



### III-207 - COMPREENDER E GERENCIAR A LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: O CASO DE ITUIUTABA – MG

Msc. Flávio da Costa Santos

UFU, [bay@cemig.com.br](mailto:bay@cemig.com.br)

Phd. Manfred Fehr

UFU, [prosec22@yahoo.com](mailto:prosec22@yahoo.com)

#### RESUMO

Este artigo científico apresenta um diagnóstico e um modelo pró-ativo para a gestão ambiental dos Resíduos Sólidos Urbanos. 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 “up-grade” em sua eficiência em gestão ambiental. 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 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 projeta-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 para 99 anos. O estudo do reverso da logística dos resíduos é uma contribuição para subsidiar a prefeitura na gestão dos resíduos sólidos.

**PALAVRAS CHAVE:** Aterro, Cooperativa, Compostagem, Ituiutaba, Logística Reversa, Resíduos Sólidos Urbanos.

#### 1. INTRODUÇÃO

Este artigo objetiva caracterizar os principais resíduos sólidos urbanos, os custos de manutenção do Aterro, contra-sensos e a logística reversa existente para os resíduos sólidos urbanos existentes em Ituiutaba (MG). Objetiva ainda verificar o que a cidade necessita realizar para aumentar a eficiência da reintegração ambiental dos resíduos sólidos urbanos e assim, permitir ao prolongamento da vida útil do aterro e performance da cidade na área do saneamento.

No Brasil a média para cada pessoa é de 400 gramas/habitante/dia de resíduos (Associação Anima - Cultura e Desenvolvimento Sustentável). Já a pesquisa 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)*.

A logística reversa se propõe a contrapor o modelo atual denominado “one way”, onde os resíduos não voltam como insumos para as indústrias e fábricas, mas ficam nas ruas, rios e terrenos indo para os lixões e aterros sendo parte integrante do velho paradigma econômico do “jogar fora”, “sem utilidade”, “algo desprezível”, “sujeira” ou 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; obediência aos requisitos legais, normativos e condicionantes dos órgãos ambientais e de licenciamento; 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 manutenção da saúde pública e do meio ambiente.

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 em relação ao modelo atual de aterramento dos resíduos.

## 2. MÉTODOS

### 2.1 Histórico da Gestão dos Resíduos no Município de Ituiutaba

A partir de abril de 2005 o Departamento de Serviços Públicos da prefeitura passou a operar o Aterro Sanitário e o programa da coleta seletiva. A coleta de resíduos informal se dá através dos varejistas da logística reversa (catadores). A coleta de resíduos seletiva formal é realizada através da Cooperativa por meio de caminhões. A frequência da coleta tradicional varia de acordo com a região. Na parte central e comercial da cidade a coleta é diária, após o horário comercial. Para regiões residenciais a coleta é realizada três vezes por semana.

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. 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 mesmos. Com isso, evitar o encaminhamento indevido dos resíduos secos para o aterro promovendo o prolongamento de sua vida útil. Mesmo com todo o treinamento e educação ambiental dispensada a população, não mais que 30% dos moradores atendiam a solicitação de separação e disposição dos resíduos para o recolhimento. Espera-se deles que, quando o caminhão passe pela rua avisando-lhes através de um sinal emitido por um sino afixado no veículo da Cooperativa, que os mesmos deixem suas residências e entreguem os resíduos secos para os catadores. Como existe um prévio conhecimento, alguns moradores deixam os resíduos secos dentro do terreno de suas casas e autorizam os Cooperados a adentrar e recolher os resíduos. Pode-se constatar que alguns moradores guardam os resíduos secos para parentes e/ou catadores aos quais querem ajudar. Dentