pode ser usado, com sucesso, para colar as diferentes camadas de filmes, utilizados nas embalagens flexíveis, empregadas para acondicionar alimentos, como salgadinhos e batata frita. O segredo foi reagir o material, obtido a partir das garrafas de PET, com outros compostos químicos, até chegar ao adesivo final, que tem, em média, 33% do material reciclado. O estudo comprovou que, embora a reciclagem química seja pouco praticada no País, tem baixo custo e pode ser economicamente viável. A idéia é mostrar que, por meio dessa tecnologia, também é possível criar novas perspectivas de trabalho e renda para a população carente, além de resolver problemas ambientais gerados pelo desperdício do material, afirma a pesquisadora. conseguiu nova função para a reciclagem de garrafas plásticas (PET). Como no Brasil apenas 35% das PET são recicladas, a pesquisadora afirma que a nova utilização poderá ajudar a aumentar este índice. Para se fabricar 1 litro da cola são necessárias 10 garrafas de 1 litro (Agência Fapesp).

### **3.6. Fundamentos da coleta diferenciada e seletiva de resíduos**

A melhor forma de se iniciar o processo de separação dos resíduos de forma seletiva ou diferenciada começa com informação. Toda vez que uma instituição

implanta latões coloridos um do lado do outro por suas instalações nem sempre alcança seu objetivo maior que é o da separação dos resíduos. Uma forma inteligente e prática de separação dos resíduos é a forma diferenciada que consiste em separar o seco do úmido, ou seja, o orgânico putrescível daquele inorgânico ou seco. Essa separação diferenciada pode ser realizada na própria residência, mesmo sem os recipientes adequados. O ideal é se ter boa vontade! Um ponto de partida é se ter uma caixa de papelão/plástico na cozinha. A partir daí, deve-se prover a limpeza dos resíduos e a sua secagem naturalmente, a fim de que eles possam ser encaminhados para os varejistas da logística reversa<sup>22</sup>, Cooperativas, PEV... . A população deve ter ciência que os resíduos possuem valor comercial e são materiais em trânsito para serem reutilizados ou serem incorporados na produção de novos materiais/equipamentos.

Primeiro é preciso mostrar às pessoas os benefícios desse processo para sensibilizá-los de forma que elas entendam e incorporem a idéia levando isso para dentro de casa, para o bairro, para cidade. Não adianta só dizer que determinado material leva determinado tempo para se decompor na natureza. O ideal é demonstrar as ações através de: músicas, peças de teatro, vídeos, reportagens, apresentações, fotos...

A comunidade ainda precisa conhecer e se inteirar das quatro principais modalidades de coleta de resíduos:

- Coleta Domiciliar - aquela em que os veículos coletores (apropriados para coleta seletiva) percorrem as vias públicas recolhendo os resíduos sólidos separados nos domicílios, mas em horários diferentes da coleta urbana normal;

---

<sup>22</sup> Varejistas da Logística Reversa. São os catadores e compradores de resíduos, comumente denominados de “catadores”.

- Coleta em Postos de Entrega Voluntária (PEV) - aquela em que a população deposita espontaneamente os resíduos recicláveis em contêineres ou em pequenos depósitos espalhados em pontos fixos estratégicos;

- Coleta em Postos de Troca - é feita a troca de material por um bem ou benefício;

- Coleta por varejistas da logística reversa - é a coleta realizada por catadores, feita de porta a porta, em rotas pré-estabelecidas. Estes geralmente são organizados através de associações ou cooperativas, e criam uma relação de parceria com o comércio ou indústria geradora dos resíduos, recolhendo os resíduos reciclados regularmente.

A coleta seletiva e a coleta diferenciada se apóiam em quatro pilares básicos, ou seja, na política dos quatro R:

- Reduzir – Diminuir o lixo produzido, o desperdício e consumir só o necessário;
- Reutilizar – Dar nova utilidade aos materiais usados considerados sem função;
- Reciclar – Fabricar novos produtos utilizando como matéria-prima um produto usado que seria considerado “LIXO”;
- Repensar – Refletir acerca das ações do homem para com o planeta a fim de mitigar os impactos causados ao meio.

Além disso, a sociedade precisa se ter ciência que a reciclagem dos resíduos oferece trabalho e renda aos varejistas da logística reversa, diminuindo o custo da coleta de resíduos, aliviando os aterros sanitários, a poluição do lençol freático, nascentes, rios e córregos.

De acordo com a Associação Brasileira dos Fabricantes de Embalagens PET (ABIPET), em 2000, foram recicladas 67 mil toneladas do produto, ou cerca de 1,5 bilhões de garrafas. Desse total, segundo a associação, 41% é reutilizado pela

indústria têxtil para a produção de fibras de poliéster e calça jeans. O restante vira cerdas de vassoura, cordas, caixas de ovos, mangueiras, cordas, sacos, pára-choques, calotas e carpetes de carro, produção de tintas.

A reciclagem mecânica do PET consiste em um processo relativamente simples e barato de coleta, separação, lavagem, trituração, secagem e re-processamento.

Uma tonelada de plástico reciclada economiza 130 Kg de petróleo.

Reciclar uma tonelada de papel poupa 22 árvores, consome 71% menos energia elétrica e polui o ar 74% menos do que fabricá-la; diversos tipos de papéis podem ser reciclados sete (7) vezes ou mais (Artigo Revista árvore).

### **3.7. Repensar – mudanças de comportamento frente às soluções para os diversos tipos de resíduos sólidos**

Ao elevarmos nosso pensamento para propor soluções aos diversos tipos de resíduos existentes que são gerados diariamente, nos deparamos com uma tarefa quase impossível de ser alcançada nesse atual momento em que a tecnologia e a logística reversa dos resíduos ainda são incipientes. As embalagens dos produtos e demais resíduos só passam a ser potencialmente poluidoras a partir do momento em que a logística reversa não opera corretamente e então elas passam a serem encaminhadas para o tratamento convencional. A meta é propor soluções para os rejeitos (Figura 9) que não tem mercado de reciclagem e ainda são enviados para o aterro sanitário, bem como os meios de evitar o seu uso, repensando sobre os hábitos e rotina das pessoas.



**Figura 9** – Rejeitos perigosos no aterro, aguardando um descarte adequado, março/2006.



**Figura 10.** Baterias com o símbolo de descarte para o lixo doméstico, março/2005.

Com a evolução dos eletroeletrônicos portáteis é comum, cada vez mais, o uso de pilhas e baterias, por exemplo. Grande parte da população tijuicana<sup>23</sup> ainda insiste em adquirir as pilhas e baterias sem o símbolo “descarte lixo doméstico” (Figura 10), sem o risco de contaminação para o meio ambiente, o que, em tese, seria a garantia de um início de sustentabilidade para esse item específico. Pior que

<sup>23</sup> Tijucana. Pseudônimo carinhoso dado à pessoa que nasceu em Ituiutaba devido ao rio Tijuco, o qual drena a cidade.

isso, muitas pessoas ainda desconhecem e/ou ignoram que existem disponíveis para aquisição nas lojas físicas e virtuais, uma infinidade de pilhas e baterias recarregáveis (Figuras: 11, 12 e 13), de marcas, amperagem, modelos e tamanhos variáveis, que conseguem suportar até 1.000 (mil) recargas e reduziram, dessa forma, drasticamente o consumo e a geração desse tipo de resíduo. Levando-se em conta os 32.130 consumidores de energia elétrica de Ituiutaba (MG), se cada um utilizar um par de pilhas, por 7 horas em um mês, teremos 64.260 pilhas, entre pequenas, médias e grandes sendo descartadas no aterro municipal. Ao passo que se as pessoas passarem a utilizar a pilha recarregável esse envio diminuirá na proporção do uso.



**Figuras: 11, 12 e 13.** Baterias e Pilhas recarregáveis utilizadas em eletroeletrônicos.  
**Fonte:** <http://www.mercadolivre.com.br> – novembro/2006.

Muitas empresas de Ituiutaba (MG) disponibilizam, para seus funcionários e empregados, copos plásticos para tomar água e café a fim de evitar a transmissão de doenças. Se elas investirem em uma xícara de vidro/porcelana para o café e, se cada empregado tiver seu copo ou uma garrafinha plástica, conseguir-se-á evitar o consumo excessivo de copos, de recursos naturais e também a geração de resíduos.

Outro fator de atenção está na redução dos resíduos gerados quando da compra de produtos, devendo evitar os empacotamentos desnecessários, trazendo sua própria bolsa de compras. Outra forma de evitar o consumismo é não comprar bebidas de embalagens descartáveis, preferindo embalagens retornáveis. Comprar produtos duráveis e resistentes e alimentos frescos não embalados; planejar bem as compras para não haver desperdício; usar papel higiênico não colorido feito de papel reciclado, para enxugar após a limpeza com ducha higiênica. Outras maneiras são a de reutilizar os materiais abandonados: separar sacolas, sacos de papel, vidros, caixas de ovos, papel de embrulho que podem ser reutilizados; usar o verso de folhas de papel já utilizadas para rascunho e nova reimpressão; utilizar coador de café não descartável; doar roupas, móveis, aparelhos domésticos, brinquedos..., que possam ser reaproveitados por outros. É preciso pensar em restaurar e conservar antes de jogar os materiais e/ou resíduos fora.

Há ainda outras sugestões: levar o lanche ou o almoço em recipientes reutilizáveis como marmitta e não em invólucros plásticos ou de alumínio; preferir fraldas laváveis às descartáveis; não encaminhar aparelhos obsoletos para os Lixões/Aterros e entregar ou vender em ferro velho; guardar caixas de papelão ou plástico para outros usos. Esses métodos não são novidades do século XXI. Na geração de nossos pais e avôs, eram utilizados diariamente. De fato, a sabedoria do passado foi esquecida em detrimento do que se denomina falta de tempo.

Existe um exemplo irônico de aumento inesperado de resíduos por utilização de uma nova tecnologia - a expansão do consumo de papel na utilização de computadores. Na década de 1980, considerava-se que o consumo de papel diminuiria à medida que o uso de computadores aumentava. As informações seriam registradas em meios magnéticos e transmitidas via rede, sem utilização de papel. Os cartórios e os

correios poderiam ser descartados. Entretanto, o que ocorreu foi totalmente o oposto. O consumo de papel aumentou explosivamente devido ao uso das impressoras, ocasionando uma enorme quantidade de papel que posteriormente fica à disposição ou não da reintegração ambiental.

Um exemplo importante para comparação em logística reversa, coleta diferenciada e coleta seletiva de resíduos vem do outro lado do planeta, da cidade japonesa de Yokohama, conforme descrito abaixo, retirado do site: (<http://www.city.yokohama.jp/ne/life/pt/garbage.html>) onde os resíduos domésticos são coletados em 10 tipos distintos, conforme descrito na Figura 14.

São recolhidos, por ano, cerca de 600 mil toneladas de eletrodomésticos. Antes, eram recolhidos pela Prefeitura como lixo de grande porte (sodai gomi) e enterrados. Mas diante do excesso desse tipo de lixo, o governo introduziu, em abril de 2001, a Lei de Reciclagem de Eletrodomésticos. Quem quer se desfazer de um eletrodoméstico deve entrar em contato com a loja onde comprou o produto ou onde irá comprar o novo artigo. A lei atual inclui quatro artigos: geladeira, televisão, ar-condicionado e máquina de lavar. O consumidor arca com a taxa de coleta/transporte e reciclagem. A loja, por sua vez, repassa o produto para a fabricante efetuar a reciclagem. As taxas de coleta e transporte variam conforme a empresa e a distância de transporte, além da tarifa de reciclagem, de acordo com cada fabricante.

Em 1º de outubro de 2003, a Lei Nacional de Reaproveitamento de Recursos Naturais passou a abranger computadores pessoais, obrigando fabricantes a reciclar e reaproveitar seus componentes e usuários a arcar com seus respectivos custos. Desta forma, o serviço de limpeza pública não mais pode coletar computadores pessoais e conta com a compreensão de todos os moradores.

リーフレット「分別収集の品目を増やします！」ポルトガル語版

A partir de outubro de 2004 (nos distritos de Minami-ku, Kounan-ku, Isogo-ku, Kanazawa-ku, Sakae-ku e Izumi-ku)  
A partir de abril de 2005 (nos demais 12 distritos não incluídos acima)

a fim de reduzir o volume do lixo domiciliar e promover a reciclagem de materiais,

## COLETAREMOS EM SEPARADO MAIS ITENS DE MATERIAIS!



◎De preferência, leve as embalagens de papel, as bandejas de isopor, etc. aos supermercados ou às lojas que fazem a coleta seletiva deste tipo de material.

◎Existem áreas em que as associações autônomas, comunitárias, das crianças, etc. fazem a coleta coletiva de papéis e artigos de tecido usados para reciclagem. Nestes casos, entregue este tipo de material a tais grupos.

※Para obter informações sobre estes grupos:  
Kankyou Jigyuu Kyoku, Kateikei Gomi Taisakuka (Secretaria do Meio Ambiente, Seção de Tratamento de Lixo Domiciliar)  
Tel. 671-2553

CONTAMOS COM A SUA COLABORAÇÃO!

Em Yokohama, visando a criação de uma cidade que toma medidas para defender o meio-ambiente, estabeleceu-se como meta "reduzir o volume total do lixo gerado na cidade em 2010 para 30% da quantidade total do lixo gerado em 2001" (Plano de Ação G30 Yokohama).

Assim, para reduzir o volume do lixo domiciliar e promover a reciclagem, além das latas, das garrafas de vidro e de plástico, etc., passaremos a coletar seletivamente mais itens de materiais, como "recipientes e embalagens de plástico e de isopor", "papéis usados", "artigos de tecido usados", etc.



YOKOHAMA-SHI KANKYO JIGYOUKYOKU

Homepage: <http://www.city.yokohama.jp/me/pcpb/>

Figura 14. Coleta seletiva na cidade japonesa de Yokohama.

Fonte: <http://www.city.yokohama.jp/me/pcpb/foreign/dashikata/p.html> - dezembro/2006.

Para a coleta dos resíduos domésticos gerados são utilizados sacos transparentes, com etiquetas de origem, a fim de identificar o gerador e se o mesmo atende ao apelo da coleta diferenciada.

No Japão, a realização da coleta seletiva é total em todas as cidades grandes. Algumas cidades têm regras mais rígidas que outras, mas, no geral, não se deve jogar aparelhos de televisão, de ar condicionado e geladeiras no lixo, mas levados para indústrias de reciclagem por conta de cada consumidor.

Para os pequenos aparelhos elétricos e lâmpadas fluorescentes existe a orientação para o seu envolvimento em caixas de papelão.

O desafio é fazer de cada resíduo, que hoje ainda é considerado rejeito, uma matéria-prima e com isso, um novo produto.

Segundo LAYARGUES (2002) a discussão em torno da finitude ou esgotabilidade dos recursos naturais não-renováveis polariza-se entre os economistas/tecnólogos e os demógrafos/geólogos. De forma que o primeiro grupo, otimista, crê que a tecnologia evitará o esgotamento dos recursos, e o segundo grupo, pessimista, que o crescimento populacional impulsionará o esgotamento.

O aumento da vida útil dos bens, a diminuição da obsolescência planejada, a recuperação dos bens deteriorados e a reutilização de bens descartados são estratégias mais eficientes que a reciclagem, pois demandam menos energia para a conversão. Dobrar a vida útil de um produto significa diminuir pela metade o consumo de energia, os resíduos e a poluição gerada.

Nos séculos anteriores, comentava-se que "o lixo era o barômetro da civilização", significando que a sociedade produtora da maior quantidade de resíduos seria a mais avançada. No passado, considerava-se que os recursos naturais seriam ilimitados e o enriquecimento social seria realizado por meio de grande consumo de

recursos e a conseqüente produção de resíduos. Tal tipo de avanço econômico, no sentido apenas quantitativo, era apoiado pelo capitalismo clássico. Antes da formulação do conceito de desenvolvimento sustentável havia conceitos antagônicos entre a proteção ambiental e a economia, o que refletia negativamente no controle do desperdício, pela lógica da ecoeficiência.

O grande desafio para a cidade de Ituiutaba (MG) é realizar a logística reversa dos resíduos, ou seja, tornar os resíduos considerados rejeitos na atualidade, a originarem novas mercadorias, com preços atraentes, para a indústria em tempo hábil a fim de evitar a saturação dos depósitos de resíduos e o esgotamento dos recursos naturais não renováveis.

### **3.8. Experiências de reciclagem fundamentadas na logística reversa**

A embalagem longa vida, normalmente utilizada para acondicionar alimentos líquidos, como: leite, sucos, chás e água de coco; alimentos viscosos, como maionese, molhos de tomate e goiabada, possui uma estrutura multicamadas que fornece uma a proteção aos alimentos nela depositados. Ela é formada por três materiais: papel, plástico e alumínio, distribuídos em seis camadas. O papel representa 75% da embalagem e suas principais funções são dar suporte mecânico à embalagem e receber o logotipo e a impressão. Traz as vantagens ambientais de ser um recurso natural renovável e poder ser reciclado após o descarte. O alumínio, que fica entre várias camadas de plástico, representa cerca de 5% da embalagem e tem a importante função de dar proteção contra a entrada de luz, de oxigênio e de impedir a troca de aromas entre alimento e o meio externo.

O plástico, cerca de 20% da embalagem, poderá ser encontrado em quatro camadas. Nas embalagens longa vida é usada o polietileno de baixa densidade que é extraído do petróleo. O plástico será útil para isolar o papel da umidade, impedir o contato do alumínio com o alimento e servir como elemento de adesão dos materiais presentes na estrutura.

As camadas de plástico e alumínio da embalagem longa vida também podem ser recicladas após a separação das fibras de papel, sendo usadas para a produção de objetos como canetas, réguas, pente, cabides, etc.

Além desses três materiais há também tinta, usada na impressão dos rótulos. Esta tinta é não-tóxica, usando a água como solvente e pigmentos orgânicos ao invés de metais para a coloração, sendo adequada para as indústrias alimentícias.

Em resumo tem-se que os componentes das embalagens longa vida - papel, plástico e alumínio - podem ser reciclados. Para isso, usa-se o “hidrapulper”, uma espécie de liquidificador gigante que hidrata as fibras de papel, separando-as do plástico e do alumínio que se transformam em:

- Papel: caixas de papelão, papel para impressão, bandejas de ovos, palmilhas de sapato, papel toalha e papel higiênico.
- Plástico e alumínio: peças plásticas como vassouras, cestos de lixo, cabides, réguas, canetas, paletes, placas e telhas para a construção civil.

A utilização das embalagens longa vida “Tetra Pak” pode ser feita de forma artesanal, pelo próprio morador, diminuindo os custos. Outra opção são as telhas feitas de caixas de Tetra Pak recicladas, vendidas com preços até 25% menores do que os materiais concorrentes.

A idéia de reaproveitar as embalagens de forma artesanal virou tema de estudo na Unicamp e resultou no Projeto Forro Vida Longa - uma alusão ao leite longa vida.

O primeiro passo é abrir totalmente as caixinhas, descolando as emendas e fazendo um corte vertical para que a embalagem fique completamente plana. Em seguida são feitas as limpezas com água, sabão em pó e um pouco de desinfetante. Depois de secas, as embalagens devem ser coladas lado a lado, com cola branca ou de sapateiro, formando uma manta sobre a laje superior da casa, abaixo do telhado.

Para o perfeito funcionamento do isolamento térmico, é muito importante que a manta não se encoste às telhas, deixando um espaço mínimo de dois centímetros para a circulação do ar. A manta de Tetra Pak, bem aplicada, tem desempenho idêntico às placas de alumínio (foils) vendidas no mercado que funciona também na proteção contra goteiras provocadas por falhas no telhado.

O alumínio reflete mais de 95% do calor, ajudando a diminuir a temperatura interna dos ambientes em até 8° C.

Para incentivar a reciclagem das caixinhas (Figura 15), a “Tetra Pak” desenvolveu uma tecnologia para que fabricantes pudessem transformar o alumínio e plástico presente nas embalagens em telhas (Figura 16) e chapas planas.



A empresa "Ibaplac", localizada em Ibaté (SP), produz mensalmente sete (7) mil peças, entre telhas e placas, utilizando cerca de 100 toneladas de matéria-prima. "São telhas mais leves do que as de fibrocimento, mais duráveis e mais baratas".



A partir das embalagens também são fabricados: moveis, vassouras (Figura 17) e uma série de produtos para casa.

De acordo com a empresa Tetra Pak, 30 mil toneladas de embalagens são reciclados por ano, mas o volume corresponde somente a 20% do total produzido pela empresa. No Brasil, as embalagens Tetra Pak representam menos de 1% de lixo doméstico produzido.

De acordo com a Resolução CONAMA nº. 257, de 30 de junho de 1999, que visa disciplinar o descarte e o gerenciamento ambientalmente adequado de pilhas e baterias usadas, no que tange à coleta, reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final, considera que esses resíduos que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, após seu esgotamento energético, serão entregues pelos usuários aos estabelecimentos que as

comercializam ou à rede de assistência técnica autorizada pelas respectivas indústrias, para repasse aos fabricantes ou importadores e adoção de procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada.



Os países do primeiro mundo incluem as lâmpadas fluorescentes usadas na lista de resíduos nocivos ao meio ambiente, pois essas lâmpadas contêm substâncias químicas que afetam o ser humano, como o mercúrio, um metal pesado que uma vez ingerido ou inalado, causa efeitos desastrosos ao sistema nervoso.

Ao romper-se, uma lâmpada fluorescente emite vapores de mercúrio que são absorvidos pelos organismos vivos, contaminando-os; se forem lançadas em aterro as lâmpadas contaminam o solo e, mais tarde, os cursos d'água, chegando à cadeia alimentar. No Brasil, muitos usuários dessas lâmpadas, conscientes do fato e já alertados pela norma brasileira NBR 10.004 que impõe limites rigorosos à presença

de mercúrio nos resíduos sólidos, já estão evitando mais essa contaminação do meio ambiente.

Manejo e Disposição de lâmpadas contendo mercúrio - As lâmpadas de descarga (vapor de sódio, vapor de mercúrio, mista e fluorescente) contêm o mercúrio metálico, substância tóxica nociva ao ser humano e ao meio ambiente. Ainda que o impacto sobre o meio ambiente causado por uma única lâmpada seja desprezível, o somatório das lâmpadas descartadas anualmente (cerca de 40 milhões só no Brasil) terá impacto negativo sobre os locais onde serão dispostas. Enquanto intacta a lâmpada não oferece risco. Entretanto, ao romper-se liberará vapor de mercúrio que será aspirado por quem a manuseia. A contaminação do organismo se dá principalmente através dos pulmões. Quando se rompe uma lâmpada fluorescente o mercúrio existente em seu interior (da ordem de 20mg) se libera sob a forma de vapor, por um período de tempo variável em função da temperatura e que pode se estender por várias semanas. A legislação brasileira através das Normas Regulamentadoras (NR) do Ministério do Trabalho e a Organização Mundial de Saúde estabelecem igualmente, como limite de tolerância biológica para o ser humano, a taxa de 33 microgramas de mercúrio por grama de creatinina urinária e 0,04 miligramas por metro cúbico de ar no ambiente de trabalho.

No contato com lâmpadas quebradas é necessário o uso de: avental, luvas, óculos, máscara e botas plásticas (EPI). O conceito adotado de recuperar e reciclar todos os materiais que constituem a lâmpada, em vez de simplesmente descartá-los, é muito importante, pois protege os aterros e lixões, evitando a formação de passivos ambientais que poderão, um dia, recair sobre a municipalidade local. (adaptado do site: <http://www.apliquim.com.br/>).

Ainda não existem regras para disciplinar a gestão adequada dos resíduos de lâmpadas e eletroeletrônicos. A responsabilidade pós-consumo não é imputada ao produtor e isso não trás incentivo para a concepção e produção dos resíduos eletrônicos, que contemplem plenamente e facilitem os seus consertos, eventual atualização, reutilização, desmontagem e reciclagem.

Resíduos de Plástico e pó de madeira - Uma inovadora alternativa para o “look” madeira está sendo lançada pelo Grupo Arteccla, de Campo Bom (RS) e também o grupo Eco-Casa de Limeira, São Paulo. As duas empresas oferecem uma nova opção para quem precisa trabalhar com madeira. Seja em ‘decks e piers’, ou mesmo para móveis de jardim ou qualquer outra aplicação que tenha o uso da madeira vegetal. Resistente à corrosão, imune a pragas, cupins insetos e roedores, a madeira plástica (Figura 18) é a alternativa ideal para quem colabora com a questão ecológica de forma consciente e lucrativa. Trata-se de um versátil composto para injeção, feito com plástico e pó de madeira, que combina as melhores características dos dois materiais e contribui para reduzir o impacto ambiental<sup>24</sup> de diversos setores industriais. Dura, deixada ao tempo, pelo menos 50 anos, sem aditivos tóxicos, resiste a cargas de até 80 toneladas é feita de frascos, garrafas, copos descartáveis e embalagens. A madeira plástica pode ser furada, serrada, aparafusada e pregada como a madeira comum, dispensa verniz e vem tingida de fábrica, para sempre. Custa mais ou menos o mesmo que o metro quadrado de pinho. Sai da fábrica em vários calibres. O bioplástico<sup>25</sup> (Figura 19 e 20) é hoje, um caminho altamente viável.

---

<sup>24</sup> Impacto ambiental. Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, diretamente, afetem: (I) a saúde, a segurança e o bem-estar da população; (II) as atividades sociais e econômicas; (III) a biota; (IV) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; (V) a qualidade dos recursos ambientais (Resolução CONAMA nº. 001 de 23.01.86).

<sup>25</sup> Bioplástico - Novo material plástico biodegradável feito a partir de cereais, raízes e tubérculos (cana-de-açúcar, mamona, milho, etc.), matéria prima renovável que se decompõe em cerca de 100 a 150 dias quando em contato com um ambiente microbiologicamente ativo - Solos, rios não degradáveis, cursos d’água saudáveis, aterros sanitários, lodos ativados, biodigestor... O que é uma



**Figura 18.** Móveis de jardim fabricados a partir de madeira plástica vegetal.  
**Fonte:** Site: <http://www.ecocasa.com.br/> - janeiro/2007.

O plástico biodegradável é feito a partir do amido de milho, batata, beterraba, etc.



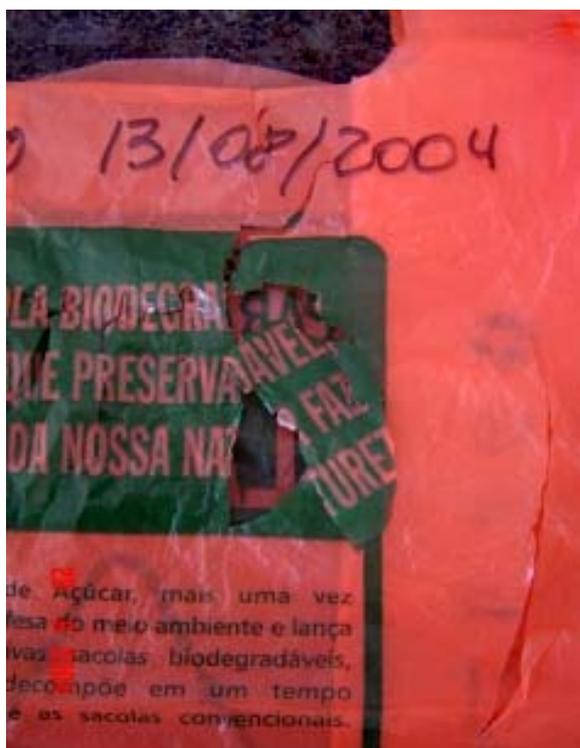
**Figura 19.** Plástico biodegradável feito a partir do amido de milho, batata, cana.  
**Fonte:** Site: [www.apotek.com.br](http://www.apotek.com.br) – janeiro/2007.

Na Alemanha, há estes sacos com inscrições como: “Eu era uma batata”. É também uma forma de usar nossas vantagens em solo e clima e ir mais fundo no caminho dos insumos e materiais de caráter renovável. Eles se decompõem em 132 dias.

---

vantagem em relação aos plásticos convencionais, que precisam de cerca de 100 anos quando são de uma boa qualidade.

Na Europa, empresas automobilísticas como a Toyota e a Mercedes Benz já estão utilizando peças constituídas por materiais biopolímeros. O material serve ainda para fazer - talheres, copos, pratos - descartáveis que são simplesmente compostados depois do uso.



**Figura 20.** Plástico biodegradável produzido a partir do amido de milho, batata, cana.  
**Fonte:** Site: [www.degradavel.com.br](http://www.degradavel.com.br) /janeiro/2007.

### 3.9. Resíduos Hospitalares

Os Resíduos Sólidos Hospitalares, ou como é mais comumente denominado "lixo hospitalar", sempre se constituem em problema bastante sério para os administradores hospitalares gerando mitos e fantasias entre funcionários, pacientes, familiares e principalmente a comunidade vizinha às edificações hospitalares e aos aterros sanitários. A atividade hospitalar é potencialmente

geradora de resíduos de alto risco. A esse risco, em qualquer situação, deverão ser considerados separadamente, com tratamento exclusivo ou áreas isoladas para sua disposição, devendo obedecer às normas vigentes dos órgãos ambientais (Orientações Básicas para Organizar um Serviço de Limpeza Pública em Comunidades de Pequeno Porte).

Segundo a Resolução Nº 5, do CONAMA, de 05/VIII/93, que dispõe sobre o correto gerenciamento dos resíduos sólidos de portos, aeroportos, terminais rodoviários e estabelecimentos prestadores de serviços de saúde em todo o país, classifica os resíduos sólidos hospitalares em:

GRUPO A: resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido à presença de agentes biológicos. Enquadram-se neste grupo, dentre outros: sangue e hemo-derivados; animais usados em experimentação, bem como os materiais que tenham entrado em contato com os mesmos; excreções, secreções e outros líquidos orgânicos; meios de cultura; tecidos, órgãos, fetos e peças anatômicas; filtros de gases aspirados de áreas contaminadas; resíduos advindos de área de isolamento; restos alimentares de unidades de isolamento; resíduos de laboratórios de análises clínicas; resíduos de unidades de atendimento ambulatorial; resíduos de sanitários de unidade de internação e de enfermaria e animais mortos a bordo dos meios de transporte, objeto desta Resolução. Neste grupo incluem-se, dentre outros, os objetos perfurantes ou cortantes, capazes de causar punctura ou corte, tais como lâminas de barbear, bisturi, agulhas, escalpes e vidros quebrados, provenientes dos estabelecimentos prestadores de serviço de saúde.

GRUPO B: Resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e a meio ambiente devido às suas características químicas.

Enquadram-se neste grupo, dentre outros:

- Drogas quimioterápicas e produtos por ela contaminados;
- Resíduos farmacêuticos (remédios vencidos, contaminados, interditados ou não-utilizados);
- Demais produtos considerados perigosos segundo a classificação da NBR 10.004 da ABNT (tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos).

GRUPO C: Rejeitos radioativos - enquadram-se neste grupo os materiais radioativos ou contaminados por radionuclídeos, provenientes de laboratórios de análises clínicas, serviços de medicina nuclear e radioterapia, segundo Resolução da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN - Nº 6.05.

GRUPO D: resíduos comuns são todos os demais que não se enquadram nos grupos descritos anteriormente e que se apresenta, basicamente, com a mesma composição que os resíduos domésticos.

O treinamento para a separação desse tipo de resíduo é uma exigência do CONAMA que determina e oferece subsídios para que os hospitais e clínicas elaborem planos de gerenciamento de resíduos hospitalares.

Os serviços de limpeza pública absorvem, normalmente, cerca de 7 a 15% dos recursos do orçamento municipal. Entretanto, um bom gerenciamento dos mesmos, pode representar uma boa aceitação da administração municipal por parte da população.

As Chapas de Raios-X contêm produtos químicos e a lâmina de poliéster é impregnada com vários elementos funcionais como: estabilizadores, fixadores, reveladores à base de sais de prata altamente prejudiciais ao ambiente. Uma proposta para esse resíduo seria a incineração, porém o referido processo produz outros resíduos além das cinzas que são: os "fumos" e os "gases" de combustão.

## **4. METODOLOGIA USADA NA PESQUISA**

### **4.1. Composição qualitativa e quantitativa dos resíduos gerados**

A matéria orgânica putrescível é responsável por quase 60% do volume de lixo doméstico produzido diariamente no Brasil. Papel e papelão correspondem a 20% e os 20% restantes são compostos por vidros, alumínio, metais e plásticos em geral.

No Brasil a média para cada pessoa é de 400 gramas/habitante/dia de lixo (Associação Anima - Cultura e Desenvolvimento Sustentável). Já a pesquisa bibliográfica de FIGUEIREDO (1992) aponta uma média nacional oficial de 708 gramas/habitante/dia, para um conjunto de 25 cidades brasileiras. Em Uberlândia, a taxa de geração de lixo no município é de 629 gramas/habitante/dia, já indicada por *FEHR et al (2001)*.

Segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) referentes ao senso de 2.002, Ituiutaba (MG) possui 90.041 moradores com uma taxa de geração diária de resíduos domésticos da ordem de 45 toneladas/dia, segundo a SAE. Esses dados nos reportam a uma taxa diária de geração de resíduos domiciliares na faixa de 0,50 Kg/habitante/dia na cidade de Ituiutaba (MG). Considerando-se as 189,3 toneladas dos resíduos: domésticos, de construção civil, de saúde e industrial, juntos referenciados no item 3.5, esse valor sobe para 2,10 Kg/habitante/dia de resíduos gerados.

## **4.2. Caracterização e metodologia usada na pesquisa**

Esta etapa teve como objetivo a identificação, de forma geral, da situação do manejo dos resíduos sólidos domiciliares na cidade de Ituiutaba (MG) dentro da incipiente logística reversa existente. Para isso, foi necessário identificar a estrutura de gestão dos serviços relacionados ao manejo de resíduos sólidos na cidade e os tipos de serviços executados. Para a caracterização dos serviços de coleta de resíduos sólidos domiciliares realizados pelo poder público municipal e pelos varejistas da logística reversa foi necessário realizar um amplo levantamento com apoio dos responsáveis pelos serviços, equipes, cooperativas e empresas do ramo. Buscou-se inicialmente verificar a documentação e registros existentes na SAE e Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos a respeito desta atividade. Diante da informação conseguida atentou-se para a necessidade de realização de visitas aos locais: aterro sanitário, antigo lixão, Cooperativa Ituiutaba Recicla para a obtenção de maiores detalhes e informações sobre o funcionamento da logística dos resíduos.

O conhecimento da logística reversa dos resíduos sólidos em Ituiutaba continuou a partir de um acompanhamento de campo com vistas a identificar os trajetos percorridos pelos resíduos úmidos e secos gerados a partir das residências e os vários trajetos envolvidos, passando pelos catadores, compradores, intermediários até chegar à Cooperativa Ituiutaba Recicla, indústrias ou o aterro sanitário. Foi verificado que o serviço de recolhimento de resíduos atende a 100% da população urbana. Verificou-se ainda que os residentes disponibilizam seus resíduos na calçada/passeio/lixreira a fim de serem encaminhados para o destino

final. Alguns moradores os guardam dentro de suas residências para que os varejistas da logística reversa não os apanhem antes que a Cooperativa o faça. Teve-se o cuidado de fazer o acompanhamento dos varejistas da logística reversa conhecendo-se também os atacadistas de resíduos, a forma de funcionamento do seu negócio e para onde eles vendem/encaminham sua mercadoria. Foram realizadas visitas técnicas para se conhecer o aterro sanitário e os resíduos e rejeitos (Figura 21 e 22) que para lá são encaminhados.



**Figura 21.** Rejeitos encaminhados para o aterro municipal – Ituiutaba (MG), março/2006.

Houve uma classificação experimental para avaliar qualitativamente e quantitativamente os resíduos em um prédio de Ituiutaba. Foi confeccionada uma composteira na Cemig D e realizada compostagem para averiguar o potencial do composto produzido. O modelo pró-ativo de logística reversa passou a ser construído a partir das vistorias realizadas, do diagnóstico do modelo atual da gestão dos resíduos e dos dados experimentais obtidos a partir da classificação dos

resíduos. Esse modelo que será proposto tem a intenção de ser mais vantajoso do que o modelo atual.



**Figura 22.** Rejeitos – lâmpadas queimadas encaminhados para o aterro, março/2006.

### **4.3. Proposta para compostagem dos resíduos orgânicos em pequenos espaços e apartamentos**

A proposta, que aqui será descrita, vem demonstrar que “é do couro que sai a correia” e que é preciso usar esta sabedoria para preservar nossos recursos naturais e a vida. Quando procedemos a compostagem estamos seguindo as regras da natureza e destinando corretamente nossos resíduos. No espaço urbano existe a crença de que lixo deve ser recolhido pela prefeitura e despejado em algum local

longe do gerador, porém essa realidade está sendo mudada, principalmente em nossas casas e apartamentos. O primeiro passo é a separação diferenciada, ou seja, a separação dos resíduos secos dos úmidos. Um dos modelos que podem ser utilizados para a compostagem dos resíduos úmidos é o do tipo de engradados de “PVC”. Com dois ou três engradados podemos montar um sistema de compostagem bem eficiente e que não ocupa muito espaço. A seguir, um passo a passo de como montar uma composteira em pouco espaço (sacadas e áreas de serviço):

- a) Forre por dentro um engradado de “PVC” (destes usados para carregar as compras no supermercado) com uma camada espessa de jornal bem úmido, mais ou menos 6 ou 8 folhas. Depois de acomodar estas folhas de jornal faça furos no fundo;
- b) Preencha o fundo deste engradado com composto já pronto e com minhocas. Faça uma camada de mais ou menos 10 cm de espessura. Nos supermercados e em floriculturas encontramos um produto genericamente chamado de húmus de minhoca. Um bom húmus sempre tem alguns ovos e filhotes de minhoca que possam sobreviver ao peneiramento e à embalagem;
- c) Escolha no seu lixo orgânico algumas porções de cascas de frutas ou folhas de verduras, em pouca quantidade;
- d) Enterre este material no composto. Isto vai servir para avaliar a quantidade de minhocas que existe neste material, uma vez que elas serão atraídas pelos restos de comida (resíduos orgânicos).
- e) Cubra tudo com mais uma camada de jornal úmido. O jornal deve estar sempre úmido, caso contrário retirará água do material que esta sendo compostado e este não ficará pronto em poucas semanas;

f) Deve-se providenciar uma tampa para o composto. Isto evitará a proliferação de moscas e baratas além de servir de barreira para um eventual rato;

g) Deve-se observar no princípio, quanto tempo é dispensado pelas minhocas a fim de digerir uma determinada quantidade de lixo orgânico. Esta informação é importante, pois é a capacidade de reciclagem da sua composteira. À medida que as minhocas vão crescendo e se reproduzindo o consumo de resíduo orgânico<sup>26</sup> vai aumentando. Uma minhoca vermelha do composto (*Eisenia foetida*) pode comer o próprio peso em um único dia, além disso, com apenas três meses elas já estão se reproduzindo, podendo depositar um casulo a cada semana. Cada casulo desses pode gerar de quatro a doze pequenas minhocas que já nascem prontas para comer muito pelo resto da vida. Uma composteira doméstica pode ser considerada eficiente quando os resíduos orgânicos somem totalmente em menos de duas semanas. Outra técnica muito usada por jardineiros experientes para avaliar um composto é a quantidade de ruídos que este pode produzir. Quando seu composto estiver produzindo um pequeno ruído que lembra um líquido escorrendo é sinal de que as minhocas estão trabalhando a todo vapor. Daí para frente é um processo contínuo e crescente.

h) Um engradado composteira vai sendo lentamente preenchido e as minhocas vão comendo e reciclando material de baixo para cima. Quando o engradado ou composteira estiverem cheios e se quiser fazer uso do húmus, devem-se forrar as laterais de um novo engradado e empilhar sobre o primeiro. Dando continuidade ao processo coloca-se uma porção do composto cheio de minhocas no fundo do segundo engradado e o processo segue normalmente. Desta forma as minhocas continuarão trabalhando no sentido vertical e em algumas semanas a sua primeira

---

<sup>26</sup> Resíduo orgânico. Lixo orgânico, restos de vegetais, animais e outros materiais que podem ser usados como adubo quando decompostos.

caixa estará completamente reciclada e você terá mais ou menos 25 kg de adubo orgânico de primeiríssima qualidade.

i) A composteira de engradados de PVC não deve ser colocada em locais com muita luz, porém em local bem arejado. Os engradados de compostagem devem ser colocados sobre um suporte que pode ser jornal, bandejas ou caixas que possam coletar e canalizar o chorume (líquido que escorre do composto) completamente. Um bom composto deve produzir muito pouco ou nenhum chorume. Mas quando regamos o composto no verão isto é inevitável. Por garantia podem-se acomodar os engradados sobre uma bandeja plástica, de metal ou de madeira, de pelo menos cinco (5) centímetros cheia de brita, cascalho ou areia bem grossa. O importante é que o composto tenha o mínimo contato com o chorume. Pode-se ainda construir um suporte de concreto ou tijolos e cimento que tenha pelo menos 40 centímetros de altura e onde possamos encaixar os engradados. Devemos cuidar para que se tenha um dreno (furo) no fundo e então podemos preencher metade da altura com carvão vegetal e logo por cima despejamos a mesma quantidade de brita, e por cima da brita acomodamos os engradados. Desta forma o eventual chorume escorre pela brita até a camada de carvão onde é desodorizado e ligeiramente filtrado. Evitando sujeira na sacada ou na área de serviço. Para composteiras feitas diretamente na terra este problema praticamente não existe já que o solo absorve o chorume.

j) Praticamente qualquer coisa orgânica é passível de compostagem. Preferencialmente devemos usar os resíduos orgânicos vegetais crus gerados em nossa cozinha, os restos de comida podem e devem ser compostados.

k) Depois de pronto, o composto pode ser usado em jardins, folhagens, hortaliças e temperos. Aplique de acordo com a necessidade de cada espécie de planta.

Samambaias em geral e folhagens tropicais gostam de doses bem fartas de composto, algo em torno de um quarto do volume do vaso ou da floreira.

I) Um engradado de PVC é capaz de compostar o resíduo orgânico gerado por até três pessoas. Para uma família maior é só aumentar o número de caixas. É preferível fazer duas pilhas de engradados de que empilhar muitos.

Enfim, é responsabilidade de todos saber o destino dos resíduos produzidos pela população, uma vez que os resíduos úmidos dispostos em Lixões são extremamente poluentes, pois ele irá se decompor anaerobicamente, sem o uso de oxigênio. Logo, a comunidade não se deve deixar enganar, jogando os resíduos úmidos via coleta tradicional, pois não é ambientalmente correto e não trás nenhum benefício para o meio ambiente. O correto é desviar todo o material putrescível para uma compostagem com o uso de oxigênio, umidade e de minhocas para que se possa obter o “ouro negro”. Esse ouro negro, ou seja, o composto super rico em nutrientes, será o tema principal a ser debatido no próximo capítulo e o precursor do modelo de logística reversa a ser proposto para o município de Ituiutaba (MG).

## **5. RESULTADOS APURADOS FRENTE AO DIAGNÓSTICO DA LOGÍSTICA REVERSA EXISTENTE EM ITUIUTABA**

### **5.1. Informações gerais da estrutura de limpeza e saneamento do município**

A Prefeitura de Ituiutaba é responsável pela coleta, destino final, controle e fiscalização do lixo domiciliar, industrial, comercial e público. A coleta seletiva

informal se dá através dos varejistas da logística da reversa. A coleta seletiva formal é realizada através da Cooperativa por meio de caminhões em dias pré-determinados. A coleta domiciliar tradicional é realizada por caminhão do tipo “caçamba” com coleta, diária e/ou em intervalos, por empresa terceirizada e por funcionários da Prefeitura. Existem também os Postos de Entrega Voluntária – PEV (Figura 23) - caçambas e containeres de diferentes cores, instalados em pontos estratégicos, onde a população pode depositar o material reciclável previamente selecionado.



**Figura 23.** PEV – Avenida Minas Gerais – Ituiutaba (MG), março/2005.

Há cobrança de taxa de limpeza urbana, a qual se encontra inserida no Imposto Territorial Urbano - IPTU. Para tanto, existem a Lei municipal de nº 1.363 de 10/12/1970 que se refere ao Código de Posturas e a Lei municipal de n.º 3.237 que se refere ao Código Sanitário. A Prefeitura conta com um orçamento de, aproximadamente, R\$82.000.000,00 (oitenta e dois milhões de reais anuais), dos quais são destinados à limpeza pública urbana, a cifra de R\$2.043.800,00, o que

perfaz um percentual de 2,50% aproximadamente, verba que nem sempre é suficiente para cobrir os custos dos serviços prestados (Prefeitura de Ituiutaba).

Entre os serviços de limpeza urbana realizados pela Prefeitura de Ituiutaba que envolvem o recolhimento e destinação de resíduos destacam-se: varrição; raspagem de ruas; capinação; limpeza de terrenos baldios, de sarjetas; de bocas de lobo (bueiros), de praças e jardins, de feiras livres, de animais mortos; podas de árvores; coletas especiais (móveis...); coleta de entulhos da construção civil; coleta do lixo industrial, hospitalar, residencial e comercial e limpeza de córregos.

A frequência da coleta tradicional varia de acordo com o tipo do estabelecimento. Na parte central da cidade a coleta é diária. Para regiões com estabelecimentos comerciais, industriais e de saúde a coleta é diária, após o horário comercial. Para regiões residenciais a coleta é realizada três vezes por semana.

São utilizados no transporte e coleta dos resíduos, 17 veículos, os quais são utilizados exclusivamente em serviço, sendo eles: 06 caminhões coletores compactadores; 05 caminhões caçamba; 02 pás-carregadeiras; 01 patrola; 01 caminhão Pipa; 01 trator de esteira e 01 retro-escavadeira e 04 caminhões para o recolhimento dos resíduos atualmente tidos como recicláveis e com valor comercial.

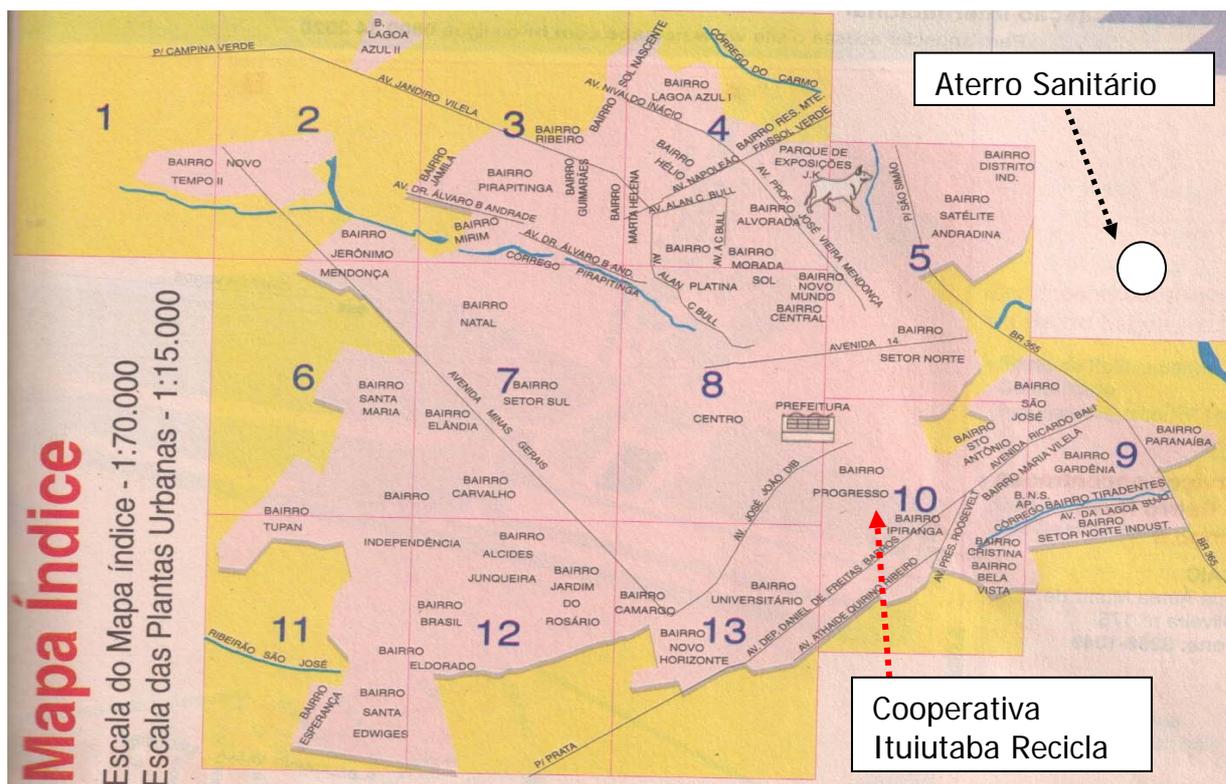
## **5.2. A importância do programa Ituiutaba recicla e da cooperativa**

A implantação da coleta seletiva em Ituiutaba (MG) iniciou-se no ano 2001 com a criação de um conselho comunitário, composto por vários segmentos da sociedade organizada. Inicialmente operacionalizada por parcerias, a SAE implantou a coleta seletiva em um plano piloto na região leste da cidade, compreendendo 14 bairros. Na ocasião, os catadores que trabalhavam no lixão e que aderiram ao

programa foram contratados, por meio de contratos administrativos, de duração restrita.

Com o apoio da SAE, ASETI e da Prefeitura Municipal de Ituiutaba foi criado em novembro de 2003 o “Ituiutaba Recicla”, uma cooperativa formada pelos antigos catadores de resíduos. Neste mesmo ano, foi iniciada a expansão da cobertura da coleta seletiva na cidade, atingindo 100% da área urbana em junho do ano de 2004. A cooperativa consiste em um programa com vários projetos criado para promover a melhoria da reutilização de materiais recicláveis a partir de um trabalho social com os catadores de resíduos domiciliares. Os projetos vão desde ações conjuntas para limpeza dos bairros e sensibilização da população sobre qualidade de vida e Meio Ambiente a programas sociais e culturais que atendem as famílias que dependiam da coleta de materiais recicláveis no lixão.

O projeto, conduzido pela SAE de Ituiutaba, realizou um trabalho de educação ambiental, porta a porta de forma coordenada e planejada, em todos os bairros do município (Figuras 24 e 25).

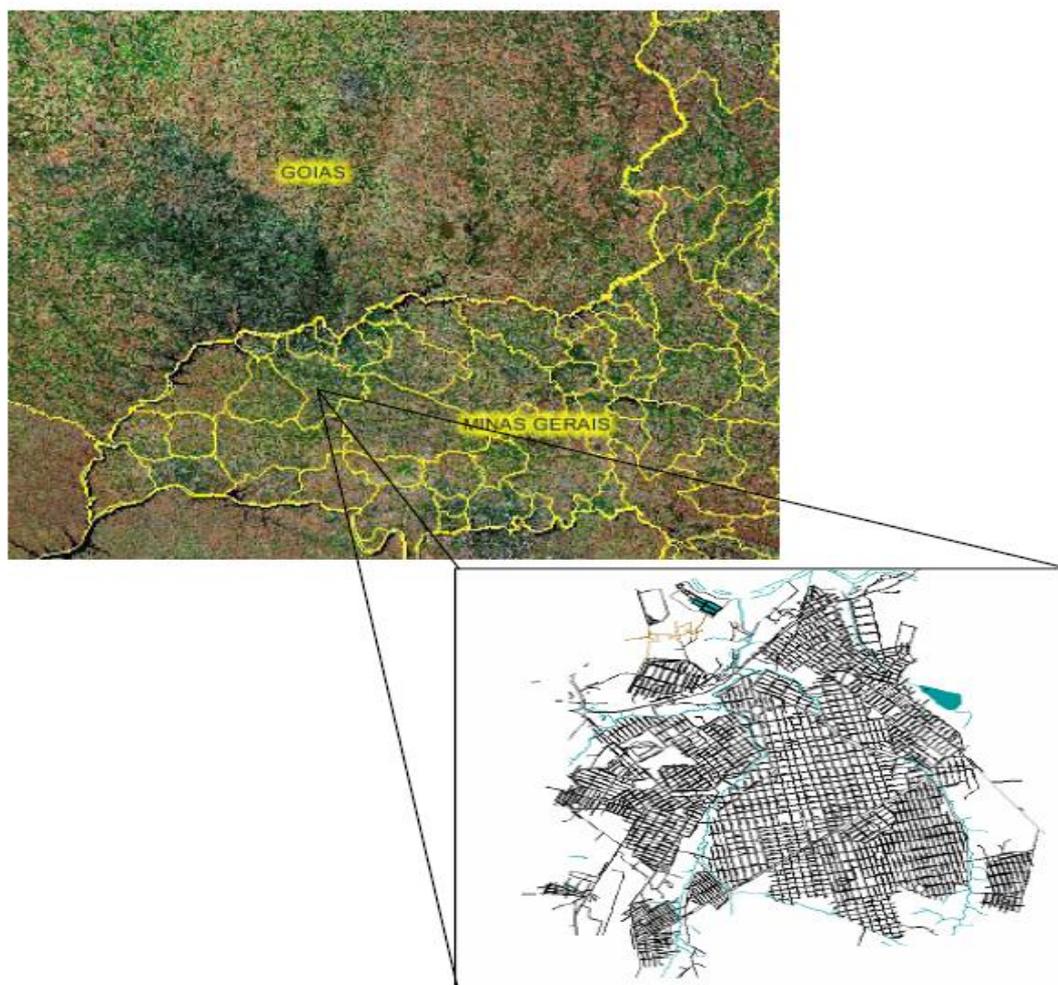


**Figura 24.** Mapa dos bairros da cidade de Ituiutaba (MG).  
 Fonte: (Adaptado da Lista telefônica SABE – dezembro/2004).

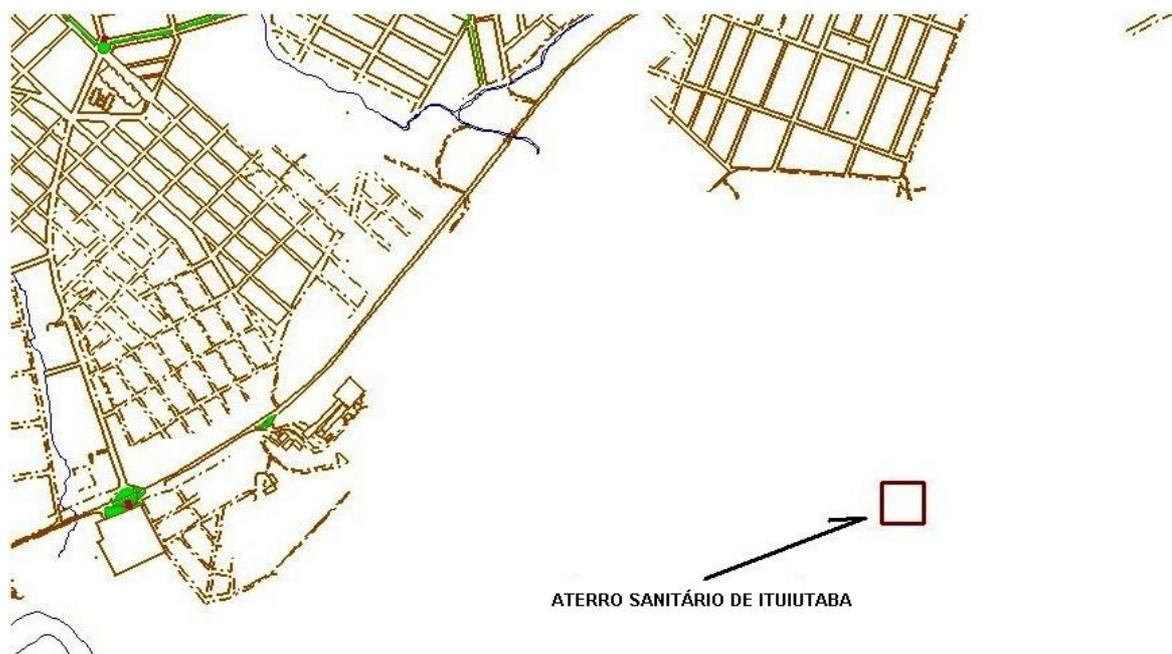
Ele consistiu em explicar à comunidade como proceder para prover a separação dos resíduos úmidos dos secos e disponibilizá-los para a Cooperativa, limpos, ou seja, livre de impurezas a fim de agregar um maior valor econômico aos resíduos e, com isso, evitar o encaminhamento indevido dos resíduos secos para o aterro sanitário (Figura 26) promovendo o prolongamento de sua vida útil. A mesma equipe da SAE que realizava o trabalho de educação ambiental à comunidade prestava esclarecimentos e dava formação aos cooperados da Cooperativa Ituiutaba Recicla. Foi verificado “*in loco*” que a amplitude de resposta da população ao apelo da coleta seletiva está, em média, próxima dos 30 % de participação. O caminhão da coleta seletiva utiliza um “sino” o qual é instalado nos caminhões. Ao percorrerm as ruas o sino é tocado e os cooperados vão recolhendo os resíduos secos e promovendo a sua logística reversa (foto da capa). Os custos de homem/hora da equipe são de

responsabilidade da SAE que são os principais fomentadores do programa Ituiutaba Recicla.

Mesmo com todo o treinamento e educação ambiental dispensada a população, o retorno dos moradores em atender a solicitação de separação e disposição dos resíduos para o recolhimento do veículo da cooperativa não atinge mais do que 30% das casas percorridas. Examinando, *“in loco”* pode-se constatar, entre outros motivos, que vários moradores guardam os resíduos secos para parentes e/ou catadores aos quais queriam ajudar. Com detalhes, observa-se ainda que, alguns moradores, antes de irem para o labor diário, deixam os resíduos secos dispostos nas calçadas, em dias e horários pré-determinados, porém os catadores e ambulantes passavam e os recolhiam antes que o caminhão da Cooperativa o fizesse. O programa Ituiutaba Recicla ainda não é auto-sustentável. Por ser de relevante caráter social ele conta com o apoio e subsídios da Prefeitura de Ituiutaba (MG) e da SAE para se manter e dar dignidade às pessoas que lá trabalham.

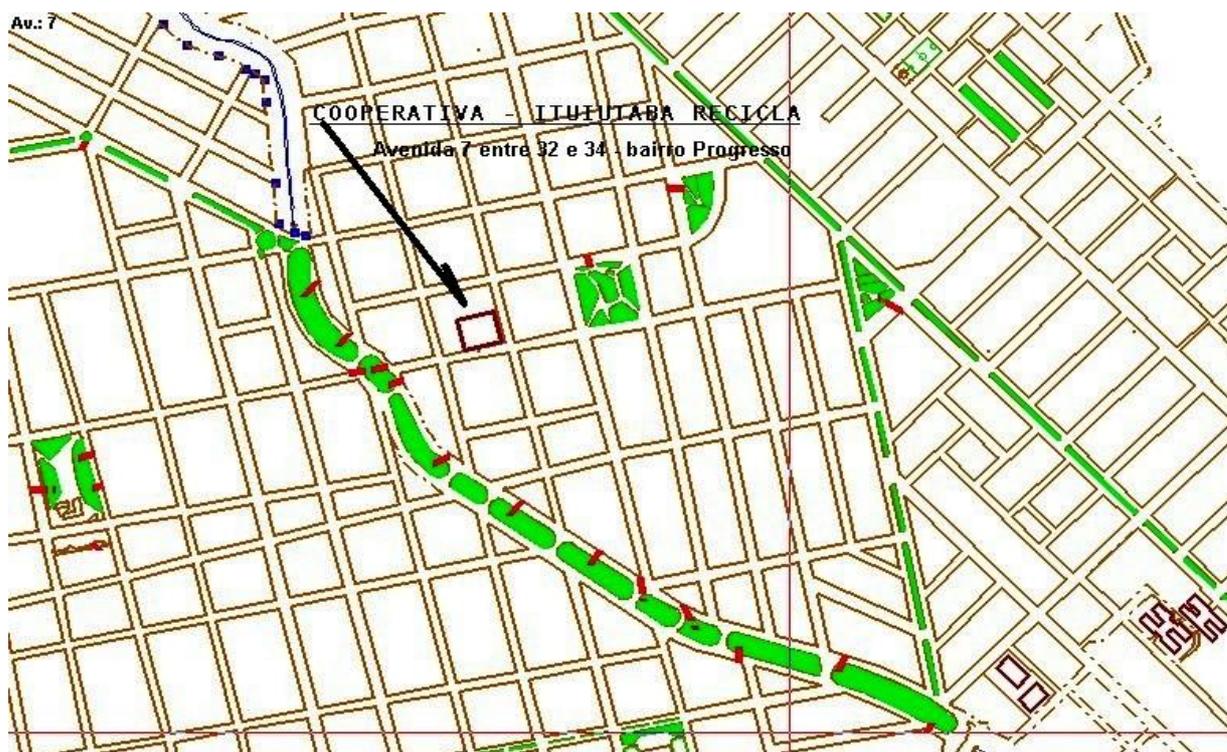


**Figura 25.** Mapa da área urbana da cidade de Ituiutaba (MG).  
**Fonte:** CASTRO, Leonardo Borges – 2006.



**Figura 26.** Mapa da localização do Aterro Sanitário de Ituiutaba (MG).  
**Organização:** SANTOS, Flavio Costa – novembro/2006.

Das vinte (20) toneladas de resíduos recicláveis que passam pela Cooperativa (Central da coleta seletiva), situada na avenida 07 entre ruas 32 e 34, (Figura 27) todo mês, onde são separados e classificados conforme seu tipo e qualidade, os veículos, que percorrem as ruas realizando a coleta seletiva e coleta diferenciada dos resíduos, são responsáveis por apenas 04 toneladas (20%).



**Figura 27** – Mapa da localização da Cooperativa - Central da coleta Seletiva, no bairro Progresso em Ituiutaba (MG).

**Organização:** SANTOS, Flavio Costa – novembro/2006.

A contribuição das dezesseis (16) toneladas restantes (80%) oriunda-se dos varejistas da logística reversa que recolhem os resíduos no dia a dia e vendem à referida Cooperativa os materiais recolhidos. Posteriormente esses resíduos são prensados e vendidos como insumos para os compradores.

O programa apresentou alguns resultados positivos:

- A criação da primeira unidade da coleta seletiva, onde funciona a sede administrativa e a área operacional para triagem e destinação dos resíduos às indústrias de reciclagem;

- O remanejamento de pessoas do lixão para trabalhar na unidade de coleta seletiva;
- A criação de uma estrutura física para desenvolver a inclusão social, a assistência médica, psicológica, aulas de educação formal, aula de costura e tapeçaria, oficinas de marcenaria, instalador hidráulico e elétrico, aulas de arte terapia e culinária.

A Cooperativa funciona também como Posto de recolhimento de resíduos e de entrega voluntária para aqueles que o desejarem.

Em união de propósitos com o Programa “Criança no Lixo, Nunca Mais”, um Decreto Municipal priorizou a retirada das crianças do lixão, inserindo-as nos programas sociais: “Eu faço Arte”, “Jardineiro Mirim”, “Zona Azul”, “Arte e Cidadania”.

A Cooperativa utiliza-se de caminhonete da marca FORD, modelo F 4.000 que percorre os bairros pré-determinados e anteriormente informados à população, recolhendo os resíduos secos disponíveis e já separados pelos moradores. Para os resíduos úmidos, a população tem a opção do caminho da coleta tradicional através da coleta municipal.

A central de coleta seletiva gera atualmente 27 empregos diretos para pessoas que, em sua grande maioria, viviam do Lixão municipal de Ituiutaba. O trabalho dos cooperados é incentivado pela Prefeitura Municipal de Ituiutaba, com o apoio da SAE, que com a ajuda de voluntários visa à promoção de trabalhos voltados para a inclusão social levando aos mesmos ao resgate da cidadania.

Dentre os cooperados, 07(sete) são homens e 20 (vinte) são mulheres. Atualmente os mesmos são registrados pela ASETI e recebem uma remuneração mensal de um (1) salário mínimo/mês + (mais) 40% (quarenta por cento) de insalubridade. Fazem

jus ainda, por intermédio da SAE, de assistência médica, semanal, e também social, aluguel do caminhão e do barracão, água e energia.

Atualmente, a coleta está sendo feita em todos os bairros da cidade. A comunidade rural da região do São Lourenço também participa do programa de coleta seletiva.

A Cooperativa não faz o recolhimento dos resíduos orgânicos, ficando o recolhimento desses resíduos por meio do recolhimento tradicional realizado pelo poder público.

Os quatro veículos que são utilizados pela Cooperativa passam em horário diferenciado ao da coleta tradicional. Os moradores são orientados a colocarem os resíduos na rua em dias pré-determinados e somente quando o caminhão passa pela rua avisando-lhes através de um sino que emite o sinal para que saiam e de suas residências e entreguem os resíduos secos para a coleta. Como existe um prévio conhecimento, alguns moradores deixam os resíduos secos dentro do terreno de suas casas e autorizam o pessoal da Cooperativa a acessar portão adentro e recolher os resíduos já previamente separados.

### **5.3. Os varejistas da coleta diferenciada e o seu papel na logística reversa**

A reciclagem cumpre historicamente no Brasil uma relevante função social na medida em que, para o grupo dos catadores, era uma oportunidade ímpar de geração de renda, mesmo que através do mercado informal.

Os “varejistas” da coleta diferenciada de resíduos recicláveis, popularmente chamados de catadores (Figura 28 e 29) têm um papel fundamental na separação e no encaminhamento dos resíduos para que possam ser reciclados nas indústrias.



**Figura 28.** Varejista da logística reversa de PET, bairro Progresso, Ituiutaba(MG), dezembro/2004.

Ao passo que promovem o recolhimento e a venda dos resíduos, intitulados como “insumos”, os encaminham para voltarem a ser outros novos produtos. Esses resíduos, para os principais compradores e revendedores, têm seu valor em “moeda corrente”, tendo sua comercialização garantida em várias partes do país. Notadamente, o fazem ajudados por parte da comunidade e, muitas vezes, se antecipando ao caminhão da coleta tradicional ou o da coleta diferenciada e coleta seletiva. Aqueles que se expõem na dura rotina da coleta de resíduos, na rua, conduzindo os seus veículos manuais, normalmente são pessoas humildes e de baixo poder aquisitivo.

É notório constatar que o fazem ajudados por parte da comunidade e, ora se antecipando ao caminhão da coleta tradicional ou o da coleta diferenciada e coleta seletiva. Aqueles que se expõem na dura rotina, na rua, carregando os seus veículos manuais, normalmente são pessoas humildes e de baixo poder aquisitivo. Essas pessoas, ao mesmo tempo em que trabalham em busca de uma remuneração para a sua sobrevivência, prestam um serviço de valor inestimável para a

comunidade e para o globo trabalhando na logística reversa dos resíduos e também na recuperação e preservação ambiental.



**Figura 29.** Varejista da logística reversa de papelão, bairro Maria Vilela, Ituiutaba(MG), janeiro/2005.

Existe uma lacuna de 70% de possibilidades de participação à coleta diferenciada que a população ainda não atende. Dentre os principais motivos que faz com que a porcentagem não ultrapasse os atuais 30% está o grande número de catadores ambulantes e ao seu oportunismo que, antevendo a disponibilidade dos resíduos secos recicláveis, limpos, separados em sacos distintos fazem à coleta dos mesmos antes da passagem do caminhão da coleta diferenciada. Existem ainda outros motivos:

- A indisposição de parte da população em não cooperar com o programa relacionando e associando-o diretamente ao fator político e ao poder público;
- O fato de grande parte das pessoas, durante a passagem do caminhão da coleta diferenciada que ocorre uma vez por semana, se encontrarem ausentes de suas residências durante a passagem do veículo;

- A frequência da coleta dos resíduos secos se dá uma única vez na semana.

Os principais comercializadores de resíduos secos pré-processam e vendem os resíduos como insumos para as indústrias recicladoras. A lista dos principais comercializadores (compradores e vendedores) de resíduos secos que atuam na cidade de Ituiutaba se encontra na Figura 30, enquanto que a lista dos principais compradores de resíduos recicláveis que operam em Ituiutaba se encontra descrita na Figura 31.

Comercializadores	Endereço/bairro	Cidade	Telefone
José Leão Góes	Rua 12A n.ºBairro Pedreira	Ituiutaba - MG	Não disponível
Joaquim Abadio Inácio	Rua Bela Vista n.º 912 – Bairro Santo Antônio	Ituiutaba - MG	Não disponível
Izequias Benvindo Nascimento	Rua 38 entre e 3 <sup>A</sup> n.ºBairro Progresso	Ituiutaba - MG	Não disponível
Jéferson Agostinho de Moraes	Rua Ruda Tannus n.º. 138 Bairro Lagoa Azul	Ituiutaba - MG	Não disponível
Ignácio José Marcolino	Rua Geraldo Alves Tavares n.º. 615 – Universitário	Ituiutaba - MG	Não disponível
Samuel Roberto de Almeida	Rua Araras n.º. 53 – Bairro Santa Helena	Ituiutaba - MG	Não disponível
Sebastião Barnabé de Araújo (Tião latinha)	Av.: 29 entre 20 e 22 – centro	Ituiutaba - MG	(0xx)3269.2085
José Leonardo da Silva (Zé do Papel)	Av: 47 entre 8 e 12 – Bairro Natal	Ituiutaba - MG	(0xx)3262.5126
Butelão	-	Uberlândia - MG	0xx34.3212.9394
Maria Aparecida G. Costa	-	Barretos – SP	0xx173324.2067

Comercializadores	Endereço/bairro	Cidade	Telefone
TRANSENTULHO	Av: Francisco Pó de Boy, 700 – Setor Industrial I	Uberaba –MG	0xx 34.3312.2080
POLIPET	Rua Monte Alegre, 1292 Bairro Progresso	Frutal – MG	0xx34.34236667
Dionízio Sucata	Rua Aluízio Barreto Campus Elízios	Ribeirão Preto – SP	0xx16.6281136
Zulmira Sucata	Rua Major de Carvalho, 547 Campus Elízeos	Ribeirão Preto – SP	0xx16.39611154
Cooperativa Ituiutaba Recicla	Av: 07 entre 34 e 32	Ituiutaba-MG	0xx3432614998
GLOBAL	-	Piracicaba-SP	-
Sucata Rezende- Barsa	-	Uberlândia-MG	-

**Figura 30.** Lista dos principais comercializadores de resíduos.

**Organização:** SANTOS, Flavio Costa, dezembro/2004.

Compradores	Cidade	Principais Resíduos	Endereço/ Telefone	Quantidade/ Ton/mês
Antônio Carlos Sforcini	Goiânia-GO	PET, Papelão, Vasilhame de Óleo lubrificante.	0xx6224911 00	Não informado
Butelão	Uberlândia-MG	PAPEL, PEAD.	0xx3212939 4	Não informado
Induplastil –(Valdir)	Ituiutaba-MG	Plástico, PET (granulado).	0xx3268884 4	120,00
Indústria Plástico Pontal – (Ronaldo/José Cardoso)	Ituiutaba-MG	Plástico, PET (granulado).	0xx3262556 6	100,00 a 120,00 (10 ton de PET)

<b>Compradores</b>	<b>Cidade</b>	<b>Principais Resíduos</b>	<b>Endereço/ Telefone</b>	<b>Quantidade/ Ton/mês</b>
Garrafaria Liberdade -	Uberlândia- MG	Vidro e cacaria.	Rua Jacob do Bandolim nº. 143 - Bairro Liberdade	Não informado
CACOLIMPO Comércio de Resíduos Ltda	Belo Horizonte-MG	Vidro e cacaria.	Rua Alice Terra Yama, 451 OLHOS D'AGUA - CEP 30300- 090 -TELS. (31) 3288- 1687 (31) 3288 -1928. Cel. 0xx31- 99671972	Não informado
José Leonardo (Zé do papel)	Ituiutaba	Papel, papelão, Plástico duro, sucata ferro, sucata alumínio.	0xx3432625 126	Papel – 80; Plástico Duro – 15 ; Sucata Ferro – 30 ton; Sucata alumínio – 4;
Cooperativa – Ituiutaba Recicla	Ituiutaba	PET, papel, Papelão, Vasilhame de Óleo lubrificante.	0xx3432614 998	95,88
Reginaldo Carvalho da Silva	Ituiutaba	Sucata de Ferro	0xx3499733 367	12,00

Compradores	Cidade	Principais Resíduos	Endereço/ Telefone	Quantidade/ Ton/mês
JOMAPLÁSTICOS	Uberlândia – MG	Embalagens	0xx34.3214 0775	Não informado
LONAX	Sarzedo –MG – Estrada do Engenho Seco Bairro Santa Rosa	Granulado de plástico	0xx3135770 303	Não informado
Sebastião Barnabé de Araújo (Tião Latinha)	Ituiutaba-MG – Av: 29 com 22 e 20, 1275	PET, Plástico mole e duro, lata de alumínio e papelão.	0xx3432692 085	Papelão–06; Plástico Duro– 02; PET–06; Plástico mole– 12; Lata Alumínio-15.

**Figura 31.** Lista dos principais compradores de resíduos secos recicláveis.

**Organização:** SANTOS, Flavio Costa, dezembro/2004.

Os compradores de resíduos descritos na tabela realizam a separação, classificação e o pré-processamento dos resíduos secos para a venda e envio para as indústrias recicladoras.

#### 5.4. Caminhos e destinos dos resíduos na logística reversa

O caminho realizado por um produto que, logo após ser consumido, vira resíduo. Seguindo, dentro da logística reversa, passa pelo seu correto acondicionamento pelo usuário, disponibilização para a Cooperativa/ varejista da logística reversa/comprador, pré-processamento e classificação e venda para indústrias recicladoras. Logo após, o antigo resíduo é disponibilizado como um novo produto para a sociedade. Atenção é dada pelas indústrias em prol da saúde

humana, pois as antigas embalagens nunca servem de recipientes para medicamentos e/ou alimentos.

Alguns caminhos da logística reversa dos resíduos em Ituiutaba são conhecidos. Dentre eles, existe o importante papel que os varejistas da logística reversa, ou seja, os catadores ambulantes de resíduos secos fazem diariamente de porta a porta. Esse trabalho influencia diretamente na sua condição social de sobrevivência e indiretamente na sustentabilidade do planeta. Outro importante caminho reverso dos resíduos é impulsionado pela existência e pelo funcionamento da Cooperativa Ituiutaba Recicla. Ela exerce o importante papel de coletar os resíduos secos, seja da coleta ou de doações recebidas, e disponibilizá-los novamente como insumos para a cadeia produtiva. Mesmo com toda essa mobilização ainda chegam até o aterro sanitário (Figura 32) uma grande quantidade de resíduos secos que poderiam retornar para a cadeia de insumos e serem reintegrados ambientalmente. O recolhimento realizado pela coleta tradicional em Ituiutaba (MG) não possui, atualmente, meios e nem tão pouco uma sistemática eficiente para prover a separação dos resíduos secos dos úmidos e assim prover a sua reutilização.



**Figura 32.** Compactação de resíduos secos e recicláveis no aterro municipal, junho/2006.

Existe coleta específica para os resíduos de saúde em Ituiutaba (hospitais, clínicas, laboratórios...). A produção desses resíduos é da ordem de 0,8 ton/dia. Os mesmos são recolhidos de forma separada e em veículo próprio. Antes da construção do aterro tinham como destino o lixão do município onde eram queimados. A queima ocorria ao ar livre com o acréscimo de óleo diesel para uma melhor combustão, sem a utilização de equipamentos especiais e nem a utilização de valas específicas. As cinzas restantes eram recobertas por terra (Figura 33). Hoje os resíduos são encaminhados para o aterro em valas sépticas específicas.

A classe que mais gera resíduo, quantitativamente, na cidade de Ituiutaba (MG), é a de construção civil. Os resíduos de construção civil seguem diferentes caminhos. Porém, o que mais se observa é a sua utilização para preenchimento e compactação de locais evidenciados pelo poder público. Notadamente, os locais que sofrem de processos erosivos. Não é raro ver esses resíduos seguirem o caminho do aterro. A classe residencial é a segunda em maior quantidade de resíduos gerados.



**Figura 33.** Queima de resíduos no antigo Lixão, em Ituiutaba (MG).  
**Fonte:** Prefeitura de Ituiutaba, fevereiro/2001.

A frequência da coleta diferenciada e da coleta seletiva, ou seja, recolhimento do “lixo seco” é realizado uma vez por semana em cada local. Sendo diário o recolhimento no centro da cidade. Os resíduos secos, na logística atual, sendo recicláveis, são encaminhados para a Cooperativa Ituiutaba Recicla, para os compradores de resíduos e/ou encaminhados para a Induplastil (Figura 34) e para Indústria de Plástico Pontal (Figura 35). Mesmo com o trabalho de educação ambiental, realizado na cidade de Ituiutaba (MG), muitos resíduos que poderiam voltar ser matéria-prima ainda não são desviados do aterro sanitário fazendo com que a sua vida útil seja cada vez menor.



## **5.5. Perfil e características comerciais dos resíduos secos classificados para comercialização**

Na Cooperativa da Central de coleta seletiva, o lixo é separado, prensado e depois vendido. Em média, mensalmente passam por lá vinte (20 t) toneladas de resíduos. A caracterização das vinte (20) toneladas de material seco a ser reciclado mostra a seguinte proporção: 59% de Papel; 30% de plástico; 9% de metal e 2% de vidros.

Entre os principais resíduos (lixo seco e limpo) recicláveis que chegam à Cooperativa, destacam-se:

Papel - papéis de escritório, rascunhos, xerox, envelopes, listagens de computador, jornais, revistas, listas telefônicas, papelão, caderno, embalagem Tetra Pak, folhetos, embrulho. Os papéis laminados ainda são considerados rejeitos e encaminhados para o aterro sanitário.

Plástico - embalagens de refrigerantes, água, produtos alimentícios, de limpeza e higiene, brinquedos, utensílios domésticos, sacos e embalagens plásticas em geral.

Com a reciclagem do plástico se economizará derivados do petróleo. Eles serão transformados em engradados, baldes, sacos e sacolas plásticas, tubulações de esgoto, brinquedos, mangueiras etc.

Metal - latas de: alumínio, refrigerantes, cervejas e sucos; panelas, tampas, pregos, parafusos, objetos de cobre, ferro e zinco, latas de óleo e conservas em geral.

Vidro – garrafas de refrigerantes, água, bebidas em geral, potes e frascos de produtos alimentícios, perfumaria, higiene e limpeza.

Entulho - de construção civil. É reciclável e pode ser utilizado em obras públicas.

Na Figura 36 mostra um comparativo dos resíduos e seu tempo aproximado de decomposição.

<b>Alguns resíduos e seu tempo aproximado de decomposição</b>	
Alumínio	500 anos
Chiclete	5 anos
Pilha	500 anos
Plástico	100 anos
Vidro	10.000 anos
Papel	3 meses
Pneus	100 anos
Embalagens longa vida	100 anos

**Figura 36.** Tabela contendo o comparativo dos resíduos e seu tempo aproximado de decomposição.  
**Fonte:** <http://www.educarede.org.br/>

Os compradores, em sua grande maioria, pagam à balança (Figura 37) para a pesagem dos seus resíduos os seguintes valores: caminhão R\$10,00 (dez reais) e carreta R\$15,00 (quinze reais). Na Figura 38 se encontra uma tabela para conversão da moeda real para o dólar. Os preços acima citados possuem a relação onde 1\$ equivalia a 2,88 reais, em outubro de 2004.



**Figura 37.** Foto da Balança onde ocorre a pesagem dos resíduos, junho/2005.

**TABELA**  
Taxa de câmbio média<sup>(1)</sup>  
2002 a 2005

Período	Taxa média em reais
1º semestre 2002	2,44
2º semestre 2002	3,40
Anual 2002	2,92
1º semestre 2003	3,24
2º semestre 2003	2,92
Anual 2003	3,08
1º semestre 2004	2,97
2º semestre 2004	2,88
Anual 2004	2,93
1º semestre 2005 <sup>(1)</sup>	2,61
Anual 2005 <sup>(1)(2)</sup>	2,61

Fonte: Banco Central do Brasil

Elaboração: DIEESE

Nota: 1) cotação do dólar até 11 de maio de 2005

2) cotação do dólar comercial/preço de venda

**Figura 38.** Tabela contendo a média da taxa de câmbio para conversão do real em dólar.

Na Figura 39 encontram-se os principais resíduos comercializados com seus preços de compra no varejo e de venda para o atacado (referentes a março de 2005 em Real/Kg - moeda brasileira).

RESÍDUO	PREÇO COMPRA	PREÇO VENDA	COMPRADOR
Alumínio Duro – panela, veneziana	R\$0,50 a R\$0,70	-----	Diversos
Arquivo de escritório (caderno, apostila, livros).	R\$0,05 e R\$0,16	R\$0,08 e R\$0,15	Diversos
Caixaria	R\$0,10	R\$5,00	Diversos
Cobre (Cu) misto - (queimado)	R\$1,00	-----	Diversos
Cobre (Cu) nu (cabo ou fio)	R\$1,00	-----	Diversos
Copos descartáveis	R\$0,10	-----	Diversos
Garrafinhas, baldes e bacias.	R\$0,05 a R\$0,60	R\$0,80 a R\$1,60	Diversos
Jornal	R\$0,05	R\$0,16	Diversos
Latas de alumínio (Al)	R\$2,70 a R\$3,50	R\$3,00 a R\$3,50	Diversos
Latas de óleo (sucatas, flander).	R\$0,03	R\$0,13	Diversos
Metal (latão) e ferragens	R\$0,04	R\$0,30	Araguari ferrag.
Papelão	R\$0,08 a R\$0,12	R\$0,12 a R\$0,22	Diversos
PEAD (polietileno alta densidade)	R\$0,12 a R\$0,35	R\$0,80 a R\$1,60	Diversos
PET (polietileno tereftalato –	R\$0,20 a R\$0,45	R\$0,45 a R\$0,70	Diversos
Plástico Duro	R\$0,06 a R\$0,12	R\$0,12 a R\$0,22	Diversos
Plástico mole colorido/branco-pe	R\$0,20 a R\$0,50	R\$0,50 a R\$2,00	Diversos
Revista	R\$0,05	-----	Diversos
Sucata de Ferro: Tanquinho, geladeira, cadeira...	R\$0,03 a R\$0,15	R\$0,15 a R\$0,20	Diversos
Tetra Pak	Doação	-----	Diversos
Vasilhame de óleo lubrificante	R\$0,05 a R\$0,35	-----	Diversos

**Figura 39.** Tabela dos principais resíduos comercializados com seus preços de compra no varejo e de venda para o atacado na cidade de Ituiutaba. Referência – março de 2005. Preço em Real / Kg (moeda brasileira).

**Organização:** SANTOS, Flavio Costa, dezembro/2004.

Dependendo da prensa utilizada, um fardo de resíduos, já prensado, varia seu peso entre 150 a 220 Kg. A lavagem do plástico reciclado, após sua moagem, utiliza somente água e movimentos físicos das máquinas. Um caminhão Truck transporta, em média, uma carga de 15 toneladas. Já uma carreta transporta, em média, 27

toneladas. Os plásticos e as garrafas PET plásticas são recicladas de acordo com sua coloração característica (verde ou branca), acatando a solicitação e exigência das empresas compradoras que não aceitam a mistura. Qualquer resíduo plástico de coloração preta dá origem ao plástico de mesma cor. O resíduo plástico branco ou incolor não deve ser misturado com outros. Já o azul, pode ser misturado com cores claras. Cada garrafa PET possui peso médio de 50 gramas, logo, com 20 (vinte) garrafas PET tem-se 1 kg do referido produto. As indústrias, que reciclam plásticos e seus polímeros em Ituiutaba, têm sua maior produção destinada ao granulado de plástico (verde, preto ou branco) que darão origem a outros novos produtos como mangueiras e lonas. O plástico reciclado não dá origem a embalagens para acondicionamento de alimentos e/ou remédios.

O preço do resíduo a ser adquirido varia de acordo com a qualidade do material. A qualidade está intimamente ligada a impurezas, umidade e misturas impregnadas no resíduo. Ao retornar o resíduo plástico reciclado para a forma de matéria-prima tem-se uma queda de 30% no peso bruto referente ao material adquirido com o peso final da matéria prima já reciclada. Isso se deve à umidade e impurezas quando da seleção/venda dos resíduos.

Grande parte dos vendedores de resíduos trabalha na economia informal. Não geram impostos, não possuem registro e não tem carteira assinada. Utiliza-se de mão-de-obra de aposentados e, não raro, também a infantil. As embalagens de agrotóxicos (produtos químicos), quando vendidas junto aos resíduos de plásticos, fazem com que o preço dos resíduos sofra uma redução significativa.

Os dez (10) catadores de resíduos da coleta tradicional da Prefeitura de Ituiutaba, embora não sendo da Cooperativa Ituiutaba Recicla e também não constarem na lista dos comercializadores de resíduos secos, impedem que, aproximadamente, 160

kg/dia de resíduos secos possam ir para o para o aterro sanitário fazendo o seu recolhimento e vendendo-os para serem reciclados.

### **5.5.1. Características dos resíduos secos sem valor comercial em Ituiutaba**

A qualidade do material depende intimamente de como os mesmos são separados na fonte. Entre os principais contaminantes do plástico rígido observados estão: gordura, restos orgânicos, alças metálicas, grampos e etiquetas. Essas impurezas, segundo a administração da Cooperativa reduzem o preço de venda e exigem maior cuidado na lavagem antes do processamento. O plástico que provém da coleta diferenciada e da coleta seletiva é mais limpo do que o separado nos lixões e aterros. O plástico reciclado normalmente não compõe embalagens que ficam em contato direto com alimentos ou remédios, nem brinquedos e peças de segurança que exigem determinadas especificações técnicas.

A geração de rejeitos, que são encaminhados para o Aterro, é significativa em relação aos resíduos secos pré-ciclados. Observa-se que, na Cooperativa que papel e papelão, presentes no lixo urbano, quase sempre não são reciclados por estarem contaminados por resíduos orgânicos e misturados com papéis sanitários e assim, descartados como rejeitos para o aterro sanitário.

Os telefones celulares descartados em Aterros sanitários ou incinerados geram a possibilidade de liberar substâncias tóxicas (metais pesados) que antes estavam nas baterias, circuitos impressos, displays de cristal líquido, carcaças de plástico ou fiação. Entre os principais rejeitos gerados na cidade de Ituiutaba (MG), que ainda

não dispõe de valor comercial e não tem a sua logística reversa garantida destacam-se:

Orgânicos putrescíveis – sobras de alimentos, cascas de frutas e legumes, restos de varrição, pó de café e chá, cascas de ovos, papéis molhados ou engordurados;

Sem mercado - lâmpadas, peças de cerâmica, papel: carbono, laminado, vegetal e de fax, pilhas, espelhos, acrílicos, baldes e embalagens de produtos tóxicos, tubos de TV e baterias de telefone celular, roupas, couro, isopor, fitas e etiquetas adesivas, cristais, sacolinhas plásticas, papel carbono, papel manteiga (vegetal), chapas de radiografia, baterias de telefones móveis e de autos, pilhas, vidros de: pára-brisa, portas e janelas.

Rejeitos propriamente ditos - fraldas e lenços descartáveis, papel e absorventes higiênicos, curativos, papéis engordurados, resíduos de saúde, estopas, lixo hospitalar, chapas de raio X.

Os pneus usados que eram considerados até então como um dos grandes problemas de poluição ambiental estão sendo enviados, até para outros estados, a fim de serem reutilizados como insumos na pavimentação de estradas, construção de rampas para deficientes físicos, cones para sinalização de autopistas, revestimento anti-ruído para túneis de metrô, piso para quadras esportivas, calço para caminhões e porta CD. A cada pneu resgatado o catador recebe cinquenta centavos (R\$ 0,50).

As lâmpadas fluorescentes e grande parte dos resíduos tecnológicos, sem mercado atual para reciclagem, que chegam até a Cooperativa são encaminhadas para o aterro sanitário e lá são dispostas em um galpão onde aguardam uma possível solução para esses resíduos potencialmente poluidores.

Entre os resíduos tecnológicos estão os televisores, rádios, telefones celulares, eletrodomésticos portáteis, equipamentos de microinformática, vídeos... Eles possuem um complexo processo de reciclagem que requer a utilização de tecnologias avançadas, devido à diversidade de materiais de sua composição e à periculosidade das substâncias tóxicas. O não aproveitamento de seus resíduos representa também um desperdício de recursos naturais não renováveis. Os produtos elétricos e eletrônicos, em geral possuem vários módulos básicos. Os módulos básicos comuns a esses produtos são conjuntos/placas de circuitos impressos, cabos, cordões e fios, plásticos anti-chama, comutadores e disjuntores de mercúrio, equipamentos de visualização, como telas de tubos catódicos e telas de cristais líquidos, pilhas e acumuladores, meios de armazenamento de dados, dispositivos luminosos, condensadores, resistências e relês, sensores e conectores. As substâncias mais problemáticas do ponto de vista ambiental, presente nestes componentes, são os metais pesados, como o mercúrio, chumbo, cádmio e cromo, gases de efeito estufa, as substâncias halogenadas, como os clorofluorocarbonetos (CFC), bifenilas policloradas (PCB), cloreto de polivinila (PVC) e retardadores de chama bromados, bem como o amianto<sup>27</sup> e o arsênio. Na Figura 40 têm-se informações sobre algumas das substâncias que podem ser encontradas nos equipamentos eletroeletrônicos e seus prejuízos à saúde humana.

<b>SUBSTÂNCIA</b>	<b>UTILIZADA EM</b>	<b>PREJUÍZOS AOS SERES VIVOS</b>
<b>CHUMBO</b>	Soldagem de placas de circuitos impressos, o vidro dos tubos de raios catódicos, a solda e o vidro das lâmpadas elétricas e fluorescentes.	Danos nos sistemas nervosos central e periférico dos seres humanos. Foram também observados efeitos no sistema endócrino. Além disso, o chumbo pode ter efeitos negativos no sistema circulatório e nos rins.

<sup>27</sup> Amianto. Silicato natural hidratado de cálcio e magnésio, de texturas fibrosas, compostas de fibras finíssimas e sedosas, em geral brancas e brilhantes, refratárias, com as quais se fabricam tecidos, placas, usado como material de construção (telhas e telhados), como material de isolamento e como proteção para bombeiros. O uso do amianto envolve altos riscos, em qualquer nível de exposição.

SUBSTÂNCIA	UTILIZADA EM	PREJUÍZOS AOS SERES VIVOS
<b>MERCÚRIO</b>	Termostatos, sensores, relês e interruptores (por exemplo, em placas de circuitos impressos e em equipamento de medição e lâmpadas de descarga) equipamentos médicos, transmissão de dados, telecomunicações e telefones celulares. Só na União Européia são utilizadas 300 toneladas de mercúrio em sensores de presença. Estima-se que 22% do mercúrio consumido anualmente sejam utilizados em equipamentos elétricos e eletrônicos.	O mercúrio inorgânico disperso na água é transformado em metilmercúrio nos sedimentos depositados no fundo. O metilmercúrio acumula-se facilmente nos organismos vivos e concentra-se através da cadeia alimentar pela via dos peixes. O metilmercúrio provoca efeitos crônicos e causa danos no cérebro.
<b>CÁDMIO</b>	Em placas de circuitos impressos, o cádmio está presente em determinados componentes, como resistências de chips SMD, semicondutores e detectores de infravermelhos. Os tubos de raios catódicos mais antigos contêm cádmio. Além disso, o cádmio tem sido utilizado como estabilizador em PVC.	Os compostos de cádmio são classificados como tóxicos e com risco de efeitos irreversíveis à saúde humana. O cádmio e os compostos de cádmio acumulam-se no corpo humano, especialmente nos rins, podendo vir a deteriorá-los, com o tempo. O cádmio é absorvido por meio da respiração, mas também pode ser ingerido nos alimentos. Em caso de exposição prolongada, o cloreto de cádmio pode causar câncer e apresenta um risco de efeitos cumulativos no ambiente devido à sua toxicidade aguda e crônica.
<b>PBB e PBDE retardadores de chama bromados - PBB e os éteres difenílicos polibromados - PBDE)</b>	Regularmente incorporados em produtos eletrônicos, como forma de assegurar uma proteção contra a inflamabilidade, o que constitui a principal utilização destas substâncias. A sua utilização faz-se, sobretudo em quatro aplicações: placas de circuitos impressos, componentes como conectores, coberturas de plástico e cabos. Os 5-BDE, 8-BDE e 10-BDE são principalmente usados nas placas de circuitos impressos, nas coberturas de plástico dos televisores, componentes (como os conectores) e nos eletrodomésticos de cozinha. Sua liberação para o ambiente se dá no processo de reciclagem dos plásticos componentes dos equipamentos	São desreguladores endócrinos. . Uma vez libertados no ambiente, os PBB podem atingir a cadeia alimentar, onde se concentram. Foram detectados PBB em peixes de várias regiões. A ingestão de peixe é um meio de transferência de PBB para os mamíferos e as aves. Não foi registrada qualquer assimilação nem degradação dos PBB pelas plantas.

**Figura 40.** Tabela das substâncias encontradas nos equipamentos eletroeletrônicos e seus prejuízos à saúde.

**Fonte:** Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos: Alternativas de Política e Gestão – 2003, Biblioteca da Escola de Sociologia e Política de SP.

Na Figura 41 têm-se informações sobre locais para o recebimento de pilhas e baterias em desuso.

<b>Baterias de Aparelhos Celulares – Phillips</b>				
UF	cidade	lojas	endereço	Telefone/fax
MG	Araguari	Telemig Celular	Rua Dr. Afrânio, 224	(34) 3242-8787
MG	Araxá	Telemig Celular	Avenida Getúlio Vargas, 55	(34) 3662-1404
MG	Betim	Telemig Celular	Rua Rio de Janeiro, 330	(31) 3259-3260
MG	Patrocínio	Telemig Celular	Pça Santa Luzia, 1280 Lj. 103	(34) 3831-2500

<b>Pilhas e Baterias - BRAUN/Gillette do Brasil</b>				
UF	cidade	lojas	endereço	Telefone/fax
MG	Belo Horizonte	Alfa Vídeo Ltda.	Rua Araguari, 118 Conj. 202	(31) 3075-1135/3053
MG	Divinópolis	Áudio Clínica Ltda.	Rua Mato Grosso, 755	(37) 3222-3313
MG	Patos de Minas	Frederico Adolfo Pellet ME	Rua Pe Brito, 221	(34) 38214088
MG	Uberlândia	Guilherme A. (Eletr. TV Music).	Rua Pratas, 189	(34) 3234-6337 ou 3232-9380

<b>Pilhas e Baterias - Panasonic -</b>				
UF	cidade	lojas	endereço	Telefone/fax
MG	Araguari	Carlos Saraiva - Loja 028	Rua Rui Barbosa, 239	(34) 3241-6446
MG	Araxá	José Moreira dos Santos	Avenida Getúlio Vargas, 1006	(34) 3661-1433
MG	Araxá	Magazine Luiza	R.PRES. Olegário Maciel, 194	(34) 3662-3696
MG	Araxá	Pernambucanas - 730-2 / S. J. pinhais	R.PRES. Olegário Maciel, 135	(31) 3283-3168
MG	Belo Horizonte	Loja 01 - "Kodak Express"	Rua Caetés, 1045	(31) 3271-3200
MG	Belo Horizonte	Jr General Computers	Rua dos Timbiras, 2041	(31) 3222-0313

Pilhas e Baterias - Panasonic -				
MG	Frutal	Pernambucanas	Rua Cônego Marinho, 106	(36) 3342-2169
MG	Belo Horizonte	Loja 01 - "Kodak Express"	Rua Caetés, 1045	(31) 3271-3200
MG	Belo Horizonte	Jr General Computers	Rua dos Timbiras, 2041	(31) 3222-0313
MG	Frutal	Pernambucanas	Rua Cônego Marinho, 106	(36) 3342-2169
MG	Ituiutaba	Pernambucanas - 072-9	Rua Vinte e Dois, 798	(31) 3261-9888
MG	Ituiutaba	João Calimero da Cunha	Avenida 17 C/28 E, 30	(34) 3261-1387
MG	Ituiutaba	Magazine Luiza	Rua Vinte e Dois, 830	(34) 3268-1077
MG	Ituiutaba	Carlos Saraiva - Loja 014	Rua Vinte e Dois, 678	(34) 3268-1005
MG	Iturama	Pernambucanas	Rua Frutal, 532	(34) 3577-7796
MG	Uberaba	Eletrônica Lopes Ltda.	Avenida Cel. Joaquim, 57	(34) 3336-3500
MG	Uberaba	Thander Comercial Ltda.	Rua Arthur Machado, 825	(34) 3312-6900
MG	Uberaba	Ponto Frio	Rua Artur Machado, 63	(34) 3312-7829
MG	Uberaba	Pernambucanas	Rua Arthur Machado, 175	(31) 3822-1490
MG	Uberaba	Magazine Luiza	Avenida Santa Beatriz Silva, 1501	(34) 3318-7060
MG	Uberaba	Magazine Luiza	Rua Rui Barbosa, 1921	(34) 3318-7000
MG	Uberaba	Cem	Rua Arthur Machado, 80	(34) 3321-7655
MG	Uberaba	Carlos Saraiva - Loja 002	R.CEL. Manoel Borges, 30	(34) 3333-3055
MG	Uberlândia	M C Vídeo Som Ltda.	Avenida Rio Branco, 1104	(34) 3236-5825
MG	Uberlândia	Ponto Frio	Avenida Afonso Pena, 526	(34) 3236-0080

<b>Pilhas e Baterias - Panasonic -</b>				
MG	Uberlândia	Pernambucanas	Avenida Afonso Pena, 640	(34) 3662-2413
MG	Uberlândia	Makro	Rod. Br 50 Km 73, 7085	(34) 3233-5000
MG	Uberlândia	Magazine Luiza	Rua João N. Ávila, 1331	(34) 3239-0956
MG	Uberlândia	Magazine Luiza	Rua Afonso Pena, 262	(34) 3239-0930
MG	Uberlândia	Magazine Luiza	Rua Floriano Peixoto, 1406	(34) 3239-0900
MG	Uberlândia	Digitec Energia E Informática Ltda.	Rua Rio de Janeiro, 783	(34) 3212-2075
MG	Uberlândia	Carrefour Com. E Ind. Ltda.	Avenida João Naves de Ávila, 1441	(34) 3214-1100
MG	Uberlândia	Carlos Saraiva - Loja 024	Avenida Floriano Peixoto, 1219	(34) 3210-2285
MG	Uberlândia	Carlos Saraiva - Loja 015 - depósito	Rua Ant. Thomaz F. Resende	(34) 3214-0065
MG	Uberlândia	Carlos Saraiva - Loja 009	Avenida Afonso Pena, 245	(34) 3236-0908
MG	Uberlândia	Carlos Saraiva - Loja 001	Pça. Tubal Vilela, 93	(34) 3210-2281
MG	Uberlândia	Action Informática Ltda.	Avenida Floriano Peixoto, 2667	(34) 3232-5299

<b>Pilhas e Baterias - Sony</b>				
UF	cidade	lojas	endereço	Telefone/fax
MG	Araguari	Vídeo Som Ltda.	Rua Marciano Santos, 703	(34) 3241-6026
MG	Araxá	Labotec Sistemas Eletrônicos Telefonia Ltda.	R.Dr. Frankilin de Castro, 440	(34) 3662-5100
MG	Araxá	Nova Eletrônica Araxá Ltda.	Rua Cassiano Lemos, 241	(34) 3661-2271

Pilhas e Baterias - Sony				
MG	Belo Horizonte	Som Profissional Ltda.	Avenida Silviano Brandão, 2100	(31) 3481-2744
MG	Belo Horizonte	Wmw Sistemas de Vídeo Ltda.	Rua Levindo Lopes, 333 Lj 05	(31) 3281-0744
MG	Ituiutaba	Áudio & Vídeo Com. e Man. Ltda.	Rua Trinta e Seis, 836	(34) 3268-2131
MG	Uberaba	Eletrônica Colorsom Ltda.	Avenida Guilherme Ferreira, 1219	(34) 3333-2520/2525
MG	Uberlândia	Digital Assistência Técnica Ltda.	Avenida João Naves de Ávila, 80	(34) 3236-1510
MG	Uberlândia	Gertec Assistência Técnica Ltda.	Avenida Afrânio Rodrigues Cunha, 163	(34) 3236-9953

**Figura 41.** Tabela contendo os postos de recebimento de pilhas e baterias inservíveis na região do triângulo mineiro.

**Organização:** SANTOS, Flavio Costa, fevereiro/2005.

### 5.5.2. A estimativa dos resíduos secos de construção civil

Entre as empresas que contribuem com alta significância para o aumento dos resíduos, em especial os de construção civil, no lixão, destacam-se: “Rei do Entulho” e “Disk Azulão”. Essas duas empresas são responsáveis, pela quase totalidade da coleta de resíduos de construção civil na cidade de Ituiutaba (MG). São utilizadas caçambas que coletam em média - 3 a 10 m<sup>3</sup> de resíduos - variando de acordo com o tamanho da caçamba utilizada (Figura 42).

Em média, segundo dados fornecidos pelas próprias empresas, os referidos resíduos contribuem com 129,1 ton/dia (Figura 44) que eram encaminhados, em sua grande maioria, para o lixão municipal, onde eram espalhados por uma máquina de esteira da prefeitura local. Nesse total incluem-se também o trabalho das carroças

(Figura 43) que auxiliam na disposição adequada dos resíduos. As carroças foram cadastradas no projeto “Cidade sem entulho” e todas receberam uma identificação seqüencial.

Logo, temos um total de 189,3 ton/dia (doméstico – 45 ton; saúde – 0,8 ton; construção civil – 129,1 ton e industrial – 14,4 ton) de resíduos gerados no município de Ituiutaba (MG).

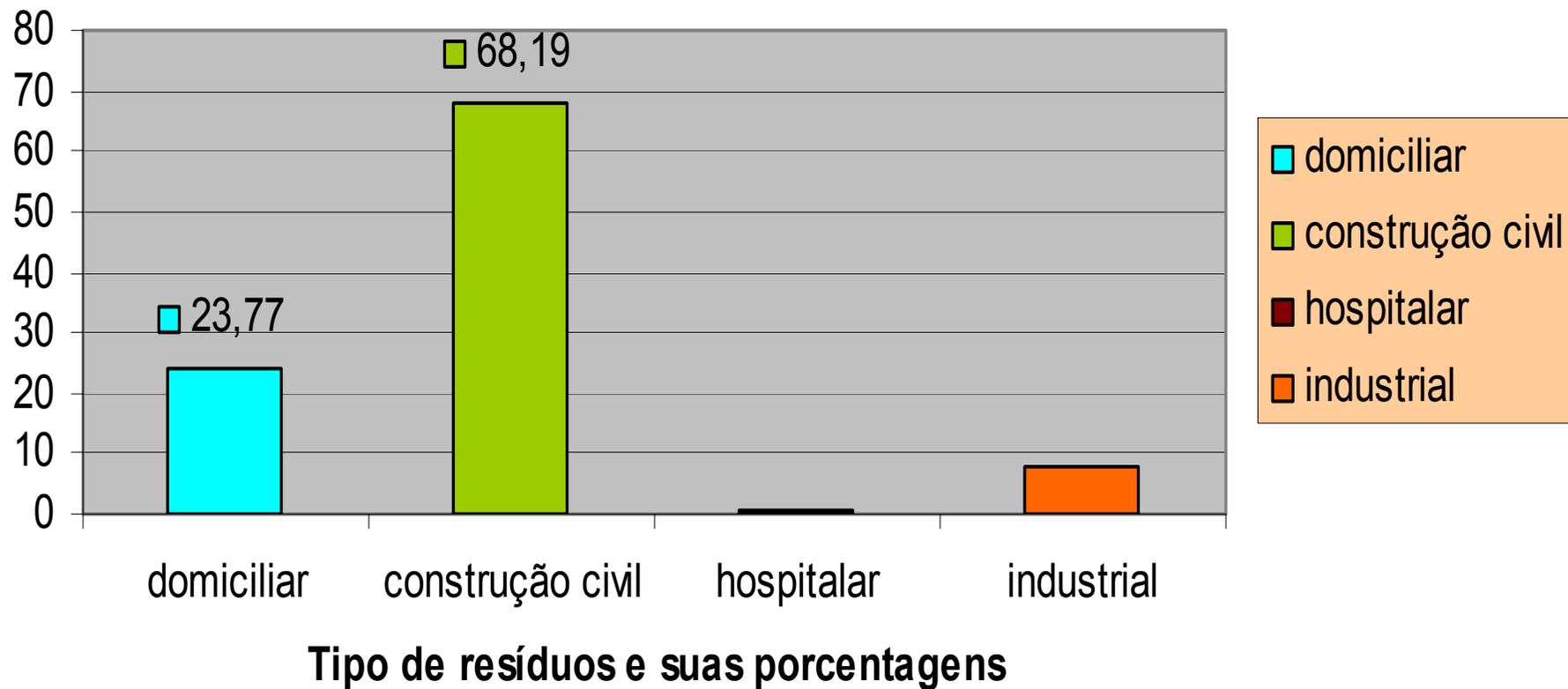


**Figura 42.** Caçamba de 6 m<sup>3</sup> recolhendo entulhos no bairro progresso, Ituiutaba (MG), junho/2006.



**Figura 43.** Carroça cadastrada no projeto “Cidade sem entulho”, Ituiutaba (MG) janeiro/2007.

## Caracterização dos resíduos em Ituiutaba



**Figura 44.** Gráfico da estratificação dos resíduos gerados em Ituiutaba e seus percentuais.  
**Organização:** SANTOS, Flavio Costa, novembro /2006.

## **5.6. O tratamento dado aos resíduos putrescíveis/úmidos na logística existente**

Dentre os resíduos domiciliares, os alimentos, matéria orgânica putrescível, são responsáveis por quase 70% do peso dos resíduos domésticos produzidos diariamente em Ituiutaba (MG). Entre os principais resíduos orgânicos putrescíveis (úmidos) destacam-se: restos de comida; cascas de frutas; folhas galhos de poda e capina os quais são encaminhados diretamente para o Aterro Municipal de Ituiutaba, pela coleta diária/semana da coleta pública, sem sofrer nenhum desvio significativo o que reduz acentuadamente a vida útil do referido aterro pela deposição diária de grande volume de resíduos. O desvio significativo dos resíduos poderia ser alcançado se a população tijuicana participasse mais ativamente na separação, disposição e encaminhamento dos resíduos secos para a cooperativa ou para os varejistas da logística reversa. Outro fator que poderia ser utilizado para aumentar o desvio dos resíduos é a compostagem dos resíduos úmidos no aterro sanitário, atividade que ainda não acontece naquele local por deficiências técnicas e vontade política.

## **5.7. Experiência para o estabelecimento da composição qualitativa e quantitativa dos resíduos domiciliares**

Nesse tópico são demonstrados dados da quantificação dos resíduos secos em relação aos resíduos úmidos através de dados experimentais a fim de que se possa obter a sua estratificação e, ao final do capítulo cinco (5), obter subsídios para a elaboração de um modelo pró-ativo para a gestão dos resíduos em Ituiutaba (MG).

Em um prédio residencial denominado 'Condomínio Edifício Portal da Cidade', localizado à Rua 36, número 901 esquina com avenida 9 no bairro Progresso em Ituiutaba (MG), dotado de 06 apartamentos e 18 moradores, procedeu-se à separação, pesagem e classificação dos resíduos domiciliares gerados durante um dia inteiro. No mês de janeiro de 2004 procedeu-se à separação dos resíduos gerados pelo condomínio fazendo a sua separação em secos e úmidos. Entre os resíduos gerados, destaca-se a participação dos orgânicos putrescíveis, ou seja, os resíduos úmidos que atingiram quase a faixa dos 70% sobre o total quantificado na cidade de Ituiutaba (MG). Esse percentual de 70% é semelhante ao percentual citado por (FEHR at. al - 2001) para a cidade de Uberlândia, que revelou a presença de 72% em peso de matéria orgânica putrescível. O mesmo percentual é ainda, 7% maior do que o citado pelo 'Relatório de Controle Ambiental da Central de Tratamento e Destinação Final de Resíduos Sólidos de Ituiutaba (2000)', com 63% em peso de matéria orgânica putrescível, conforme Figura 45.

COMPOSIÇÃO	(%)
Orgânicos	63
Papel	14
Plástico	13
Metal	3
Vidro	1
Outros	6
Total	100

**Figura 45.** Tabela com a composição dos resíduos sólidos domiciliares, na cidade de Ituiutaba (MG).  
**Fonte:** Relatório de Controle Ambiental da Central de Tratamento e Destinação Final de Resíduos Sólidos de Ituiutaba (2000).

Em um dia de coleta no edifício chegou-se a um total de oito mil oitocentos e vinte gramas (8820g) de resíduos gerados. Fazendo a classificação qualitativa e quantitativa dos resíduos encontrados verificou-se o que se apresenta descrito na Figura 46 e Figura 47.

A taxa de geração de resíduos no condomínio referido em Ituiutaba foi de 490 gramas/habitante x dia de resíduos.

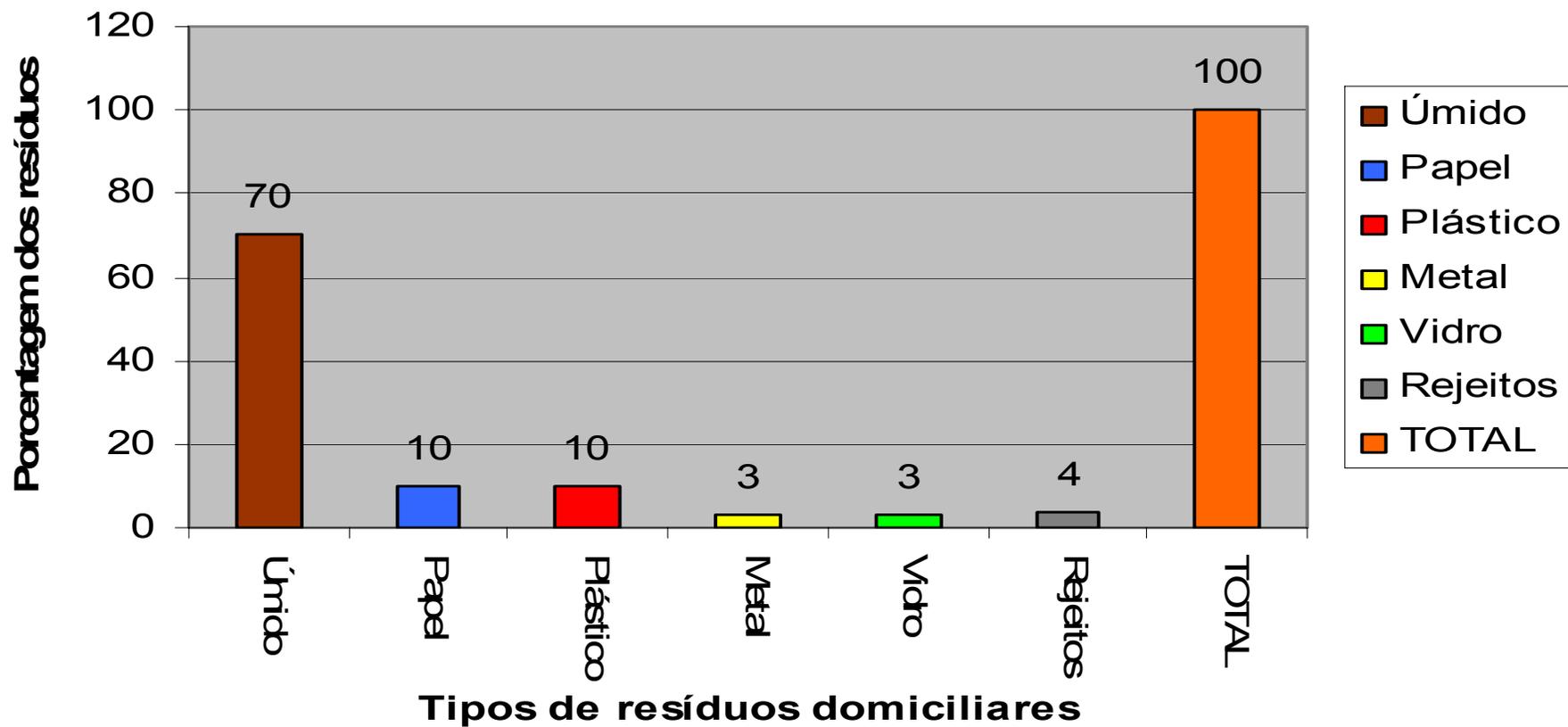
<b>Tipo de Resíduo</b>	<b>Classificação</b>	<b>Peso kg</b>	<b>Porcentagem %</b>
Restos de comida, frutas, verduras...	Putrescível	6,14	69,61
Plástico – PET, óleo, amaciante ...	Inerte	1,14	12,93
Papel – envelopes, folhas, jornal...	Inerte	1,04	11,79
Vidro – conserva, vasilhame, cerveja	Inerte	0,26	2,95
Metal – latas de conserva, óleo...	Inerte	0,24	2,72
<b>Total Geral em peso e porcentagem</b>		<b>8,82 kg</b>	<b>100%</b>

**Figura 46.** Tabela com a classificação qualitativa e quantitativa dos resíduos domésticos.

**Organização:** SANTOS, Flavio Costa, novembro /2006.

**Nota:** Os rejeitos estão embutidos nos resíduos plásticos, papel engordurado e outros materiais.

## Resíduos domiciliares em Ituiutaba



**Figura 47.** Gráfico da estratificação qualitativa e quantitativa dos resíduos domiciliares e seus percentuais - pesquisa de campo.  
**Organização:** SANTOS, Flávio Costa, novembro /2006.

## 5.8. O Aterro Sanitário de Ituiutaba

A partir do ano de 1999 a Prefeitura Municipal de Ituiutaba e a SAE iniciaram a busca de soluções para resolver esse problema por meio de projetos para a instalação de um aterro sanitário e a implantação de coleta seletiva de materiais recicláveis realizando reuniões de planejamento estratégico com diversos órgãos da sociedade civil organizada de Ituiutaba (MG) - (Figura 48).



**Figura 48.** Reunião de Planejamento Estratégico na Cooperativa, Ituiutaba (MG).  
**Fonte:** Superintendência de Água e Esgoto de Ituiutaba (MG) - novembro/2003.

Em relação à disposição final dos resíduos sólidos em Ituiutaba (MG), no início do ano de 2005, os resíduos ainda eram lançados a céu aberto no lixão. No lixão verificava-se uma disputa entre catadores e animais pelos resíduos ali dispostos. Estes resíduos estavam expostos sem nenhum cuidado especial de proteção ao meio ambiente ou aos seres vivos que ali se encontravam e que, após receber a “cata” era coberto com solo.

Ituiutaba (MG) ampliou sua atuação em Saneamento para o tratamento dos resíduos sólidos (lixo). Para tanto o aterro sanitário foi inaugurado em área próxima a ERPAI<sup>28</sup> para facilitar o tratamento do chorume gerado no aterro. O Projeto do aterro sanitário foi aceito em conjunto com a proposta do Programa Ituiutaba Recicla, de concepção moderna e em conformidade com a atual legislação ambiental.

O Aterro Sanitário de Ituiutaba, denominado de CTDFRS<sup>29</sup>, recebeu a licença de operação emitida pela Fundação Estadual do Meio Ambiente em dezembro de 2004. Entretanto, sua operação foi iniciada em dezembro de 2005 após a aquisição de equipamentos para o manejo dos resíduos e a contratação de empresa especializada para a execução dos serviços.

Em 2001, o Projeto do aterro sanitário proposto pela SAE foi premiado em 1º lugar entre projetos de outros 220 municípios de todo o Brasil. Com isso, ele recebeu verba de quatrocentos e quarenta e sete mil reais (R\$447.000,00), a fundo perdido, do Ministério do Meio Ambiente, para a sua implantação. Ainda com recursos do próprio município foram gastos em sua totalidade, na implantação do Aterro, aproximadamente um milhão de reais (R\$1.000.000,00). Para a escolha do local a ser utilizado para disposição final dos resíduos foram observados os seguintes itens:

- Boas condições de acesso para os veículos utilizados na coleta de lixo/resíduos durante todo o ano, inclusive no período de chuvas intensas;
- Leve declividade da área com solos pouco permeáveis, compactos e firmes;
- Um afastamento mínimo entre o local de disposição dos resíduos/lixo e a rodovia de acesso, de forma que não haja depósito de resíduos na beira da estrada e também obediência a uma distância mínima de 300 m de distância

---

<sup>28</sup> ERPAI – Estação de Recuperação e Preservação Ambiental de Ituiutaba, onde são tratados mais de 70% do esgoto de Ituiutaba.

<sup>29</sup> CTDFRS. Central de Tratamento e Destinação Final de Resíduos Sólidos de Ituiutaba. Denominação do Aterro Sanitário de Ituiutaba (MG).

de cursos d'água (Rio Tijuco) com vistas a minimizar os riscos de contaminação das águas superficiais e subterrâneas pelo chorume, gerado na massa de resíduos/lixo aterrado;

- O fato de o local possuir baixa densidade populacional;
- Não ter se instalado em áreas de erosão ou consideradas de proteção e preservação ambiental.

No ano de 2000, para a elaboração do projeto do aterro sanitário foi realizada a primeira pesquisa da composição física dos resíduos sólidos urbanos na cidade de Ituiutaba. Observou-se que a composição dos resíduos é semelhante à média do país, conforme Relatório de Controle Ambiental da Central de Tratamento e Destinação Final de Resíduos Sólidos de Ituiutaba (2000) da Figura 45.

A proposta da criação do aterro é a de receber os rejeitos, que hoje não tem valor comercial, bem como os resíduos orgânicos putrescíveis. No Aterro existe área específica para compostagem dos resíduos orgânicos e para processamento de restos de construção civil para posterior aproveitamento, bem como valas sépticas para armazenamento dos resíduos hospitalares.

No Aterro Sanitário de Ituiutaba não existe a esteira de separação de resíduos. O motivo para a não instalação da esteira é embasado no programa Ituiutaba Recicla. O programa tem forte fundamento sócio-cultural que, segundo a SAE, proporcionam o envolvimento da comunidade na separação de materiais. O aterro sanitário contempla dois (2) laboratórios, sendo um de operação e outro de pesquisa aberto à comunidade de desenvolvimento de estudo e pesquisa, e ainda guarita e balança, oficina e galpão para limpeza de caminhões, administração, equipamentos de apoio ao pessoal.

A área de tratamento dos resíduos possui galpão de materiais temporários, valas sépticas, pátio de compostagem, moagem para materiais de construção, plataforma do aterro e tratamento preliminar do chorume. O chorume (Figura 49), líquido altamente poluente produzido na decomposição do lixo putrescível, será tratado em duas fases. Inicialmente, em um reator anaeróbico de fluxo ascendente, na própria área do aterro. Em seguida, por meio de tubulação, seguirá em queda natural para a ERPAl, onde será finalizado o tratamento.



**Figura 49.** Chorume gerado no aterro municipal de Ituiutaba (MG), julho/2006.

A transformação do lixão em aterro sanitário trata-se do primeiro passo e uma pequena alternativa que possibilita a recuperação gradual da área atualmente utilizada (lixão). Atualmente, no aterro municipal ainda chegam resíduos secos que poderiam ser classificados, separados e encaminhados para a reciclagem. Sem falar nos resíduos úmidos, os quais poderiam ser destinados à compostagem e então desviados do aterro para que fosse prolongada a sua vida útil. Existe área física disponível no aterro sanitário para o seu crescimento pós-vida útil encerrada. Após o

esgotamento do espaço para deposição dos resíduos no aterro, ainda não se sabe o que será realizado na área. Quando estiver próximo ao encerramento da sua vida, deve ser realizado estudo para avaliar a situação do aterro sanitário. Embora exista a necessidade de se monitorar a emissão de gases e a geração do chorume por no mínimo dez (10) anos após o fim do aterro há indícios que o local possa se transformar em uma área de lazer, a exemplo de outros aterros. O custo de manutenção atual do aterro gira em torno de vinte e cinco mil reais (R\$25.000,00) ao mês.

### **5.8.1. O desvio dos resíduos orgânicos segundo o balanço de massa e o dimensionamento atual para o aterro sanitário conseguido com a logística existente**

De acordo com os dados disponibilizados pela Prefeitura, a partir de uma densidade aparente (massa específica) de  $170 \text{ Kg/m}^3$ , taxa de crescimento vegetativo de 1,65% ao ano e geração per capita de 0,450 kg/hab/dia tem-se uma estimativa de uso do aterro industrial até 2.024. De acordo com os dados do dimensionamento do aterro sanitário (Figura 50), estima-se que 60% dos resíduos gerados sejam conduzidos para o aterro sanitário. Espera-se que os resíduos possam ser encaminhados para sofrerem deposição, compostagem e tratamento no aterro. Entre os resíduos, destacam-se os: industriais, domésticos putrescíveis e os rejeitos que não são aproveitados na coleta diferenciada. Para os recicláveis o modelo aponta o caminho da coleta seletiva ou diferenciada. De acordo com o balanço de massa (Figura 51) tem-se de forma mensurada que 60 toneladas de resíduos por dia são enviadas para o aterro sanitário.

Ano	População	TON (T)	RESÍDUOS INDUSTRIAIS (M³)	RESÍDUOS GERADOS NA ETE (M³)	VOLUME TOTAL (M³)	COMPACTADO 1/3 (M³)	ACUMULADO COMPACTADO (M³)	PRODUÇÃO ACUMULADA NO ATERRO M³
2000	83.598	13.731	-	-	80.770	-	-	-
2001	84.977	13.958	-	-	82.103	-	-	-
2002	86.379	14.188	14.400	-	97.858	32.619	32.619	19.572
2003	87.805	14.422	14.400	-	99.235	33.078	65.698	39.419
2004	89.254	14.660	14.400	6.024	106.659	35.553	101.250	60.750
2005	90.726	14.902	14.400	-	102.058	34.019	135.270	81.162
2006	92.223	15.148	14.400	-	103.504	34.501	169.771	101.863
2007	93.745	15.398	14.400	-	104.974	34.991	204.762	122.857
2008	95.292	15.652	14.400	6.024	112.493	37.498	242.260	145.356
2009	96.864	15.910	14.400	-	107.988	35.996	278.256	166.953
2010	98.462	16.172	14.400	-	109.532	36.511	314.766	188.860
2011	100.087	16.439	14.400	-	111.102	37.034	351.800	211.080
2012	101.738	16.711	14.400	6.024	118.721	39.574	391.374	234.824
2013	103.417	16.986	14.400	-	114.319	38.106	429.480	257.688
2014	105.123	17.267	14.400	-	115.968	38.656	468.136	280.882
2015	106.858	17.551	14.400	-	117.644	39.215	507.351	304.410
2016	108.621	17.841	14.400	6.024	125.371	41.790	549.141	329.485
2017	110.413	18.135	14.400	-	121.079	40.360	589.501	353.700
2018	112.235	18.435	14.400	-	122.839	40.946	630.447	378.268
2019	114.087	18.739	14.400	-	124.628	41.543	671.990	403.194
2020	115.969	19.048	14.400	6.024	132.471	44.157	716.147	429.688
2021	117.883	19.362	14.400	-	128.296	42.765	758.912	455.347
2022	119.828	19.682	14.400	-	130.175	43.392	802.304	481.382
2023	121.805	20.006	14.400	-	132.085	44.028	846.332	507.799
2024	123.815	20.337	14.400	6.024	140.051	46.684	893.016	535.809
2025	125.858	20.672	14.400	-	136.001	45.334	938.349	563.010
2026	127.935	21.013	14.400	-	138.007	46.002	984.352	590.611
2027	130.045	21.360	14.400	-	140.047	46.682	1.031.034	618.620
2028	132.191	21.712	14.400	6.024	148.144	49.381	1.080.415	648.249
2029	134.372	22.071	14.400	-	144.227	48.076	1.128.491	677.095
2030	136.590	22.435	14.400	-	146.370	48.790	1.177.281	706.369

VOLUME ARMAZENÁVEL DE RESÍDUO M³

ACUMULADO M³



VIDA ÚTIL DA PRIMEIRA PLATAFORMA

73207

73207

VIDA ÚTIL DA SEGUNDA PLATAFORMA

205641

278848

VIDA ÚTIL DA TERCEIRA PLATAFORMA

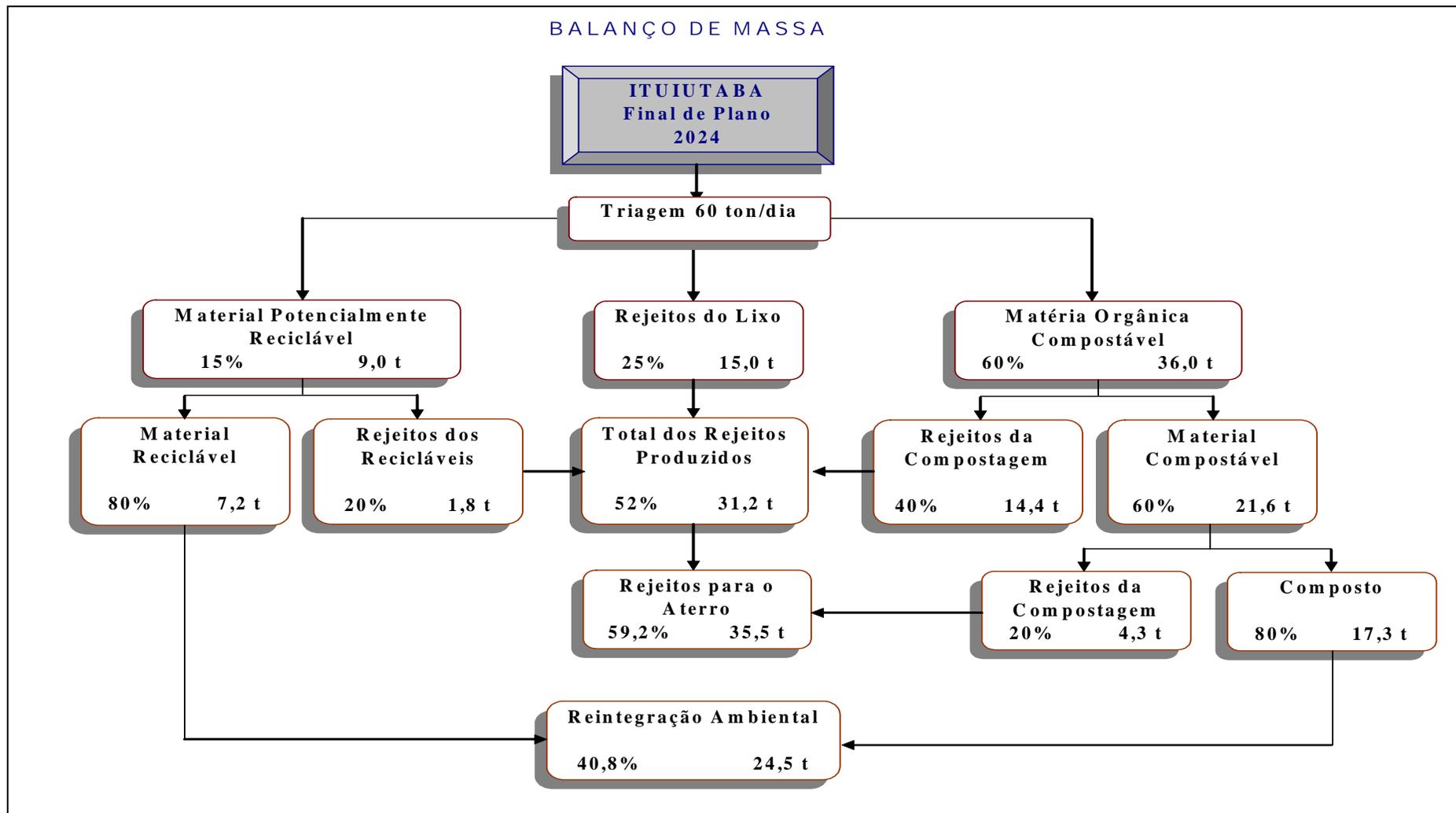
268042

546890

**Figura 50.** Tabela com os dados do dimensionamento para o Aterro de Ituiutaba sem logística reversa dos resíduos domiciliares.

**Fonte:** Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos de Ituiutaba (MG) – 2005.

Analisando-se de forma criteriosa as informações prestadas pela Prefeitura tem-se que os resíduos são divididos em domiciliares e industriais, na proporção de 45 e 15 toneladas, respectivamente.



**Figura 51.** Organograma do balanço de massa projetado pela prefeitura sem contemplar o desvio dos resíduos orgânicos putrescíveis.  
**Fonte:** Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos de Ituiutaba (MG) – 2005.

Do total das 60 toneladas geradas diariamente, segundo o balanço atual, tem-se 35,5 toneladas são consideradas “rejeitos” e atualmente sofrem o processo de deposição no aterro em valas específicas e que 24,5 toneladas são reintegradas ambientalmente ao meio na forma de reciclagem dos resíduos secos e de composto oriundo dos resíduos úmidos. Nota-se, porém, no aterro, que os resíduos domiciliares putrescíveis estão sofrendo o processo de deposição no aterro sem a devida preocupação com a sua compostagem. Ao que se constata, os resíduos de construção civil não estão sendo encaminhados para o aterro e os resíduos de poda e capina estão sendo depositados em locais específicos, no aterro, a fim de sofrerem decomposição natural.

Destaca-se ainda que o modelo não contempla a reintegração ambiental da matéria orgânica putrescível que sofre decomposição, bem como a liberação de gases para o meio.

## **6. RESULTADOS OBTIDOS ATRAVÉS DA COMPOSTAGEM COMO PROPOSTA PARA A LOGÍSTICA REVERSA E DESTINO FINAL DOS RESÍDUOS PUTRESCÍVEIS – EXPERIMENTOS NAS INSTALAÇÕES DA CEMIG DISTRIBUIÇÃO**

A compostagem é uma técnica milenar, praticada pelos chineses há mais de cinco mil anos. Nada muito diferente do que a natureza faz há bilhões de anos desde que surgiram os primeiros microorganismos decompositores. Seguindo o exemplo da floresta, onde observamos que cada resíduo, seja ele de origem animal ou vegetal, é reaproveitado pelo ecossistema como fonte de nutrientes para as plantas que, em

última análise, são o sustentáculo da vida terrestre. Quando procedemos a compostagem dos resíduos orgânicos putrescíveis estamos promovendo a sua logística reversa, seguindo as regras da natureza e destinando corretamente nossos resíduos úmidos. No espaço urbano existe a crença de que os resíduos devem ser recolhidos pela Prefeitura e despejados em algum local onde possa impactar o meio ambiente. Esta realidade, dentro da Cemig D está sendo mudada.

### **6.1. A implantação da composteira piloto na Cemig Distribuição**

A realidade de que a disposição, tratamento e responsabilidade sobre o “resíduo doméstico”, no espaço urbano, deva ser somente responsabilidade do poder público está sendo mudada.

A “vermicompostagem ou Barril ecológico<sup>30</sup>” tem, como principal precursor, a minhoca. A minhoca ingere terra e matéria orgânica equivalente ao seu próprio peso e digere e expele cerca de 60% do que comeu sob a forma de excrementos (húmus), em muito menos tempo que a natureza. A minhoca recicla, assim, restos de comida e outra matéria orgânica, produzindo um adubo orgânico muito rico em flora bacteriana (cerca de 2 milhares de bactérias vivas e ativas, por cada grama de húmus produzido).

---

<sup>30</sup> Vermicompostagem ou Barril ecológico. "Consiste basicamente em uma decomposição aeróbica a quente dos componentes orgânicos dos resíduos, até se obter um produto sólido relativamente estável, semelhante ao húmus, que se conhece como compost" (Diccionario de la Naturaleza, 1987). "Método de tratamento dos resíduos sólidos (lixo), pela fermentação da matéria orgânica contida nos mesmos, conseguindo-se a sua estabilização sob a forma de um adubo denominado 'composto'. Na compostagem normalmente sobra cerca de 50% de resíduos, os quais devem ser adequadamente dispostos" (Batalha, 1987).

Do artigo 'A minhoca na agricultura' (site: revista educação ambiental) extraem-se alguns parâmetros:

A decomposição, realizada pelas minhocas, tem a capacidade de devolver para a terra cinco vezes e meio mais azoto, duas vezes mais cálcio, duas vezes e meio mais magnésio, sete vezes mais fósforo e onze vezes mais potássio do que contém o solo do qual se alimenta.

Para a implantação e desenvolvimento deste novo modelo de gestão de resíduos sólidos, a CEMIG Distribuição vem realizando estudos desde o ano de 2003, sendo que, em 2004 e 2005, foram implantadas 03 (três) composteiras: uma em Ituiutaba (MG) e duas em Uberlândia.

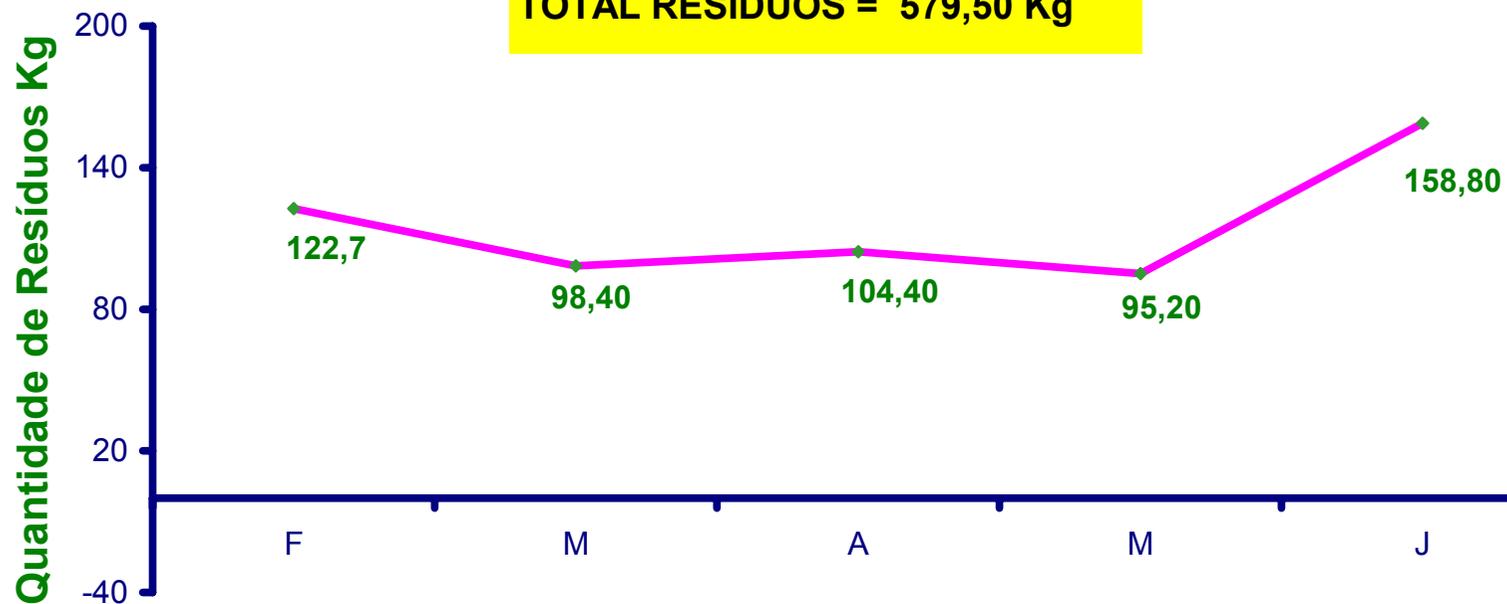
As Composteiras instaladas são feitas de alvenaria e seus tamanhos são adequados à quantidade de resíduos gerados em cada instalação. Em todos os casos, todos os resíduos orgânicos putrescíveis gerados no âmbito das instalações da distribuidora são encaminhados para a composteira até a sua transformação em húmus através da compostagem, que tem como principal precursora a minhoca e que perdura em média, noventa (90) dias. Quando se colocam os resíduos em local cimentado e sem a utilização das minhocas o processo de transformação dos resíduos putrescíveis fica mais lento e há necessidade de um período superior a (90) para a obtenção do mesmo húmus.

Durante os meses de fevereiro a junho de 2005 levantou-se a quantidade de resíduos orgânicos putrescíveis gerados nas instalações da Cemig Distribuição, cidade de Ituiutaba (MG). De um total de 579,50 kg gerados, obteve-se 179 kg de húmus, ao final do período de maturação do composto. Toda a grande massa restante, grande parte formada por água, evaporou, conforme Figura 52. Os dados apurados nos mostram que quase 69,11% dos resíduos inseridos na composteira desaparecem e o restante, 30,89% ficam disponíveis para serem reintegrados ao ambiente na forma de húmus ao final do processo de decomposição. Ressalta-se ainda, que os quase 31% de húmus quantificados possuem em sua composição

pouco mais de 60% de umidade, conforme descrito na Figura 54, em seu item referente à umidade total. A manutenção da umidade no composto se faz necessária para que as minhocas possam estar presentes. Porém, para inserir o produto no mercado e prover a sua comercialização há de se proceder a sua secagem, fazendo com que o seu peso venha sofrer uma redução para o percentual dos 15 a 20% no composto.

**TOTAL DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS GERADOS NA COMPOSTEIRA  
CEMIG EM ITUIUTABA - 2005**

**TOTAL RESÍDUOS = 579,50 Kg**



**Figura 52.** Quantidade de resíduos orgânicos putrescíveis gerados na Cemig Distribuição de Ituiutaba de fevereiro a junho de 2005.  
**Organização:** SANTOS, Flavio Costa /2005.

# UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Av. Amazonas, S/N Bloco 4C Sala 102 - Campus Umuarama  
Fone: (034)3218-2225 ramais:215/236/223 Fax: (034)3218-2225 ramal: 217  
**LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE SOLO, FOLHA,  
FERTILIZANTE E CALCÁRIO**

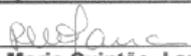
## LAUDO DE ANÁLISE DE MATERIAL ORGÂNICO

CONTROLE DO LABORATÓRIO: 1197  
NOME : FLAVIO DA COSTA SANTOS  
SOLICITANTE : FLAVIO DA COSTA SANTOS  
LOCAL : UBERLÂNDIA -MG  
IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA : COMPOSTEIRA UDI  
DATA : 22/02/06

ANÁLISES	UNIDADE	BASE SECA-110°C	UMIDADE NATURAL
PH CaCL2 0,01M (Ref. 1:2,5)	PH	---	7,2
Densidade	g/cm <sup>3</sup>	---	0,716
Umidade perdida à 60-65°C	%	---	60,31
Umidade perdida entre 65° e 110°C	%	---	2,44
Umidade Total	%	---	62,74
Materiais Inertes	%	---	0,00
Nitrogênio Total	%	1,94	0,72
Mat. Orgânica Total (Combustão)	%	47,60	17,73
Mat. Orgânica Compostável (Titulação)	%	38,56	14,37
Mat. Orgânica resistente à Compostagem	%	9,04	3,37
Cabono Total (orgânico e mineral)	%	26,44	9,85
Cabono Orgânico	%	21,42	7,98
Resíduo Mineral Total	%	53,71	20,01
Resíduo Mineral Insolúvel	%	30,44	11,34
Resíduo Mineral Solúvel	%	23,27	8,67
Relação C/N (C Total e N Total)	---	14 /1	14 /1
Relação C/N (C Orgânico e N Total)	---	11 /1	11 /1
Fósforo (P2O5 Total)	%	4,48	1,67
Potássio (K2O Total)	%	1,05	0,39
Cálcio (Ca Total)	%	4,04	1,50
Magnésio (Mg Total)	%	0,91	0,34
Enxofre (S Total)	%	0,51	0,19
Boro (B Total)	mg/kg	35	13
Cobre (Cu Total)	mg/kg	760	283
Ferro (Fe Total)	mg/kg	9379	3494
Manganês (Mn Total)	mg/kg	962	359
Zinco (Zn Total)	mg/kg	604	225
Sódio (Na Total)	mg/kg	820	306

(\*\*) Elemento não analisado

Obs: Resultados em mg/kg divididos por 10000 = %

  
**Eng. Agr. Regina Maria Quintão Lana**  
Responsável Técnico  
CREA 50247/D

**Figura 53.** Tabela contendo o laudo de análise do húmus oriundo da Composteira.  
**Fonte:** Laboratório de Solos da Universidade Federal de Uberlândia.  
**Organização:** SANTOS, Flavio Costa, fevereiro/2006.

## 6.2. Características básicas da composteira

A definição do local onde será construída a composteira se caracteriza como uma etapa de fundamental para o sucesso do projeto. A opção deve ser dada por um local de preferência sombreado, protegido de ventos intensos e, em sua ausência, deve-se decidir por instalar uma cobertura removível, quando possível, a fim de evitar o ressecamento da massa que sofrerá a decomposição.

Atenção especial deve ser dada à facilidade de acesso, a disponibilidade de água para molhar as pilhas e à necessidade do solo possuir boa drenagem.

A principal função da composteira é transformar todo material orgânico putrescível em adubo natural, ou seja, húmus. Além do húmus, como função secundária pode-se produzir minhocas. Este processo envolve transformações extremamente complexas de natureza bioquímica promovidas por milhões de microorganismos do solo que têm na matéria orgânica "*in natura*"<sup>31</sup> sua fonte de energia, nutrientes minerais e carbono. Por essa razão, uma pilha de composto não é apenas um monte de lixo orgânico empilhado ou acondicionado em um compartimento. É um modo de fornecer as condições adequadas aos microorganismos para que esses degradem a matéria orgânica e disponibilizem nutrientes na forma de composto para as plantas. Cientificamente falando, o composto é o resultado da degradação biológica da matéria orgânica, em presença de oxigênio do ar, sob condições controladas pelo homem. Os produtos do processo de decomposição são: gás carbônico, calor, água e a matéria orgânica "compostada". O composto possui nutrientes minerais, tais como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, que são assimilados em maior quantidade pelas raízes, além de ferro, zinco, cobre, manganês, boro e

---

<sup>31</sup> In natura. Literalmente, "em sua própria natureza", isto é, sem alteração. É como qualificarmos os despejos poluentes lançados no ambiente sem qualquer tipo de tratamento, ou seja, "ao natural".

outros que são absorvidos em quantidades menores e, por isto, denominados de micro nutrientes. Quanto mais diversificados os materiais com os quais o composto é feito, maior será a variedade de nutrientes que poderá suprir. Os nutrientes do composto, ao contrário do que ocorre com os adubos sintéticos, são liberados lentamente, realizando a tão desejada "adubação de disponibilidade controlada". Em outras palavras, fornecer composto às plantas é permitir que elas retirem os nutrientes de que precisam de acordo com as suas necessidades ao longo de um tempo maior do que teriam para aproveitar um adubo sintético e altamente solúvel, que é arrastado pelas águas das chuvas.

A instalação da composteira apresenta procedimentos de instalação simples. Deve-se fazer mais de um Box, de tamanho: 1 x 1x 2m (tamanho aconselhável), para que se possa conseguir revirar o material. Revirando o material, deve-se tentar fazê-lo sem passá-lo para o outro lado (Box) da composteira. A quantidade de Box, a ser definida pelo usuário, varia em função da quantidade de resíduos orgânicos que são gerados nas instalações. Os Boxes (Figura 54) são feitos de alvenaria e podem ser rústicos ou com acabamento (rebocados e pintados).



**Figura 54.** Composteira produzindo húmus na Cemig D. Uberlândia (MG), maio/2005.

Um outro fator também importante na construção da composteira, independentemente do tamanho e forma, é que ela permita a circulação de ar (principalmente pelas laterais) e comporte cerca de  $1\text{m}^3$  de resíduos. Se for muito alta, maior que 1,5 m, o peso do material deixará a base compactada demais, dificultando o revolvimento e impedindo uma aeração adequada. Se o monte possuir tamanho inferior a 1 metro de altura e de largura, perderá calor e umidade. Se a largura ultrapassar 1,5 m, o ar não penetrará no interior do composto. O piso da composteira não deve ser cimentado a fim de permitir o contato com a terra.

De acordo com as disponibilidades de materiais e a criatividade de cada um, podem ser construídos outros tipos de recipientes para compostagem, desde que sejam respeitadas as regras anteriormente citadas.

### **6.3. Principais resíduos e critérios de utilização da composteira**

Entre os principais resíduos orgânicos putrescíveis utilizados na composteira, podemos citar: restos de alimentos e sobras de comida, cascas de frutas e legumes, folhas e galhos, folhas de hortaliças, cascas de ovos, de leite, de farinha, palitos, guardanapos, serragem e pedaços de madeira, borra de café, flores murchas, saquinhos de chá, grama cortada, poeira de varrição, insetos mortos, esterco, ossos e caroços, bagaço de cana, palhada, estrume, qualquer substância que seja parte de animais ou plantas: pêlos, lãs, couros, algas e qualquer outro resto orgânico. Quanto mais variados e mais picados (fragmentados) os componentes usados, melhor será a qualidade do composto e mais rápido o término do processo de compostagem.

Para formar os montes foram intercaladas camadas de folhas e capim com uma camada de detritos de cozinha. Foram criadas camadas superpostas, até que o monte atingisse a altura máxima de 1m. Se houver disponibilidade de esterco de animais, deve-se formar camadas adicionais com ele, o que irá melhorar muito a qualidade do produto final. O monte foi criado de modo que a parte superior estivesse quase plana para evitar a perda de calor e a umidade. Tomou-se o cuidado para evitar a formação de "poços de acumulação" das águas das chuvas. Sobras de leite e o sangue retirado da limpeza das carnes também podem ser aproveitados, diluídos com mais água e regando a composteira com o objetivo de favorecer a atividade microbiana, acelerando o processo.

Caso ocorra a proliferação de ratos, deve-se utilizar um pouco de cal em cima dos restos de comida. O monte de resíduos foi regado para umedecer a camada de cobertura mais seca. Em época de chuva, deve-se cobrir a composteira com tábuas, telhas ou plástico para não encharcar. Essa cobertura também protege o monte do sol direto. De 2 em 2 dias (ou de 3 em 3) areje bem o monte, passando todo o material de um lado para o outro com um garfo. O revolvimento manual da pilha gera trabalho e deve ser feito de acordo com a disponibilidade de mão-de-obra do local. Recomenda-se a utilização dos equipamentos de proteção individual (luvas, máscara, botina) para o revolvimento dos resíduos.

Após estes revolvimentos, o material esquentava, chegando a uma temperatura, no núcleo do monte, próxima a 65 graus Celsius – o que dificulta deixar a mão no meio do monte por muito tempo. Notou-se a exalação de vapor quente que sai do monte, indicando que a decomposição está ocorrendo corretamente quando do seu revolvimento. Com o aquecimento, há a inativação de grande parte de patógenos (protozoários, helmintos, coliformes) e também de sementes presentes na matéria

orgânica. Isso acontece pela alta temperatura e pelo tempo de exposição. Em qualquer momento pode-se adicionar mais material orgânico na composteira.

O primeiro monte deve ainda ser revirado e regado, por cerca de 2 (dois) meses. Do 2º mês ao o 3º mês, deve-se ter o cuidado de repor a umidade uniformemente pelo monte, sempre que necessário, evitando o seu encharcamento. É importante manter sempre a umidade adequada, entre 40% e 60%, ou seja, de modo que, quando apertado um punhado de composto na mão, pingue. No período sem chuvas, deve-se cuidar para que não seque, regando por cima, cada dia um pouco. Se ocorrerem chuvas fortes e por um longo período, é bom cobrir o composto, enquanto chove, com plásticos seguros por tijolos ou pedras e/ou outro tipo de cobertura. O reviramento da pilha faz perder o excesso de umidade. No verão, se o composto estiver a pleno sol, é bom cobri-lo com folhagens para evitar o excesso de evaporação de água.

Os pequenos canais, ou poros, feitos pelas minhocas, formigas, larvas e outros inúmeros insetos, servem para circular o ar, a água e também a penetração das raízes das plantas.

Após 90 dias, o composto deverá estar pronto. O material será um composto, pronto para ser usado, se o monte:

- \* Tiver cor marrom café e cheiro agradável de terra vegetal úmida (terra de floresta);
- \* Estiver homogêneo, e não der para distinguir os restos, ou seja, os materiais usados formarem uma massa escura na qual não se diferencia um material do outro;
- \* Não esquentar mais, mesmo após o revolvimento.

Uma forma simples de se verificar a maturação do composto é misturando uma porção dele em um copo de água. Irá ocorrer um desses fenômenos:

\* O líquido, depois de revolvido, fica escuro como se fosse uma tinta preta e tem partículas em suspensão, mostrando que o composto está curado, pronto para uso;

\* A água não for colorida pelo material colocado e ele se depositou no fundo do copo, indicando que o processo de compostagem ainda não terminou e deve-se esperar mais para utilizar o composto.

Uma vez pronto, ou seja, quando o composto estiver maduro, ele não deve ficar exposto à ação do tempo. Enquanto não for utilizado, deve permanecer umedecido e protegido do sol e da chuva.

Contudo, existem alguns materiais que não devem ser usados na compostagem, que são: lixo de banheiro, madeira tratada com pesticidas contra cupins ou envernizadas, vidro, metal, óleo, tinta, couro, plástico e papel, que, além de não serem facilmente degradados pelos microorganismos, podem ser transformados através da reciclagem industrial ou serem reaproveitados em peças de artesanato. A fabricação do composto imita este processo natural, porém com resultado mais rápido e controlado.

O húmus, produto resultante da decomposição, é utilizado, na própria unidade onde é produzido, para adubar as plantas dos jardins, vasos, hortas, árvores, mudas em geral e também doado para o quadro de pessoal da empresa para uso particular.

#### **6.4. Utilização e vantagens do húmus como adubo natural**

Fornecer composto às plantas é permitir que elas retirem os nutrientes de que precisam de acordo com as suas necessidades ao longo de um tempo maior do que teriam para aproveitar um adubo sintético e altamente solúvel, que é arrastado pelas águas das chuvas.

Outra importante contribuição do composto é que ele melhora a "saúde" do solo. A matéria orgânica compostada se liga às partículas (areia, limo e argila), formando pequenos grânulos que ajudam na retenção e drenagem da água e melhoram a aeração. Além disso, a presença de matéria orgânica no solo aumenta o número de minhocas, insetos e microorganismos desejáveis, o que reduz a incidência de doenças de plantas.

Abaixo, as principais vantagens da utilização do húmus como adubo natural, segundo o artigo "A compostagem doméstica, Disponível em: <http://bioterra.blogspot.com/2005/07/compostagem-domstica.html>":

- Não ser agressivo para o ambiente, ser fonte de nutrientes para as plantas, especialmente de azoto, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, tornando-se um condicionador de solo, que pode ser usado em vasos, hortas e jardins;
- Reduzir a quantidade de lixo destinada ao lixão ou aterro da cidade e, portanto, a poluição ambiental;
  - Contribuir para evitar a venda irregular de "terra preta", muitas vezes retirada ilegalmente das nossas matas;
- Consumir menos sacos para lixo, diminuindo os riscos de atrair animais para sua lixeira e facilitando a coleta municipal;
- Dando bom exemplo na destinação de parte dos resíduos orgânicos putrescíveis e ajudar a convencer outras pessoas a não queimar folhas e restos, poluindo o ar, incomodando a vizinhança e prejudicando nossa saúde.
- Controle da toxicidade do solo, corrigindo excessos de alumínio, ferro e manganês;
- Contribuição para um pH<sup>32</sup> mais favorável ao desenvolvimento das plantas;
- Redução da lixiviação<sup>33</sup> e volatilização dos nutrientes das plantas;
- Entrada de água e ar facilitada;
- Proporciona drenagem controlada e evita encharcamento no solo;
- Alteração da estrutura do solo, suavizando efeitos de erosão, compactação, impermeabilização e desertificação;
- Promoção da agregação de solos arenosos;
- População microbiana fixadora de azoto abundante;
- Aumento da resistência das plantas a pragas e doenças;
- Absorção favorecida dos nutrientes pelas raízes das plantas;

---

<sup>32</sup> pH. Em química, a medida quantitativa da acidez ou basicidade (alcalinidade) de uma solução líquida. A medida da acidez ou alcalinidade de um material líquido ou sólido. É representado em uma escala de zero a 14 com o valor 7 representando o estado neutro, o valor zero o mais ácido e o valor 14 o mais alcalino (The Work Bank, 1978).

<sup>33</sup> Lixiviação. "Processo que sofrem as rochas e solos, ao serem lavados pela água das chuvas (...) Nas regiões inter-tropicais de clima úmido os solos tornam-se estéreis com poucos anos de uso, devido, em grande parte, aos efeitos da lixiviação" (Souza, 1973).

- Aplicação possível em contato direto com raízes, não queimando plantas novas.

## 6.5. Funcionamento da vermicompostagem

A importância das minhocas para a fertilização e recuperação dos solos já era reconhecida pelo filósofo Aristóteles, que definia estes seres como "arados da terra", graças à sua capacidade de escavar os terrenos mais duros. Os antigos egípcios atribuíam poderes divinos às minhocas, protegendo-as por lei. A grande fertilidade do solo do vale do Nilo deve-se não só à matéria orgânica depositada pelas enchentes do rio Nilo, como também à sua humificação pelas minhocas que ali proliferam em enormes quantidades. O valor das terras às margens do Rio Nilo era dado de acordo com a quantidade de minhocas existentes no terreno (Artigo: A minhoca na agricultura).

A minhoca, animal extremamente útil para a decomposição dos resíduos orgânicos, passa quase todo o seu ciclo de vida debaixo da terra melhorando as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo: perfura-o, formando galerias subterrâneas e descompacta-o. Todo este processo, contínuo e silencioso, acontece em etapas, nas quais fungos, bactérias, protozoários, minhocas, besouros, "tatuzinhos" de jardins, piolhos de cobra, lacraias, formigas e aranhas decompõem as fibras vegetais e decompõem a matéria orgânica, tornando os nutrientes presentes disponíveis para as plantas na forma de húmus, que torna o solo fofo e armazena água. Os microorganismos produzem, ainda, substâncias que ajudam as culturas a crescer e a se defenderem de pragas e doenças. Os microorganismos do solo são como uma usina transformadora: decompõem a matéria orgânica

produzindo ácidos que dissolvem os nutrientes do solo como fósforo e potássio. Até mesmo o nitrogênio é retirado do ar por bactérias e dado de graça às plantas pelos nossos "amigos invisíveis". Porém, para que tudo isso aconteça, é preciso que exista a matéria orgânica no chão na forma de "mulche" (cobertura morta).

Os "bichinhos" são inofensivos e não se espalham para além do monte. Quando o composto estiver pronto, caso haja necessidade de ensacá-lo para doar ou vender, deve-se peneirá-lo antes, devolvendo-os ao monte, para que eles possam continuar os trabalhos de decomposição.

Os materiais orgânicos em decomposição, seja esterco, lixo ou lodos residuais, não emitirão nenhum odor a partir de vinte a trinta e seis (20 a 36) horas posteriores à colocação das minhocas em quantidade adequada.

Logo, a vermicompostagem, isto é, a compostagem realizada quase exclusivamente por minhocas, surge como opção simples de reciclar os restos de resíduos orgânicos putrescíveis e de obter húmus com excelentes propriedades.

## **6.6. Análise físico-química e viabilidade agrícola do uso do húmus**

O húmus é matéria orgânica homogênea e estabilizada, de cor escura e rica em partículas coloidais, pronta para ser utilizada como composto orgânico. Sua aplicação melhora as características físicas, químicas e biológicas do solo, configurando-se numa alternativa simples e de baixo custo para ser utilizada em diversas culturas.

Ao se analisar o composto oriundo das composteiras deve se ter preocupação de estarem ausentes as seguintes substâncias: agentes fitotóxicos, agentes patogênicos ao homem, aos animais e às plantas; metais pesados (ausência de

metais pesados em quantidades que possam ocasionar impactos ambientais ao meio ambiente e a sua bio-acumulação indesejada nos vegetais para o consumo humano); agentes poluentes; pragas e ervas daninhas. Quando do processo de decomposição do composto há a liberação de grande energia e calor do composto, chegando à temperatura de 65 graus Celsius em seu núcleo. Este calor liberado provoca a quebra enzimática dos microorganismos, fazendo com que os mesmos se tornem inativos.

Abaixo, o resultado, prático e comentado, do laudo da análise do composto orgânico (Figura 53) emitido pelo laboratório de Solos da Universidade Federal de Uberlândia. Os dados da análise são comparados em termos de macro e micro nutrientes com os 5 parâmetros de maior relevância que um composto orgânico deve possuir.

I. Matéria orgânica total, com valor = mínimo de 40%, com tolerância = menos 10%.

Em relação à quantidade de matéria orgânica de base seca, temos o percentual de 47,6%, maior que o mínimo exigido de 40% para o composto neste quesito.

II. Nitrogênio total, com valor = mínimo de 1,0%, com tolerância = menos 10%.

Tem-se o valor de 1,94%, o que mostra quase o dobro do mínimo exigido de nitrogênio total.

III. Relação NPK total, com valor = mínimo de 6%.

Em relação à soma dos macro-nutrientes: fósforo ( $P_2O_5$ ), nitrogênio (N) e potássio ( $K_2O$ ) têm-se, mais uma vez, uma surpresa agradável em relação ao mínimo dos 6% exigidos. Com os valores: ( $P_2O_5$  - 4,48%), (N - 1,94%) e ( $K_2O$  - 1,05) o que totaliza 7,47%, acima do mínimo de 6%. O que demonstra uma boa concentração de nitrogênio no composto.

IV. Relação C/N = com valor = máximo de 18/1, com tolerância = 21/1.

Na relação carbono/hidrogênio – C/N – que traduz em quanto mais fácil os nutrientes são liberados para o solo e vão se decompor mais rápido e, assim satisfazer as necessidades das plantas, tem-se a relação 14/1. Levando-se em consideração, que quanto mais baixa a relação C/N melhor, temos, para um ótimo composto, a relação máxima aceitável de 18/1. Logo, o composto tem muita facilidade de se decompor e atender as necessidades de carbono e nitrogênio dos vegetais que dele farão uso.

V. Índice de pH<sup>23</sup> = com valor = mínimo de 6,0 com tolerância = menos 10%.

Os nossos solos do cerrado, normalmente são ácidos com pH<sup>23</sup> em torno de 4,5 a 5,5 necessitando de se proceder à correção do solo para que possam produzir alimentos. O composto possui pH<sup>23</sup> de 7,2, ou seja, é um composto alcalino, o que lhe dá características benéficas para correção do nosso solo onde for utilizado como adubo.

O composto apresenta um alto peso molecular e baixa densidade, ou seja, 1grama apresenta 0,7 cm<sup>3</sup>, em comparação à água que apresenta a relação 1grama apresenta 1,0 cm<sup>3</sup>.

O húmus apresenta algumas vantagens em relação ao composto inorgânico, como menor lixiviação dos seus constituintes, principalmente em solos arenosos.

Caso os resíduos vegetais estejam secos, faz-se necessário irrigar sem, contudo, encharcar.

O composto orgânico pode ser aplicado diretamente ou incorporado ao solo, usado próximo a sementes, mudas ou plantas adultas, pois não ocasiona nenhum dano ou impacto ambiental negativo.

A fabricação e utilização do composto orgânico é muito simples e de baixo custo se configurando numa excelente alternativa para moradores e familiares que cultivam hortaliças, pomares e jardins.

Em linhas gerais, pode-se constatar que o composto apresenta bom potencial de uso para produção de variadas plantas e hortaliças por apresentar uma boa constituição de macro e micro nutrientes.

## **6.7. Análise econômica da implantação e utilização da composteira**

A análise de viabilidade econômica da construção e instalação da composteira piloto na CEMIG Distribuição teve como base o porte e tamanho de cada composteira implantada. Seu porte e tamanho físico estão relacionados diretamente à quantidade de resíduos gerados nas instalações onde seria implantada.

Entre os anos de 2003 e 2005 foram feitos investimentos na ordem de R\$7.300,00 (sete mil e trezentos reais). Inicialmente investiu-se R\$1.500,00 (hum mil e quinhentos reais) para a composteira de Ituiutaba, com 3 (três) boxes, R\$5.000,00 (cinco mil reais) para a composteira de Uberlândia localizada no Centro Regional Integrado de Uberlândia (CRIU), com 10 (dez) boxes e de R\$800,00 (oitocentos reais) para a construção de 2 (dois) boxes para a composteira da agência de atendimento de Uberlândia. Todos os valores citados referem-se à parte de mão-de-obra e materiais gastos na construção, em alvenaria, dos boxes.

Em referência aos custos operacionais, destacam-se somente os custos de revolvimento dos resíduos durante a formação do composto. O custo operacional pode ser ínfimo quando se tem e se pode usar a mesma mão-de-obra que realiza a conservação e limpeza dos jardins e/ou área verde da instalação. Ratifica-se que a necessidade da mão-de-obra se dará por não mais que 4 horas semanais. Anteriormente à instalação da composteira a mão-de-obra existente tinha a

finalidade de tão-somente encaminhar os resíduos gerados, em sacos plásticos, para a rua a fim de serem encaminhados para o lixão e aterro municipal.

Além dos custos citados, há de se contabilizar, ainda, os gastos iniciais efetuados com uma peneira e um garfo para a separação e revolvimento dos resíduos, respectivamente. Caso não se tenha um local sombreado, há necessidade de adquirir telhas e madeiras para fazer uma cobertura simples, de modo a ser removível, para os boxes dos resíduos.

Ressalta-se, por fim, a existência de pequenos custos com água, a fim de manter a umidade no monte de resíduos.

## **7. MODELO PRÓ-ATIVO PARA A GESTÃO DA LOGÍSTICA REVERSA EM ITUIUTABA**

### **7.1. Extrapolação e caminhos, para o município de Ituiutaba, em direção à necessidade da compostagem dos resíduos orgânicos putrescíveis**

As tecnologias de tratamento dos resíduos: incineração, digestão anaeróbica, separação pós-coleta ou compostagem visam desviar os resíduos dos aterros, seguindo uma tendência mundial, a fim de prolongar a sua vida útil. Misturar os resíduos na fonte e depois compactá-los durante o transporte, via coleta tradicional, para depois tentar separá-los, apresenta-se para o momento atual, apenas um modelo de gestão esgotado que não prioriza o desvio do aterro, um contra-senso técnico e administrativo. A compostagem dos resíduos orgânicos putrescíveis permite finalizar o

ciclo da matéria orgânica mostrando-se como uma solução ambientalmente correta e traz consigo imensas vantagens, já abordadas anteriormente, em relação ao modelo atual de aterramento dos resíduos.

O princípio do modelo pró-ativo para a gestão e a logística reversa dos resíduos orgânicos putrescíveis formula uma filosofia de gestão moderna que passa pela separação, na fonte geradora, dos resíduos na forma diferenciada, ou seja, os resíduos devem ser selecionados pela população em secos e úmidos, sendo este, o maior desafio, o de separar e manter o material selecionado na origem até o envio para a ciclagem dos materiais. A SAE e a Prefeitura de Ituiutaba realizaram o trabalho básico de educação ambiental “porta a porta” explicando à população a necessidade da coleta seletiva e da coleta diferenciada. Para que a proposta do novo modelo de logística reversa obtenha êxito é de fundamental importância a participação da população.

Com a implantação desse novo modelo a população deve ser re-orientada na forma como proceder para que a compostagem dos resíduos úmidos seja realizada. Logo após, tomadas as ações descritas acima, os resíduos orgânicos putrescíveis podem seguir dois caminhos distintos: serem compostados pela própria população em seu local de origem e/ou serem encaminhados para a nova coleta<sup>34</sup>. Sendo compostadas pela própria população, a mesma pode-se basear na experiência realizada e comprovada nas instalações da Cemig Distribuição de Ituiutaba e Uberlândia, descrita no capítulo anterior. Dessa forma, se obteria as vantagens já delineadas de se ter um adubo orgânico de baixo custo e de alta qualidade (húmus). Sendo encaminhados para a nova coleta, os resíduos seriam encaminhados para local específico no aterro municipal, onde seria realizada a sua compostagem e não mais o seu aterramento.

---

<sup>34</sup> Nova coleta – proposta de logística reversa para que a coleta realizada pela prefeitura possa apanhar pela cidade somente os resíduos úmidos e não mais os resíduos secos que seriam encaminhados para a cooperativa ou para os varejistas da logística reversa.

Destarte, os resíduos úmidos que lá chegarem, não mais estariam misturados aos resíduos secos. Com esta atitude de prover a compostagem teríamos uma redução drástica do material a ser aterrado, passando das atuais 35,5 toneladas (Figura 51) – 59% das 60t/dia de resíduos produzidos em Ituiutaba) para 10,32 toneladas (Figura 55) – 17% das 60t/dia de resíduos produzidos em Ituiutaba (MG). Desse modo, a reintegração ambiental dos resíduos, proposta no modelo pró-ativo de logística reversa, mediante métodos de gestão (Figura 55), de 82,8% se assemelha aos 81,8% indicados e citados por (FEHR et. al, 1998) para a cidade de Uberlândia (MG).

BALANÇO DE MASSA NA LOGÍSTICA REVERSA - RESÍDUOS DOMICILIARES E INDUSTRIAIS EM ITUIUTABA

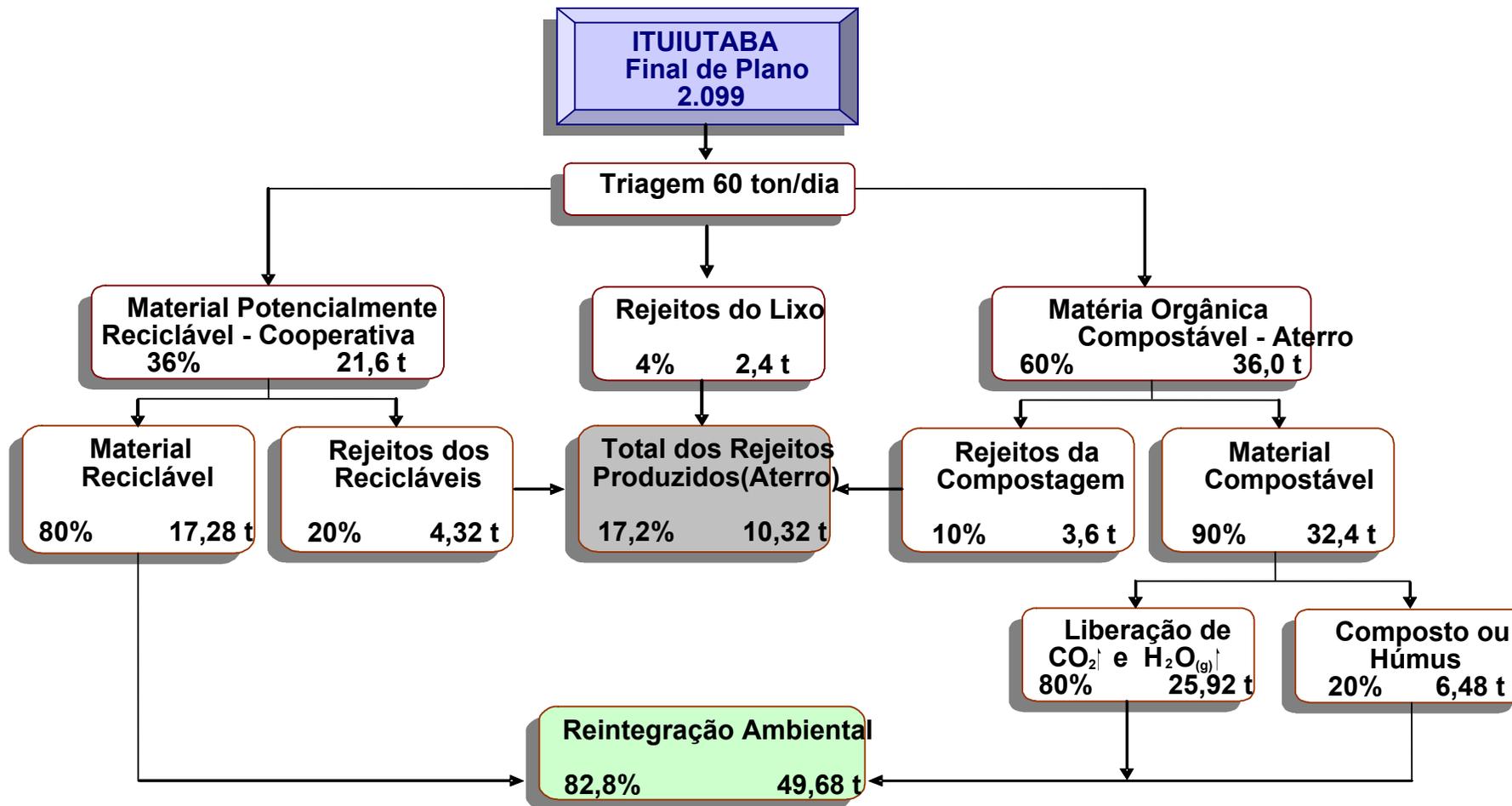


Figura 55. A proposta de balanço de massa do aterro na logística reversa – o desvio dos resíduos orgânicos putrescíveis.  
 Organização: SANTOS, Flavio Costa e FEHR, Manfred, novembro /2006.

Analisando a Figura 50, vê-se que os valores, agora anuais, da coluna de “produção acumulada no aterro em m<sup>3</sup>”, que é de 60% do que descreve a coluna “acumulado compactado em m<sup>3</sup>”, não considera os desvios da compostagem e nem da reciclagem dos resíduos. Ratifica o percentual de 59,2%, aproximado dos 60% descritos, citado na Figura 51 para o aterramento dos resíduos, que é diária.

Para que o projeto possa ter êxito faz-se mister promover propagandas na mídia televisiva e escrita. Não obstante, deve-se prover a reeducação ambiental da população tijuicana para esse novo funcionamento da logística dos resíduos, explicando aos moradores a importância ambiental da separação na fonte e os ganhos para o município e para a qualidade de vida presente e futura de suas gerações. Essa reeducação teria início em um bairro piloto e passaria a ser extrapolado para todos os bairros da cidade de forma gradativa pelos educadores da Prefeitura/SAE e/ou por alunos universitários, residentes na cidade, com o compromisso e supervisão, da meta estabelecida, pela respectiva universidade. A quantidade de tempo necessária é determinada pela curva de educação (pessoas/ano) que estariam à disposição no treinamento da população. Os dados referentes a esse assunto serão discutidos no item 7.3 referente à reeducação ambiental da população e a respectiva curva de ensino/orientação.

Uma prática verificada em pesquisa de campo na cidade de Ituiutaba (MG) e que, como sugestão, deve continuar sendo exercida na futura coleta dos resíduos úmidos pelos funcionários da coleta municipal, é a de utilizar sacos para separar os resíduos secos, de maior valor, para posterior venda, à medida que vão recolhendo os resíduos porta a porta com o caminhão, caso apareçam misturados aos resíduos úmidos. Um problema muito sério nos lixões e aterros sanitário é o plástico

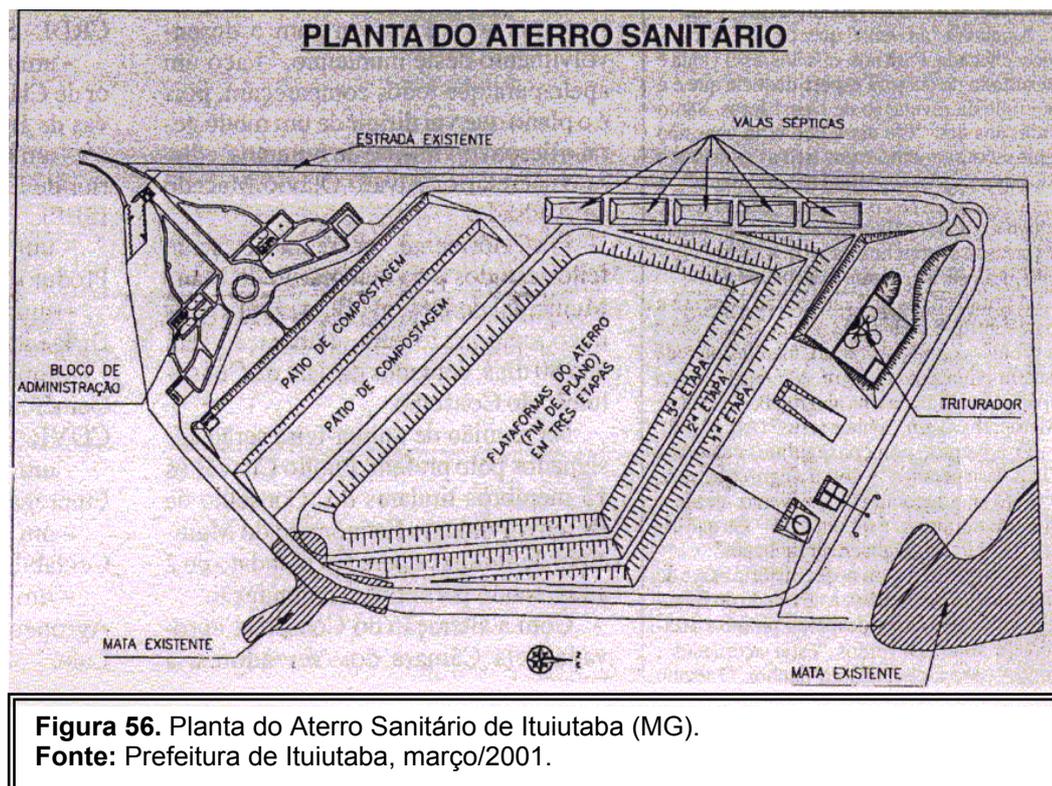
misturado aos resíduos orgânicos putrescíveis. Ele prejudica a deterioração e drenagem, além de durar, enterrado, centenas de anos.

Para que a proposta se mostre eficiente e possa atingir todas as partes da cidade e conseqüentemente toda a população, o encaminhamento dos resíduos devem se dar gradativamente, por bairros. Essa reeducação será realizada pelos agentes de educação da prefeitura e/ou alunos universitários que explicarão para a população sobre o novo modelo proposto. Mesmo com o treinamento e conscientização dispensados à população, para que se possa atingir um alto índice de reintegração ambiental, haverá necessidade de se ter uma segunda separação. Essa separação, através da instalação e funcionamento de uma esteira, deverá ocorrer no aterro municipal a fim de retirar algum resíduo seco e rejeito que possam estar juntos aos úmidos. Os resíduos úmidos, agora em maior quantidade, poderão conter, indevidamente, os resíduos secos/rejeitos que deverão se separados por pessoas treinadas e capacitadas para esse serviço. Essas pessoas têm que receber treinamento para saber diferenciar e classificar os tipos de resinas plásticas, os materiais biodegradáveis, os rejeitos, os metais e os tipos de papéis e papelão.

Os sacos plásticos utilizados para o transporte dos resíduos úmidos devem ser transparentes, sempre que possível, a fim de permitir a visualização do seu conteúdo. À medida que os sacos forem passando pela esteira, pessoas estarão cortando-os a fim de retirar o seu conteúdo. Deve-se ainda vasculhar e prover a segunda separação antes de enviar os resíduos úmidos para a compostagem. Os rejeitos e os próprios sacos plásticos passam a ser aterrados. Os resíduos secos, de valor comercial, voltariam a alimentar a Cooperativa Ituiutaba Recicla. Para o transporte dos resíduos úmidos nessa nova coleta, diferente da coleta mista, o ideal é que os veículos que façam o transporte sejam do tipo “carroceria aberta”. Os

veículos antigos, baseados na compactação e no ato de misturar os resíduos não são recomendados para essa tarefa de transporte dos resíduos úmidos. Porém, sendo estes os veículos disponíveis, a segunda separação deverá ocorrer obrigatoriamente no aterro municipal. Esse argumento é apoiado no que acontece hoje no aterro municipal de Ituiutaba, que, mesmo após a implantação da coleta seletiva, nota-se a existência do envio e o aterramento de resíduos secos de valor comercial. Porém, não se deve confundir a instalação e o uso da esteira com o antigo e esgotado modelo de coleta mista. Para os resíduos considerados rejeitos devem-se prover a coleta separada dos resíduos úmidos, adequando a rotina de sua coleta à existente no município. Um caminho para os rejeitos é que eles sigam até a Cooperativa Ituiutaba Recicla com os resíduos secos. Podem-se utilizar sacos de cores ou transparência definidas para o mesmo. O caminho da Cooperativa se justifica pela dificuldade da população em discernir o resíduo seco do rejeito e para que eles não sejam encaminhados junto com os resíduos úmidos. Depois de separados na Cooperativa, os rejeitos serão encaminhados para o aterro municipal.

Para os resíduos de folhagens, galhos e podas que chegarem até o aterro municipal há a necessidade de se adquirir e prover a instalação e o funcionamento de um triturador adequado ao porte, tamanho, volume, diâmetro e quantidade de resíduos gerados, com a finalidade de que eles possam ser picados e triturados em pequenos pedaços e então poderem sofrer a compostagem e uma aceleração na sua decomposição e, por fim, obter o húmus. O triturador está projetado para funcionar no aterro sanitário, conforme descrito na planta do aterro municipal (Figura 56), porém ele ainda não existe no local, conforme visita “in loco” em junho de 2006.



Com a obtenção do húmus, produto da compostagem oriundo do aterro municipal, a Prefeitura local poderá abastecer a horta municipal, doá-lo para escolas, creches, orfanatos e asilos adubarem as suas hortas. Poderá, ainda, ensacar e colocar o produto à venda para a população e com os recursos obtidos, pagar os agentes da reeducação ambiental.

Após a realização da separação diferenciada, os resíduos secos devem continuar sendo encaminhados para a Cooperativa ou para os compradores. Os varejistas da logística reversa, por sua vez, também devem continuar com o seu trabalho diário de coleta e venda aos compradores de resíduos secos, não devendo ser, os referidos resíduos, encaminhados à nova coleta de resíduos.

A prefeitura necessita contar com o apoio dos varejistas e da cooperativa para que os resíduos secos não sejam encaminhados para o aterro municipal. A população necessita fazer a sua parte separando e realizando, quando possível, a sua compostagem.

O modelo pró-ativo oferece ao município um grande desafio de gestão, ao mesmo tempo, que oferecerá uma redução significativa no fluxo operacional, nos custos e no sistema de recolhimento dos resíduos da cidade. Com esse raciocínio, sendo interesse da prefeitura, poderia ela propor uma pequena redução da taxa cobrada no IPTU<sup>35</sup> para recolhimento dos resíduos.

A definição, todavia, do valor da sustentabilidade ambiental, na questão dos resíduos, para o município de Ituiutaba (MG) estará nas mãos do poder público. Não obstante, também no quanto de esclarecimentos e informações for dado à população tijucana, que uma vez consciente, exigirá que o município seja pró-ativo para a questão do saneamento e então possa apoiá-lo.

## **7.2. O prolongamento da vida útil do aterro sanitário baseado na proposta de um novo balanço de massa e na perspectiva de desvio dos orgânicos putrescíveis frente à reintegração ambiental de todos os resíduos domésticos**

O projeto do aterro sanitário, conduzido pela Prefeitura de Ituiutaba (MG), foi projetado para ter vida útil de 24 anos, a partir do ano 2.000. A partir do ano 2.024 seria necessário um outro local disponível para colocarmos os resíduos domésticos gerados na referida cidade. Após seu esgotamento (findada sua vida útil de aterramento de resíduos) não se tem previsão ou plano de crescimento ou expansão para novas áreas e nem tão pouco, é explicitado o destino da área, que a princípio, buscando-se parâmetros com outros locais, deva ser uma área de lazer, porém com monitoramento por no mínimo, uns 10 anos. Destaca-se que os resíduos oriundos da

---

<sup>35</sup> IPTU. Imposto predial e territorial urbano.

construção civil não são encaminhados para o aterro municipal, mas sim para voçorocas e outros locais onde há necessidade de um aterramento, visto que a cidade não possui uma usina de reciclagem para esses resíduos, a exemplo do existente na cidade de Belo Horizonte (MG). Logo, os resíduos e entulhos de construção civil não fazem parte do modelo proposto. Abaixo, compara-se o que existe na realidade do aterro municipal, bem como uma proposta, fundamentada, para o balanço de massa dentro da logística reversa.

De acordo com o balanço de massa atual e existente, demonstrado na Figura 51, fornecido pela Prefeitura de Ituiutaba, há a previsão de não aterramento, ou seja, de reintegração ambiental, de 40,8% dos resíduos gerados, o que na prática não vem ocorrendo, conforme cálculos descritos abaixo e visita de campo, *"in loco"*.

Dentro da logística reversa dos resíduos sólidos, de acordo com a nova proposta para o balanço de massa demonstrada e descrita na Figura 55, dentro do modelo pró-ativo do aterro municipal que se propõe, ele terá sua vida útil prolongada em 75 anos, ou seja 24 anos atuais mais 75, que daria uma vida útil de 99 anos. Dessa forma, a vida útil do aterro não se encerraria antes do ano de 2.099. Para que isso aconteça, ainda de acordo com a nova proposta de balanço de massa, há a necessidade de desvio dos resíduos orgânicos conforme descrito, onde se terá uma previsão de desvio dos resíduos para sua ciclagem e, conseqüentemente, a sua reintegração ambiental passará a ser de 82,8% da massa total entrante no aterro municipal.

A quantidade de resíduos gerados em Ituiutaba, atualmente, está na casa das 60 toneladas, sendo 45 toneladas de resíduos domésticos e aproximadamente 15 toneladas de resíduos industriais. Das 60 toneladas, 21,6 ton (36%) são materiais potencialmente recicláveis, os quais são desviados do aterro através da coleta diferenciada "porta a porta" realizada pela cooperativa e também pelos varejistas da

logística reversa. Os rejeitos gerados chegam à ordem das 2,4 toneladas, representando 4% do montante. Analisando quantitativamente os resíduos orgânicos putrescíveis vê-se que eles representam a grande maioria dos resíduos domésticos gerados no município de Ituiutaba e constituem-se, em 36 toneladas, o que representa (60%) dos resíduos encaminhados para o aterro, os quais são atualmente aterrados juntamente com os rejeitos e parte dos resíduos secos que poderiam ser direcionados para serem reintegrados ao meio. Das 21,6 toneladas de resíduos, pontencialmente recicláveis, ao se proceder a separação, seleção e venda dos mesmos, são descartados como rejeitos, aproximadamente 20% dos resíduos, ou seja, 4,32 toneladas. Dentro dos resíduos orgânicos putrescíveis tem-se uma perspectiva de serem encontrados, aproximadamente, 10% de rejeitos e/ou resíduos secos, ou seja, 3,6 toneladas deste material. Esses 10% de resíduos advêm da deficiência na separação no local de geração dos resíduos. Já os 90% dos resíduos orgânicos putrescíveis que sobram, ou seja, 32,4 toneladas entrarão no processo de compostagem, que, pela ação do tempo, revolvimento, umidade, das minhocas e pelo emprego de técnicas adequadas, descritas no capítulo anterior resultarão, a partir de dados empíricos, em 6,48 toneladas de húmus e 25,92 toneladas de gases, a exemplo do  $\text{CO}_2 \uparrow$  e vapor de  $\text{H}_2\text{O} \uparrow$ , desprendidos para a atmosfera. Por ser uma cidade essencialmente agroindustrial, as 6,48 toneladas de húmus serão facilmente utilizadas na adubação e correção dos solos. Concluindo, somados os resíduos recicláveis e desviados do aterro, 17,28 toneladas, às 25,92 toneladas de gases liberadas mais as 6,48 toneladas de húmus tem-se um total de reintegração ambiental dos resíduos na ordem de 82,8%, ou seja, 49,68 toneladas voltam a ser insumos e/ou retornam para a cadeia cíclica da matéria. Comparando o Organograma da Figura 51 (Prefeitura de Ituiutaba) com o Organograma da Figura 55 (modelo pró-ativo) tem-se que a

reintegração ambiental, objeto maior do presente estudo, passará de 40,8% (24,5 toneladas) para 82,8% (42,68 toneladas) e que as 60 toneladas de rejeitos que seriam enterrados sofrem uma drástica redução para 10,32 toneladas no modelo pró-ativo. As diferenças básicas do Organograma da Figura 55, que demonstram um aumento maior que 100% de reintegração ambiental, se devem à compostagem de todos os resíduos orgânicos putrescíveis gerados no município e o seu não aterramento e compactação, aliada às suas conseqüências, que são a grande liberação dos gases liberados pela atmosfera. Destaca-se ainda, uma outra vantagem que é redução drástica na geração de chorume, pois a compostagem se dará de forma aeróbica, ou seja, na presença de oxigênio, com revolvimento da massa corpórea, sem geração do líquido poluente acima citado.

À medida que a logística reversa dos resíduos for ampliada e a população treinada e conscientizada, aliada à implantação de novas tecnologias para tratamento dos rejeitos, a tendência é que se reduza o crescimento quantitativo e qualitativo dos mesmos. Outros dados que reforçam que o aterro sanitário pode ter a sua vida útil ampliada até o ano de 2.099, além da compostagem dos resíduos úmidos, citado anteriormente, advém das Figuras: 50, 57, 58 e 59. Da Figura 50 fornecida pela Prefeitura de Ituiutaba, que descreve o balanço de massa, ou seja, a quantidade estimada de resíduos entrante e aterrada no aterro, resultam os principais questionamentos frente à questão dos resíduos que serão tratados a seguir, individualmente: densidade, crescimento vegetativo, geração de resíduos/percapita/habitante e volume de resíduos entrante no aterro sanitário.

A densidade descrita pela Prefeitura de Ituiutaba, de  $170 \text{ Kg/m}^3$ , é bem menor do que o estipulado no Manual “Orientações técnicas sobre Aterro Sanitário” FEAM (2005), que reporta a uma taxa de  $700 \text{ Kg/m}^3$  para aterros sanitários. O referido manual se

reporta à compactação dos resíduos utilizando-se tratores de esteira com elevado peso (superior a 15 ton).

Localidades	Taxa de crescimento vegetativo a.a. 1995/2000 (%)	Taxa de Imigração a.a. 1995/2000 (%)	Taxa de Emigração a.a. 1995/2000 (%)	Taxa de Líquida de Migração a.a. 1995/2000 (%)
Noroeste de Minas	1.525	1.47	1.94	-0.47
Norte de Minas	1.777	0.64	1.32	-0.68
Jequitinhonha	1.670	0.70	2.02	-1.32
Vale do Mucuri	1.027	0.92	2.33	-1.41
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	1.378	1.43	0.98	0.46
Central Mineira	1.460	1.18	1.61	-0.43
Metropolitana de Belo Horizonte	1.825	1.06	0.66	0.40
Vale do Rio Doce	1.115	0.92	1.46	-0.54
Oeste de Minas	1.215	1.24	0.78	0.46
Sul/Sudoeste de Minas	1.061	1.24	0.73	0.50
Campo das Vertentes	0.985	1.01	0.90	0.10
Zona da Mata	1.018	0.94	0.87	0.07
<b>Minas Gerais</b>	<b>1.448</b>	<b>0.57</b>	<b>0.52</b>	<b>0.04</b>

**Figura 57.** Tabela de Minas Gerais: 2000. Indicadores demográficos selecionados. Mesorregiões Geográficas – 1995/2000.

**Fonte:** IBGE. Censo Demográfico de 2000 e 1991 (Tabulações especiais Leste).

Ano	População residente projetada para 1º.07	Taxas brutas de natalidade (%)	Taxas brutas de mortalidade (%)	Taxa líquida de migração anual (%)	Taxa de crescimento anual (%)
1991.....	146 987 649	23,39	7,66	(-) 0,18	1,555
1992.....	149 269 221	22,96	7,54	(-) 0,17	1,525
1993.....	151 546 289	22,59	7,41	(-) 0,16	1,502
1994.....	153 823 966	22,26	7,30	(-) 0,15	1,481
1995.....	156 106 433	21,97	7,19	(-) 0,14	1,464
1996.....	158 400 728	21,76	7,09	(-) 0,13	1,453
1997.....	160 710 275	21,57	7,03	(-) 0,12	1,441
1998.....	163 033 766	21,38	6,98	(-) 0,11	1,429
1999.....	165 371 493	21,22	6,93	(-) 0,10	1,418
2000.....	167 723 983	21,06	6,90	(-) 0,10	1,406
2005.....	179 576 925	20,02	6,83	(-) 0,06	1,314
2010.....	191 007 625	18,64	7,15	(-) 0,02	1,146
2015.....	201 387 136	17,37	7,61	0,01	0,976
2020.....	210 764 732	16,62	8,17	0,03	0,862

**Figura 58.** Tabela da população residente, taxas brutas de natalidade e mortalidade, taxa líquida de migração e taxa de crescimento anual - 1991/2020.

**Fonte:** Projeto IBGE/Fundo de População das Nações Unidas UNFPA/Brasil (BRA/98/P08), Sistema Integrado de Projeções e Estimativas Populacionais e Indicadores Sociodemográficos.

Em suma, para os resíduos e rejeitos aterrados, segundo a compactação citada pelo órgão ambiental mineiro, ter-se-á maior quantidade (530 Kg/m<sup>3</sup>) de resíduos

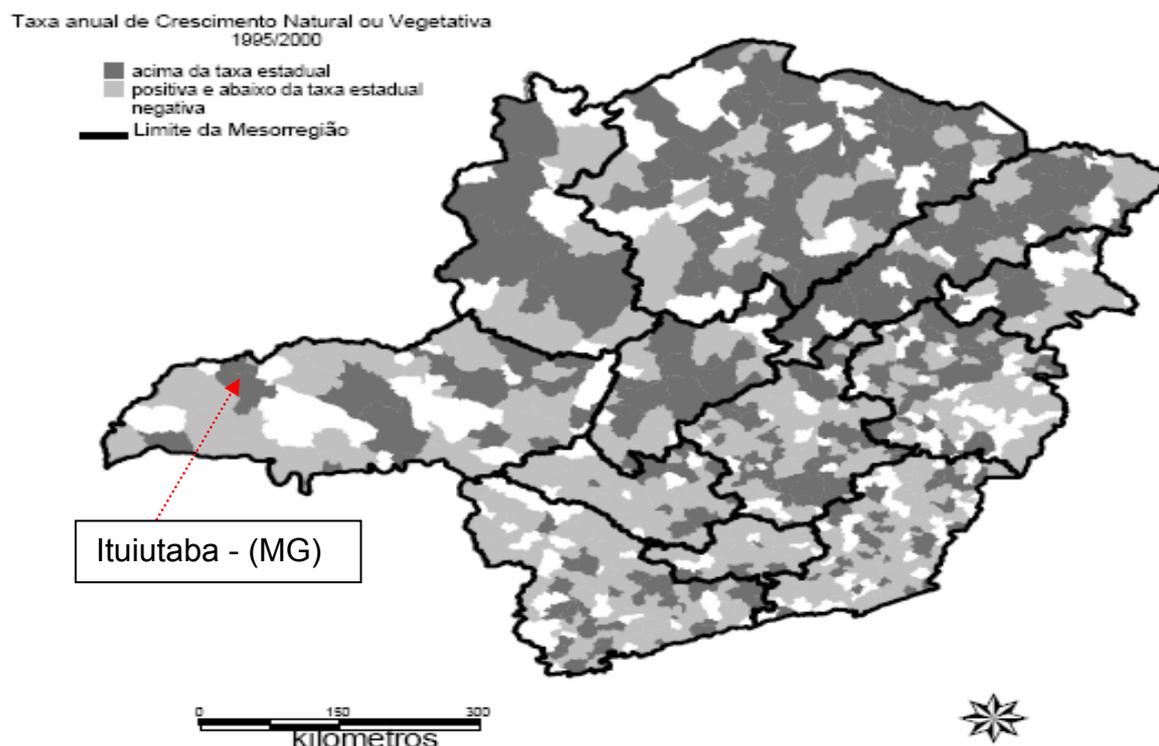
compactados por metro cúbico, fazendo com que caiba mais resíduo na área reservada para o aterramento dos resíduos.

Por crescimento populacional vegetativo entende-se a diferença entre o número de nascimentos e de mortes em uma população, correspondente a determinado período de tempo. O crescimento vegetativo de 1,65% ao ano é o descrito pela Prefeitura de Ituiutaba, segundo a Figura 50. Na Figura 59 tem-se que a taxa de crescimento vegetativo de Ituiutaba (MG) está acima da taxa estadual de 1,44% ao ano, citado na Figura 57, conforme indicador geográfico do IBGE – 1.995/2.000, o que vem ratificar a taxa descrita pelo referido município. Porém, a taxa citada pela prefeitura de Ituiutaba se mantém até o ano de 2.024, o que contraria a projeção da taxa, segundo a Figura 57, em nível nacional, a qual trás um declínio, ano a ano, chegando a 2.020 com uma taxa de 0,86% ao ano e que, para 2.024, seria de 0,75% ao ano.

A geração de resíduos/percapita/habitante de 0,450 kg/hab x dia, indicada pela prefeitura de Ituiutaba, não foi muito diferente da que foi mensurada no trabalho de campo que encontrou 0,490 kg/hab x dia em condomínio de Ituiutaba. Para esse item tem-se que a entrada do modelo pró-ativo de Logística Reversa o atenderá com a compostagem e reintegração dos resíduos.

Com o foco no volume de resíduos entrante no aterro municipal, citado na Figura 50, as duas colunas que enfocam esse assunto, aos olhos da reintegração ambiental dos resíduos são: “acumulado compactado m<sup>3</sup>” e “produção acumulada no aterro m<sup>3</sup>”. A coluna do acumulado compactado reflete a quantidade anual de resíduos entrante no aterro sem considerar os possíveis desvios de reciclagem e compostagem, ou seja, em tese 100% dos resíduos gerados anualmente seriam aterrados. Já a coluna da produção acumulada no aterro considera, em referência a

100% dos resíduos gerados anualmente, o desvio dos resíduos secos e da compostagem dos resíduos úmidos e, conseqüentemente, a reintegração ambiental de 40% dos resíduos.



**Figura 59.** Mapa de Minas Gerais: 2000. Taxa de Crescimento Vegetativo dos Municípios Mineiros– 1995/2000.

**Fonte:** IBGE. Censo Demográfico de 2000 e Malha Digital Municipal 2000 (Tabulações especiais Leste).

**Organização:** (SANTOS, Flavio Costa – novembro/2006).

Logo, 60% dos resíduos gerados seriam aterrados. Em visita “*in loco*” ao aterro municipal viu-se que a situação atual no local é ambientalmente desfavorável ao que se propõe no novo modelo de logística reversa. O aterro municipal recebe um grande volume de resíduos orgânicos, como folhas, galhos, restos de capina, que, por falta de uma gestão adequada e de um triturador de galhos fazem com que a reintegração ambiental desse resíduo úmido não aconteça conforme o planejado. De acordo com o balanço de massa, descrito na Figura 51, a quantidade de resíduos que chega para ser reintegrado ambientalmente e voltar ao ciclo produtivo é somente a quantidade descrita como “material reciclável” (7,2 t de 24,5 t), pois o

resíduo úmido, que deveria passar pelo processo da compostagem está sendo aterrado também.

Desta forma, tem-se que a produção anual acumulada no aterro em metros cúbicos é maior do que a descrita na Figura 50 (anualmente), ou seja, em vez de se ter 60% de material aterrado, tem-se 71%, o que corresponde à soma dos rejeitos (35,5t) e do composto (17,3 t) citados na Figura 51, em geração diária.

A meta e o prazo ideal para que se obtenha a completa reintegração ambiental dos resíduos úmidos na cidade de Ituiutaba só poderá ser mensurável pela Prefeitura de Ituiutaba, pois ela é a atual gestora do aterro municipal e quem determinaria e arcaria ou não com recursos e mão-de-obra para tornar a cidade um local com maior sustentabilidade em relação a essa temática. Uma previsão otimista, a partir do ano de 2008, é iniciar os trabalhos de compostagem a uma taxa de 20% ao ano de participação, quando no ano de 2.015, teríamos 100% do lixo orgânico putrescível gerado no município de Ituiutaba (MG) sendo enviado para a área de compostagem no aterro municipal e/ou compostado nas residências pela população. Quando então, Ituiutaba será um exemplo de cidade e estará fazendo o seu papel em prol da sustentabilidade planetária.

### **7.3. O importante papel da reeducação ambiental da população e a demonstração da curva de treinamento pessoa(s)/ano(s)**

O caminho para o prolongamento da vida útil do aterro sanitário passa pela reeducação da população tijuicana a fim de mostrar os meios e caminhos para que os resíduos úmidos, agora, além de serem separados, terem que serem

encaminhados à compostagem e decomposição em vossas residências e/ou no aterro municipal no local específico para esse fim.

Ituiutaba (MG) tem hoje, segundo dados da Cemig Distribuição de outubro/2006, 28.844 (vinte e oito mil, oitocentos e quarenta e quatro) clientes residenciais que recebem continuamente energia elétrica. Esses dados contemplam a exclusão de residências desligadas, bem como os clientes comerciais (2.985), os clientes industriais (301), os clientes rurais e os clientes ligados ao poder público (192).

Os cálculos e as informações sobre a necessidade de pessoas/ano, descritos abaixo, são estimativas coletadas e baseadas na vivência e no cotidiano da cidade de Ituiutaba, no trabalho de conscientização e educação ambiental desenvolvido entre os anos de 2001 a 2003 por 7 (sete) pessoas da SAE durante a implantação do projeto “Ituiutaba Recicla”, bem como nos dados citados por FEHR (2003 – em Environmental Management By The Learning Curve).

- A população já havia sido informada sobre a necessidade da separação dos resíduos úmidos e secos quando da implantação do projeto Ituiutaba Recicla;
- As distâncias inter-bairros não são muito significativas, o que não demanda muito tempo para o deslocamento;
- A equipe poderia contar com um carro de apoio para buscá-los e levá-los até os locais de início e término dos serviços;
- O relevo, com poucos declives e aclives na cidade de Ituiutaba, facilita o deslocamento dos educadores.

Cálculos para identificação de pessoa(s)/ano para a reeducação da População:

\* Quantidade de trabalho diária: 8 horas. Dessas 8 horas, utilizar-se-á 1 hora para deslocamento e intervalo para café e as demais 7 horas restantes, para o labor

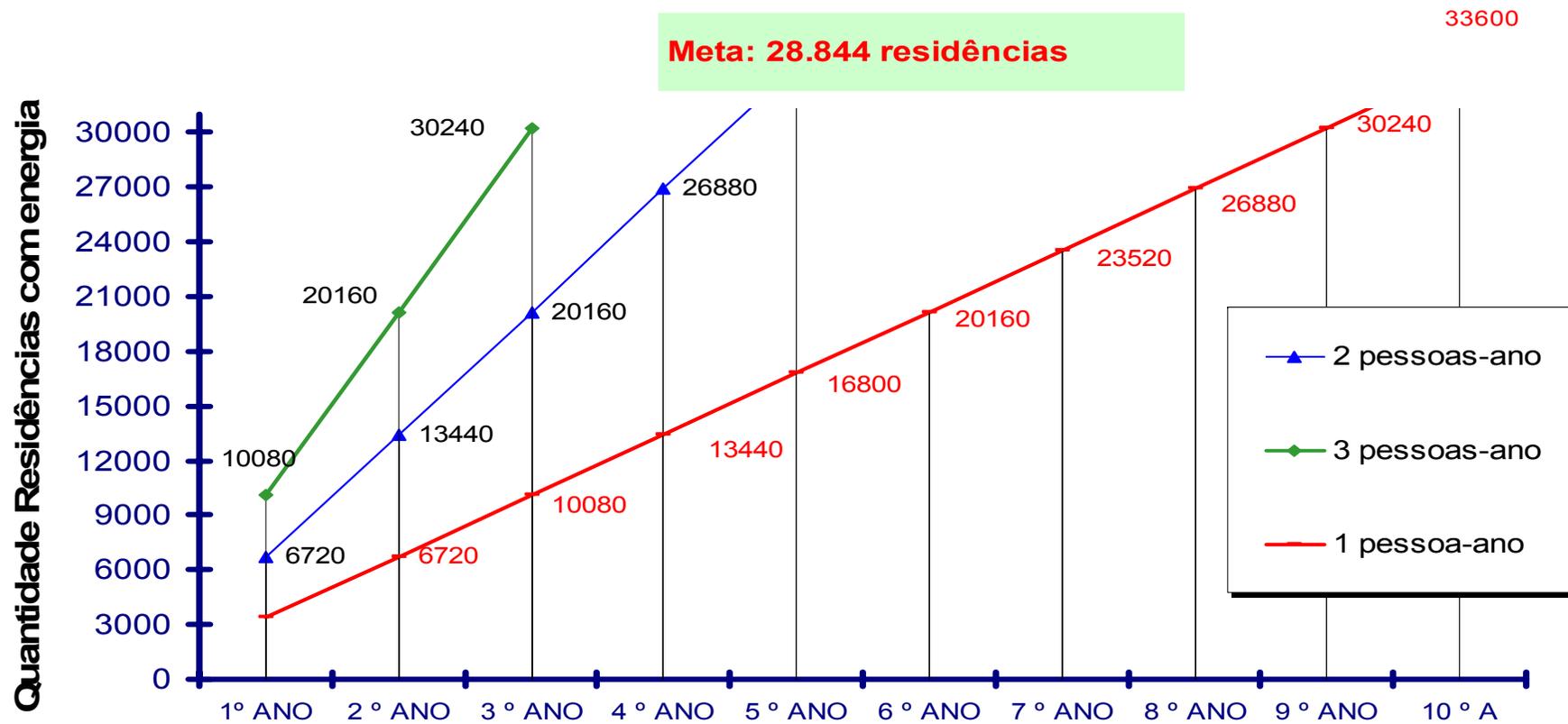
produtivo. Em média, devido a população já ter ciência do programa de coleta seletiva, o educador explicará sobre a necessidade da coleta diferenciada, enfatizando os resíduos orgânicos putrescíveis (úmidos) para que a população faça a compostagem em suas residências ou o encaminhe para a nova coleta que o encaminhará para o aterro, onde o mesmo será realizado. Em média, essa explicação levará 0,50 hora, ou seja, 30 minutos para cada visita em uma residência. Logo, terão, por dia, (7 horas x 0,50 h cada residência) 14 residências/dia/pessoa para treinar a população. Desdobrando para uma pessoa/mês de trabalho, considerando-se 20 dias úteis, teremos (20 dias x 14 residências/dia) 280 residências/mês/pessoa. Extrapolando para 1 (um) ano de trabalho, temos (280 residências/mês/pessoa x 12 meses) 3.360 residências/ano/pessoa. Reportando às 28.884 residências com energia elétrica, existentes em Ituiutaba (MG), e que a “explicação”, em uma casa, atuará sobre a média familiar de 3,12 pessoas/residências (90.000 pessoas / 28.884 residências), passa-se a encontrar a quantidade, em anos, necessária para uma pessoa treinar toda a população tijucana: (28.884 residências / 3.360 residências/pessoa/ano/) 8,60 pessoas/anos/. Esse resultado traduz que uma só pessoa levará, para treinar toda a população ituiutaba, quase 9 anos. À medida que se aumenta a quantidade de pessoas, reduz-se o tempo, proporcionalmente. O tempo que se gastará para prover a reeducação dependerá intimamente do poder público em inserir a quantidade de pessoas necessárias para realizar o treinamento.

Para tanto, de acordo com a Figura 60, precisaremos de: 01 pessoa para promover a reeducação ambiental da população em 8,6 anos. 02 pessoas para promover a reeducação ambiental da população em 4,6 anos. 03 pessoas para promover a

educação ambiental em 2,8 anos. 09 pessoas para promover a educação ambiental em 1 ano (28.844 residências / 3.360 residências/pessoa/ano).

## Quantidade de pessoas/ano para a reeducação ambiental da população Tijucana

**Meta: 28.844 residências**



**Figura 60.** Curva de treinamento. Estimativa de pessoa(s) /ano para promover a reeducação ambiental da população tijucana em suas residências.  
**Organização:** SANTOS, Flavio Costa e FERH, Manfred, novembro /2006.

Dessa forma, conscientizar a toda a população em todos os bairros da cidade de Ituiutaba (MG).

Uma vez que toda a população foi reeducada através das visitas a todas as residências do município há a necessidade de checar e verificar, continuamente, os resultados a fim de atuar sistematicamente nos pontos falhos do projeto. A atuação consiste em tentar mudar o conceito e a forma de pensamento das pessoas que por algum motivo ainda não atuam de acordo com o modelo pró-ativo proposto. Para tanto, o poder público preferindo realizar o serviço em um ano deverá ter o cuidado de manter esse mesmo pessoal no quadro de funcionário/contratados por um período mínimo de cinco (5) anos para que o projeto possa colher, com essas práticas, os resultados esperados.

#### **7.4. A gestão ambiental dos resíduos sólidos no município de Ituiutaba dentro da logística reversa**

Com a implantação do modelo pró-ativo de logística reversa tem-se aberta uma “porta” para o município de Ituiutaba trilhar os caminhos da sustentabilidade. Muitos desafios ainda esperam pela frente. Dentre eles, vontade política e o apoio do poder público municipal, a fim de que ele possa por em prática a proposta do modelo pró-ativo para os resíduos no município.

Um dos primeiros objetivos deste modelo de gestão seria sensibilizar toda a população com propaganda e reeducação ambiental. O início do projeto deve acontecer por um bairro piloto, com uso de propaganda na mídia escrita e televisiva, com extrapolação gradativa para todos os outros bairros. Aliada à propaganda deve-se entrar com a reeducação ambiental, treinamento e capacitação da população

tijucana pelos agentes da educação ambiental, explicando a necessidade da coleta seletiva e coleta diferenciada dos resíduos, bem como a forma de se realizar a compostagem dos resíduos orgânicos putrescíveis em sua moradia e/ou o seu envio para o aterro municipal. Após a reeducação ambiental a população deverá dar a sua contribuição para que seja realizada a separação dos resíduos secos dos resíduos úmidos. Os resíduos secos continuarão a serem depositados nos coletores nos dias pré-agendados com a Cooperativa e/ou sendo doados aos varejistas da logística reversa que os venderiam aos compradores de larga escala ou às indústrias recicladoras. Para os resíduos úmidos, de acordo com o treinamento recebido pelos agentes da educação ambiental, a população faria a compostagem em seu local de origem e/ou encaminharia o resíduo úmido, via nova coleta, para sofrer a segunda separação na esteira do aterro municipal. As pessoas que irão fazer a segunda separação no aterro devem receber treinamento para saber diferenciar e classificar os tipos de materiais. Nessa nova coleta, os resíduos secos e rejeitos não mais estariam presentes aos resíduos úmidos. Para os rejeitos, sacos distintos seriam utilizados para o seu armazenamento sendo, juntamente com os resíduos secos, direcionados para a Cooperativa, que pós-separação, os encaminharia para o aterro municipal.

A fim de aumentar a eficiência do processo operacional na separação dos resíduos úmidos e, posteriormente na sua compostagem, faz-se mister instalar uma esteira no aterro municipal para segregar algum resíduo seco e/ou rejeito que vier junto aos resíduos úmidos. Caso aconteça da porcentagem da mistura entre os resíduos citados estiver alta, há de se trabalhar novamente, com educação ambiental, as pessoas daquele determinado local/bairro a fim de mudar o seu comportamento perante a proposta.

Para que o modelo logre êxito existem algumas adequações/aquisições a serem realizadas no aterro municipal. O triturador, citado na planta do aterro ainda não existe no local, sendo a sua presença, de fundamental importância para picar, em pequenos pedaços, os galhos e folhagens a fim de acelerar o processo de decomposição. Outro equipamento necessário no aterro é um trator de esteira, com peso superior a 15 toneladas, para que os rejeitos possam ser compactados a uma taxa de 700 Kg/m<sup>3</sup> e com isso, mais resíduos ocuparão um menor espaço, frente à densidade de compactação proposta pela prefeitura de 170 Kg/m<sup>3</sup>.

Comparando o novo Organograma de balanço de massa no modelo pró-ativo (Figura 55) com o Organograma, atual da Prefeitura (Figura 51) e a realidade atual, a reintegração ambiental dos resíduos deverá passar de 19% (realidade atual), 40,8% (modelo atual da prefeitura) para 82,8% no modelo pró-ativo da logística reversa.

Com o avanço da tecnologia para o tratamento e formas de reciclar os rejeitos, com o aumento da participação da população tijuicana no projeto, com o aumento da compactação dos resíduos no aterro a partir de técnicas e equipamentos adequados e com a redução gradativa da taxa de crescimento vegetativo a tendência é ter-se, ao longo dos anos, uma reintegração ambiental superior aos 82,8% preteridos inicialmente. A meta é que a partir de 2.015 tenhamos o projeto totalmente implantado e a reintegração ambiental, sendo realizada conforme o planejado.

A nova quebra de paradigma, quanto ao modelo pró-ativo de logística reversa aqui proposta, caracteriza os resíduos em: úmidos (compostável), secos, rejeitos e de construção civil. Sendo que os resíduos que devem ser encaminhados para o aterro municipal são os rejeitos e os úmidos. Aos resíduos úmidos, o destino é a ciclagem da matéria através da compostagem. Aos rejeitos, até que a tecnologia evolua, resta-lhes

o aterramento. Para os resíduos secos o destino é uma área de triagem a fim de serem, posteriormente reciclados, para os resíduos de construção civil são os locais disponibilizados pela prefeitura para aterramento. Destarte, essa reformulação da logística e do transporte dos resíduos, preservará a qualidade intrínseca dos resíduos.

Esse modelo se justifica pela sua pró-atividade porque é direcionado para a fonte do problema ou o ponto de alimentação do novo modelo de gestão que é a geração do resíduo e a forma e os meios utilizados para que ele seja conduzido até o seu destino final.

## **8. DELIBERAÇÕES CONCLUSIVAS**

### **8.1. Conclusão**

O presente estudo diagnosticou e analisou a logística reversa no município de Ituiutaba (MG), demonstrando os principais resíduos, seu trajeto e para onde são encaminhados. O atual modelo tem deficiências. O modelo pró-ativo de logística reversa corrige as deficiências e prolonga a vida útil do aterro. A implantação do novo modelo exige um esforço de educação ambiental. A compostagem em pequena escala é possível e foi demonstrada. Os resíduos biodegradáveis podem ser reciclados como composto orgânico (húmus). O húmus conseguido é de excelente qualidade e atende a exigência da maioria das plantas em macro e micro nutrientes.

Não sendo reativo, esse modelo induz a capacidade de pensar, projetar e antever um futuro melhor do que se vivencia hoje, pois é inadmissível que a prefeitura continue aterrando resíduos sem fazer a sua reintegração ambiental.

## 8.2. Perspectivas

O presente trabalho caracterizou pela segunda vez os resíduos domiciliares na cidade de Ituiutaba. De acordo com os dados do primeiro monitoramento – Figura 45 – e do segundo monitoramento – Figura 47 – a composição dos resíduos orgânicos foi muito semelhante. O que nos dá muita segurança para descrever e assegurar que a geração de resíduos úmidos no município de Ituiutaba possui, em média, 65% de resíduos orgânicos putrescíveis e que o monitoramento do restante dos resíduos possui muita semelhança em percentual quantitativo.

O estudo conseguiu identificar os principais contra-sensos de modelo de gestão que ocorrem no município de Ituiutaba, que são a ausência de um triturador de galhos e folhagens no aterro e a não compostagem dos mesmos. Viu-se, ainda, que não existe um trabalho persistente de reeducação ambiental para as áreas/bairros que não colaboram com a coleta seletiva no município. E que, apesar de todo trabalho de educação ambiental realizado na cidade, nota-se ainda, que a coleta mista prevalece em determinados locais e que, muitos resíduos secos, considerados recicláveis, estão sendo aterrados pela não existência de uma esteira para averiguação e certificação dos resíduos que lá chegam. Uma perspectiva futurista para o não aterramento de sacolas e sacos plásticos é que os mesmos sejam fabricados a partir do amido, ou seja, sacos plásticos biodegradáveis que, em no máximo um ano expostos ao tempo, voltariam a ser matéria inorgânica. A tecnologia e a fabricação das sacolas biodegradáveis já é uma realidade, porém ainda não são realizadas em larga escala. A fim de evitar a problemática causada e descrita pelo plástico, que não sofre decomposição, levantam-se dúvidas quanto ao uso de jornal

para envolvimento dos resíduos úmidos. O jornal úmido não retém toda a água dos resíduos orgânicos, quando se tenta embrulha-los, ao invés de utilizar sacolas plásticas. A tinta impregnada nos jornais, como produto da decomposição, juntamente com o húmus, pode conter metais pesados e inviabilizar o mercado do húmus.

Em relação ao triturador de resíduos orgânicos acoplado na pia da cozinha, tem-se que ele é aceitável para os países de primeiro mundo. Destaca-se que esses países geram um volume de resíduos orgânicos putrescíveis na ordem de apenas 30% do total dos resíduos domiciliares. No Brasil tem-se uma taxa bem maior que se aproxima dos 70%. Com esses dados temos que a utilização do triturador acoplado à cozinha, para fragmentação dos resíduos e seu encaminhamento para a rede de esgoto, no Brasil e em especial na cidade de Ituiutaba, traria mais problemas que soluções. O fato se baseia em não termos nossas redes de esgoto dimensionadas para esse grande volume de resíduos que poderiam ser encaminhados para a rede. Não obstante, a canalização é de construção e materiais antigos (manilhas de cerâmicas) para a condução desses resíduos que, somados aos efluentes domésticos não suportariam esta carga de efluentes. Ressalta-se ainda, que a grande maioria dos nossos municípios não possui estação para tratamento de esgoto. Em Ituiutaba, segundo estudos da década de 90 (Prefeitura de Ituiutaba), as redes de esgoto recebem uma carga de 60% de águas pluviais, o que inviabilizaria ainda mais no período chuvoso o uso de trituradores de resíduos orgânicos.

No aterro, destacam-se alguns pontos positivos: existe uma enorme quantidade de resíduos considerados perigosos (lâmpadas mistas) que são para lá encaminhados e não são aterrados, estando se acumulando à espera de uma solução, em nível de Brasil, para a descontaminação e reciclagem futura.

Em cidades médias, a exemplo de Ituiutaba (MG) e em pequenas cidades, onde quase todos se conhecem, não separar os resíduos domiciliares de forma diferenciada pode ser impensável. Nas cidades grandes, infelizmente, nem todos o fazem, e talvez mais do que qualquer outro ato, separar os resíduos adequadamente é considerado como prova de que se é um cidadão adulto.

Com a implantação do novo modelo de coleta deve acabar o mau cheiro nas residências devido a restos de alimentos nos resíduos secos e ao descarte diário dos resíduos úmidos. Problemas de entupimento de bueiros e “bocas de lobo”, por resíduos, não devem acontecer devido a essas novas práticas de gestão dos resíduos. Uma outra vantagem a ser dita é a não geração de chorume, como hoje ocorre no aterro municipal, pois a logística reversa proposta irá desviar os resíduos orgânicos putrescíveis para a compostagem, de onde, com o emprego de técnicas e métodos adequados terão como produtos, a partir de dados experimentais e empíricos: o húmus e os gases de água e gás carbônico.

O modelo pró-ativo de logística reversa, que tem a intenção de reintegrar ambientalmente 82,8% dos resíduos domésticos de Ituiutaba, representa uma mudança radical no paradigma da gestão ambiental para o município. Ao se comparar com o modelo de coleta mista, de 0% de desvio de resíduos, e da coleta seletiva, 40,8% de reintegração ambiental ele simplesmente dobra a capacidade de reintegração ambiental dos resíduos no município. Assim sendo, se justifica a possibilidade e a necessidade de subvencionar e/ou tutelar o trabalho de separação e encaminhamento dos resíduos secos e rejeitos realizado pela Cooperativa Ituiutaba Recicla. Trabalho este, que será de fundamental importância para a cidade.

Outro grande desafio para a população tijucana é encontrar formas de sensibilizar a sociedade materialista e devotada à cultura do consumismo. Ela

precisa ser estimulada a lutar com sacrifício, privação e renúncia, já que a posse de bens materiais caracteriza a felicidade proporcionada pelo consumo, ou seja, o consumo insustentável.

A logística reversa, por si só ou combinada com educação ambiental, coleta diferenciada, coleta seletiva e outras se apresentam como alternativas ecologicamente correta que desviam dos destinos em aterros sanitários ou lixões, resíduos sólidos que podem ser reciclados e reintegrados ao meio. Com isso, dois objetivos importantes são alcançados. Por um lado, a vida útil dos aterros sanitários é prolongada, e o meio ambiente sofre um impacto menor em contaminação e agressão. Por outro lado o uso de matéria-prima reciclável diminui a extração dos tesouros naturais da humanidade.

O não fechamento dos ciclos biogeoquímicos da matéria acarreta um balanço energético negativo e proporciona impactos sócio-ambientais severos e, na maioria das vezes, irreversíveis. Partindo do princípio da natureza cíclica dos processos de vida e da idéia que simples atitudes individuais podem transformar a realidade, o presente projeto propõe uma articulação com toda a sociedade e cada cidadão. Separar os resíduos em casa, na escola ou no trabalho não tem contra-indicação e traz satisfação, pois promove cidadania e inclusão social. Gera trabalho e renda para as famílias que vivem da logística reversa em Ituiutaba, economiza recursos naturais, produz excelente adubo e é um dever previsto em lei.

O modelo proposto cita ainda a questão do “consumismo”, e a visão de que ele também é responsável por uma série de problemas ambientais, e desse modo, não pode mais ser compreendido unicamente como sinônimo de felicidade e que, a sociedade precisa, urgentemente, repensar os padrões de produção, consumo e descarte dos resíduos, direcionando-os adequadamente. E para que ela seja uma

solução viável e concreta ao problema ambiental tem que aliar ao fator educativo, que é basilar para a geração de comportamentos adequados diante dos resíduos, estimulando-se uma correta disposição dos resíduos sólidos, que facilitam a seletividade e a sua reintegração ambiental, posteriormente.

A tendência, para que as futuras gerações tenham maior qualidade de vida, é atentarmos para uma redução no desperdício e menor estrago natural. As gerações que produzirem uma menor quantidade de resíduos por pessoa, serão as mais avançadas. Ou seja, viver com mais eficiência é mais inteligente, de melhor qualidade e cultura mais elevada. Naturalmente, é necessário, mais sabedoria e educação, pois essa revolução cultural começará a partir do comportamento diário de cada um.

O consumidor verde, ou seja, o verdadeiro cidadão consciente e responsável é aquele que escolhe consumir preferencialmente produtos recicláveis e de embalagens retornáveis. Ele faz a separação diferenciada dos resíduos em sua residência, que se engaja voluntariamente nos programas de reciclagem, que cobra do poder público que o mercado ponha um fim na obsolescência planejada e na descartabilidade sem pensar na logística reversa dos produtos.

(Gandhi) sabiamente dizia: "Há o suficiente no mundo para todas as necessidades humanas, mas não há o suficiente para a cobiça humana". É necessário mudar o rumo da civilização, do quantitativo para o qualitativo. Deve-se assumir a responsabilidade na produção e descarte dos próprios resíduos, no cuidado com a água e incentivar outras pessoas a fazerem o mesmo. Pois, simples atitudes podem transformar a realidade, e que "Saber e não fazer, ainda é não saber, aprendizado é ação, do contrário é só informação" (Albert Einstein).

### 8.3. Referências

- ABAL, Associação Brasileira do Alumínio. Disponível em: <<http://www.abal.org.br/>>. Acesso em: 28 ago. 2005.
- ABES, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Disponível em: <<http://www.abes-dn.org.br/>>. Acesso em: 26 julho 2004.
- ABETRE - Associação Brasileira de Empresas de Tratamento, Recuperação e Disposição de Resíduos Especiais. Disponível em: <<http://www.abetre.com.br>>. Acesso em: 30 ago. 2005.
- ABIPET (Associação Brasileira dos Fabricantes de Embalagens de PET). Disponível em: < <http://www.abipet.org.br>>. Acesso em: 03 mar. 2005.
- ABLP, Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública. Disponível em: <<http://www.ablp.org.br/>>. Acesso em: 07 ago. 2004.
- ABRALATAS, Associação brasileira de Latas. Disponível em: <<http://www.abralatas.org.br/>>. Acesso em: 28 ago. 2005.
- A compostagem doméstica. Disponível em: <<http://bioterra.blogspot.com/2005/07/compostagem-domstica.html>>. Acesso em: 05 set. 2005.
- ADAN, La Asociación para la Defensa del Ambiente y de la Naturaleza. Disponível em: <<http://www.adan.org.ve/>>. Acesso em: 03 mar. 2005.
- A farra dos sacos plásticos. Disponível em: <<http://www.datambiental.blogspot.com.br>>. Acesso em: 21 jun. 2005.
- Agência Câmara. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br>>. Acesso em: 09 mar. 2005.

- AGENCIA FAPESP. Disponível em:  
<<http://www.microeducacao.pro.br/NoticiasdaCienciaAgo2004.htm#PET%20reciclado%20é%20transformado%20em%20adesivo%2020%%20mais%20barato>>. Acesso em: 03 jan. 2005.
- A minhoca na agricultura. Disponível em:  
<<http://www.revistaea.arvore.com.br/artigo.php?idartigo=250&class=18>>.  
Acesso em: 16 jan. 2007.
- AMBIENTE BRASIL, o meio de comunicação com o meio ambiente.  
Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br>>. Acesso em: 21 mar. 2005.
- AMBIENTE TOTAL, Rede de Informações Ambientais. Disponível em:  
<<http://www.ambientetotal.cjb.net>>. Acesso em: 05 ago. 2005.
- APLIQUIM – lâmpadas. Disponível em: <<http://www.apliquim.com.br>>.  
Acesso em: 18 jan. 2006.
- Associação de Provedores de Serviços Logísticos do Chile. Disponível em:  
<<http://www.achilog.cl>>. Acesso em: 28 set. 2004.
- BARBIERI, José C.; DIAS, Marcio. Logística Reversa como instrumento de programas de produção e consumo sustentáveis. Revista Tecnológica, São Paulo, Ano VI, nº 77. Abril 2002.
- BALLOU, Ronald H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial. 4a ed. Porto Alegre: Bookman, 2001;
- BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J. Logística Empresarial. São Paulo: Editora Atlas, 2001.
- CASTRO, Alaor de Almeida et al. Saneamento - Belo Horizonte: UFMG/EG, 1995. 221p. (Manual de Saneamento e proteção ambiental para municípios).

- CASTRO, M.S.M.V. de 1998 - Uma análise comparativa do modelo de gestão de resíduos domiciliares em Uberlândia Dissertação de mestrado, UFU, Uberlândia.
- CASTRO, Leonardo B. 2006. Avaliação do serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares em cidade de médio porte utilizando sistemas de informações geográficas e receptores do sistema de posicionamento por satélite. Dissertação de mestrado –UFU, Uberlândia.
- CEMPRE, Compromisso Empresarial para a Reciclagem, Disponível em: <<http://www.cempre.org.br/>>. Acesso em: 27 mar. 2004.
- COMPAM, Um site dedicado ao meio ambiente. Disponível em: <<http://www.compam.com.br/>>. Acesso em: 23 maio 2006.
- Compostagem e vermicopostagem. Disponível em: <<http://www.inews.inf.br:8000/cgi-bin/nph>>. Acesso em: 30 jun. 2006.
- DORNIER, Philippe et al. Logística e Operações Globais. São Paulo: Editora Atlas, 2000.
- DURNING, A. How much is enough? The consumer society and the future of the Earth. New York, WW Norton & Co., 1992.
- ECOCASA, madeira plástica. Disponível em: <<http://www.ecocasa.com.br/>>. Acesso em: 14 dez. 2006.
- Educação Ambiental. Disponível em: <<http://www.educarede.org.br/>>. Acesso em: 06 out. 2006.
- Educação Ambiental. Disponível em: <<http://www.apoema.com.br/>>. Acesso em: 06 set. 2005.
- FEHR, Manfred; CASTRO, M. S.; CALÇADO, M. R. Lixo biodegradável no aterro, nunca mais - Banas Ambiental, São Paulo, 2 (10): 12-20 (2001) ISSN.

- FEHR, M. Environmental Management by the Learning Curve. Published in Waste Management 23 (5): 397-402 (2003) (Elsevier) ISSN 0956 053X.
- FIGUEIREDO, P.J.M. Os resíduos sólidos e sua significação frente ao impasse ambiental e energético da atualidade Tese de doutorado, UNICAMP, Campinas, 1992.
- GOMES, L.P. Estudo da caracterização física e da biodegradabilidade dos resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários. São Carlos, 1989. 166p. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- GRZYBOWSKI, Lourdes M. A Horta Intensiva Familiar, AS-PTA, 1999.
- Guia de Ituiutaba. Disponível em: <<http://www.guiaituiutaba.com.br>>. Acesso em: 20 abril 2005.
- IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/>>. Acesso em: 29 out. 2005.
- IBGE. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/seculoxx/estatisticas\\_populacionais.shtm](http://www.ibge.gov.br/seculoxx/estatisticas_populacionais.shtm)>. Acesso em: 30 dez. 2006.
- JAHNEL, Marcelo. Cadernos de Reciclagem 06: Compostagem. A outra metade da reciclagem", Cempre, 1998.
- JARDIM, Nilza Silva et al. Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado/ São Paulo: Instituto de Pesquisas tecnológicas/CEMPRE, 1995. 278p. (Publicação) IPT 2163).
- Jornal do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.jornaldomeioambiente.com.br>>. Acesso em 27 fev. 2004.

- LAYARGUES, Philippe. O cinismo da reciclagem: o significado ideológico da reciclagem da lata de alumínio e suas implicações para a educação ambiental.
- LIXO, o que fazer com a parte reciclável do seu lixo. Disponível em: <<http://www.lixo.com.br/>>. Acesso em: 08 maio 2004.
- LIXO: quantos planetas vamos precisar para guardá-lo? Disponível em: <<http://www.nossoplaneta.com.br/area.php?cat=lixo>>. Acesso em 03 jun. 2005.
- Lixo e Resíduos. Disponível em: <<http://www.lixoecidadania.org.br/>>. Acesso em: 15 jan. 2007.
- LOUREIRO, F.; LAYARGUES, P.; CASTRO, R. Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania. São Paulo: Cortez, 2002, 179-220.
- MANSUR, Gilson L.; MONTEIRO, José H. O que é preciso saber sobre limpeza urbana. Convênio IBAM/SNS-MBES. Rio de Janeiro. IBAM/CPU, 1993. 128p.
- Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios – Vol I – FEAM –3º Edição.
- Monografia: Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos: Alternativas de Política e Gestão – 2003, Biblioteca da Escola de Sociologia e Política de SP.
- NETO, João F. Manual de Horticultura Ecológica. Ed. Nobel, 1995.
- ONG ambiental clube da árvore. Disponível em: <[www.clubedaarvore.com.br/](http://www.clubedaarvore.com.br/)>. Acesso em: 19 jul. 2005.
- ONG Onda Verde Brasil. Disponível em: <<http://www.ondaverdebrasil.org.br/>>. Acesso em: 01 mar. 2004.

- O Maior Portal de Logística. Disponível em: <<http://www.guiaalog.com.br>>. Acesso em: 27 set. 2004.
- Orientações técnicas para atendimento ao artigo 2º da DN 52/2001 do COPAM/Fundação Estadual do Meio Ambiente: Belo Horizonte: FEAM, 2005 26 p. : il – Aterro Sanitário.
- PANDA, Organização para conservação do planeta. Disponível em: <<http://www.panda.org/livingplanet/lpr00/ecofoot.cfm>>. Acesso em: 12 abril 2005.
- Pegada Ecológica. Disponível em: <<http://www.naturlink.pt/canais/Artigo.asp?iArtigo=6788&iLingua=1>>. Acesso em: 12 abril 2006.
- PEREIRA NETO, João T. Manual de compostagem - processo de baixo custo, Belo Horizonte: UFMG, 1996. 56p.
- PETRÁGLIA, J. História. In: Projeção Assessoria e Marketing. Ituiutaba 100 anos de História. Ano 1 – nº 1, 2001.
- Prefeitura Municipal de Ituiutaba.
- Produtos e serviços ligados à área de reciclagem e meio ambiente. Disponível em: <<http://reciclaveis.com.br>>. Acesso em: 06 ago. 2005.
- Reciclagem de Resíduos. Disponível em: <<http://www.resol.com.br>>. Acesso em: 18 abril 2005.
- Reciclagem e Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.recicloteca.org.br>>. Acesso em: 29 ago. 2004.
- Reciclagem em Yokahoma, Japão. Disponível em: <( <http://www.city.yokohama.jp/ne/life/pt/garbage.html> )>. Acesso em: 30 dez. 2006.

- Relatório de Controle Ambiental da Central de Tratamento e Destinação Final de Resíduos Sólidos de Ituiutaba (2000).
- Relatório de Estudos de apresentação das propostas das Diretivas 2002/96/CE e 2002/95/CE pela Comissão das Comunidades Europeias em 13/06/2000 ao Parlamento Europeu.
- Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos: Alternativas de Política e Gestão – 2003, Biblioteca da Escola de Sociologia e Política de SP.
- Reverse Logistic Executive Council. Disponível em: <<http://www.rlec.org>>. Acesso em: 02 maio 2005.
- Revista "Adubo no Cesto". Editora Globo Rural, janeiro de 1998.
- Revista Árvore. Artigo "Benefícios da Reciclagem". Disponível em: <<http://www.revistaea.arvore.com.br/artigo.php?idartigo=463&class=05>>. Berenice Gehlen Adams. Acesso em: 14 dez. 2006.
- Revista "Balde Branco", ano 25, n°.323, 1991.
- Revista Senac – SP. Disponível em: <<http://www.sp.senac.br>>. Acesso em: 03 maio 2005.
- RIBEIRO, Antônio C.; GUIMARÃES, Paulo T.; ALVAREZ, Victor H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5º aproximação/ – Viçosa, MG, 1999.
- ROGERS, Dale S., TIBBEN.LEMBKE, Ronald S. Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices. Reno, University of Nevada: 1999.
- SAE - Superintendência de Água e Esgoto. Disponível em: <<http://www.saeituiutaba.com.br>>. Acesso em: 30 jun. 2005.
- Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos de Ituiutaba (MG), 2002.

- SENAC. Brasil recicla mentalidade. Senac e Educação Ambiental, Rio de Janeiro, 9(1):32-33, 2000.
- SEWELL, G.H. Administração e controle da qualidade ambiental. São Paulo, USP, 1978.
- SOUZA, Djalma M.; LOBATO, Edson. Cerrado: correção do solo e adubação. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002.
- STOCK, James R. Reverse Logistics Programs. Illinois: Council of Logistics Management, 1998.
- TRIGUEIRO, Felipe G. Logística Reversa. Agosto 2002.
- Triturador de resíduos orgânicos. Disponível em: <<http://www.facilissimo.com/contenidos/fontaneria%3Fp=13>>. Acesso em: 20 dez. 2006.
- Projetos do Senado Federal e Câmara dos Deputados. Propostas de Leis para a questão dos resíduos. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br>> e em <<http://www.senado.gov.br>>.
- Projeto de Lei N° 1.708/1991 - Define condições para o lançamento de esgotos e a disposição de resíduos sólidos e dá outras providências.
- Projeto de Lei N° 2.030/1996 - Dispõe sobre as condições de segurança e salubridade dos trabalhadores da limpeza encarregados da coleta de resíduos sólidos.
- Projeto de Lei N° 3.029/1997 - Institui a Política Nacional de Resíduos, cria o Sistema Nacional de Resíduos - SISNARES, que disciplinará os tratamentos e as disposições finais dos resíduos industriais, domésticos e hospitalares, bem como as emissões gasosas, de particulados e outros resíduos provenientes do processo produtivo industrial, e dá outras providências.

- Projeto de Lei N° 3.328/1997 - Projeto de lei que determina que se equipem os veículos com dispositivo destinado ao armazenamento temporário de resíduos gerados por seus ocupantes.
- Projeto de Lei N° 4.178/1998 - Dispõe sobre a coleta, o tratamento e a destinação final do lixo tecnológico.
- Projeto de Lei N° 4.730/1998 - Dispõe sobre o gerenciamento de ciclo integral de resíduos sólidos e dá outras providências.
- Projeto de Lei N° 732/1999 - Estabelece a obrigatoriedade de reciclagem e armazenamento de baterias destinadas à telefonia celular e em estado de desativação.
- Projeto de Lei N° 1.720/1999 - Proíbe o transporte e o acondicionamento de alimentos em embalagens confeccionadas com material plástico reciclado e dá outras providências.
- Projeto de Lei N° 1.756/1999 - Obriga a impressão nas embalagens de plástico do nome ou sigla do plástico do qual são confeccionadas.
- Projeto de Lei N° 1.760/1999 - Dispõe sobre incentivo fiscal à reciclagem de produtos.
- Projeto de Lei N° 1.917/1999 - Dispõe sobre advertência nas embalagens de baterias e pilhas eletroquímicas.
- Projeto de Lei N° 2.013/1999 - Dispõe sobre a reutilização e reciclagem dos recipientes de polietileno tereftalato - PET.
- Projeto de Lei N° 2.137/1999 - Dispõe sobre a instalação de lixeiras para a disposição seletiva do lixo em escolas públicas.
- Projeto de Lei N° 2.201/1999 - Estabelece normas para a destinação final de embalagens e dá outras providências.

- Projeto de Lei N° 2.654/2000 - Institui isenção de IPI nas aquisições de ambulâncias, furgões, camionetas, caminhões, tratores, máquinas e equipamentos rodoviários, feitas por municípios que trabalhem com reciclagem de lixo.
- Projeto de Lei N° 2.763/2000 - Dispõe sobre a Política Nacional de Saneamento, seus instrumentos e dá outras providências.
- Projeto de Lei N° 3.480/2000 - Institui incentivos fiscais e financeiros as empresas que operem com reciclagem de lixo e embalagens, e as empresas de incineração ou reciclagem de lixo.
- Projeto de Lei N° 4.029/2001 - Dispõe sobre o recolhimento e a destinação final de cartuchos usados de tinta para impressoras.
- Projeto de Lei N° 4.608/2001 - Modifica o Art. 105 da Lei 9.503 de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro, tornando obrigatória a instalação de recipientes para coleta de lixo nos veículos de transporte coletivo.
- Projeto de Lei N° 4.992/2001 - Torna obrigatório o recolhimento e destinação adequada pelos fabricantes e importadores de lâmpadas inservíveis que utilizam vapor de mercúrio e dá outras providências.
- Projeto de Lei N° 5.501/2001 - Reduz as alíquotas de Imposto sobre produtos industrializados para embalagens recicláveis.
- Projeto de Lei N° 5.544/2001 - Obriga a contratação de mão de obra para classificação de lixo nos Aterros sanitários.
- Projeto de Lei N° 6.080/2002 - Dispõe sobre a coleta, seleção, tratamento e destinação do lixo urbano.

- Projeto de Lei N° 6.298/2002 - Obriga as empresas produtoras e distribuidoras e que comercializam disquetes, a realizar o seu recolhimento quando inutilizados, dando-lhes destinação sem causar poluição ambiental.
- Projeto de Lei N° 1.016/03 - Obriga o fabricante de produto embalado em recipiente descartável a destinar à educação ambiental 10% do valor gasto com a propaganda do produto.
- Projeto de Lei N° 2.440/03 - Destinação de Pilhas e Baterias. O projeto proíbe o despejo dos resíduos desses produtos em Aterros sanitários destinados a resíduos domiciliares. Os estabelecimentos que comercializam baterias, pilhas ou lâmpadas, assim como a rede de assistência técnica autorizada pelos fabricantes e importadores desses produtos, ficam obrigados a aceitar dos usuários a devolução das unidades usadas, cujas características sejam similares àquelas comercializadas.
- Projeto de Lei N° 2.530/03 - A possibilidade de os municípios criarem consórcios para o gerenciamento do serviço público de limpeza urbana. O consórcio permitirá que os municípios e o Distrito Federal se unam em associações para realizarem serviços de coleta, remoção, transporte, tratamento e disposição final de resíduos sólidos.
- Projeto de Lei N° 2.659/03 – Fundlixo – propõe a criação do Fundo Nacional de Apoio aos Municípios para Programas de Coleta, Destinação e Tratamento de Resíduos Sólidos e Hospitalares Urbanos (Fundlixo).
- Projeto de Lei N° 2.929/04 – torna obrigatória a coleta seletiva de lixo em locais públicos com movimentação de pessoas superior a 1.000 (mil) pessoas/dia. Entre os locais que ficariam obrigados a fazer coleta estão

aeroportos, rodoviárias, teatros, cinemas, estádios, centros comerciais, escolas e hospitais.

- Projeto de Lei N° 4.906/05 - As embalagens não-biodegradáveis poderão exibir uma tarja indicando a sua natureza. A proposta pretende alertar o consumidor para o tipo de embalagem que ele está adquirindo e o dano que ela pode causar ao meio-ambiente.

Requisitos e Normas Ambientais pesquisadas:

- LEI n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981 Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
- NBR - 843 - apresentação de projetos de Aterros sanitários de resíduos sólidos.
- NBR 10.004/87 - Resíduos sólidos – Classificação.
- NBR 10.007/87 - Amostragem de resíduos – Procedimento.
- NBR 12.235/88 - Armazenamento de resíduos sólidos perigosos – Procedimento.
- NBR 11.174/89 - Armazenamento de resíduos classes II - não inertes e III - inertes – Procedimento.
- NBR 13.463/95 - Coleta de resíduos sólidos e sua classificação.
- NBR 13.464/95 - Varrição de vias e logradouros públicos – Classificação.
- NBR 12.808/93 - Resíduos de serviço de saúde Classificação.
- NBR – 1.264 - Armazenamento de resíduos classe II (não inertes) e classe III (inertes).
- NBR – 8.419 - apresentação de projetos de Aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos.

- Resolução da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN - N° 6.05.
- Resolução CONAMA nº 6, de 19 de setembro de 1991 - Dispõe sobre a incineração de resíduos sólidos provenientes de estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos.
- Resolução CONAMA nº 05, 05 de agosto de 1993 - Estabelece definições, classificação e procedimentos mínimos para o gerenciamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.
- Resolução CONAMA nº 257, de 30 de junho de 1999 – Estabelece a forma de descarte de pilhas e baterias usadas.
- Resolução CONAMA nº 258, de 26 de agosto de 1999 – Estabelece regras às empresas fabricantes e importadores de pneumáticos para dar destino ambientalmente adequado aos resíduos.
- Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril 2001 - Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.
- RESOLUÇÃO CONAMA N° 307, de 05 de julho de 2002 - Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
- RESOLUÇÃO CONAMA N° 308, de 21 de março de 2002 - Licenciamento ambiental de sistemas de disposição final dos resíduos sólidos urbanos gerados em municípios de pequeno porte.
- Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro 2002 - Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.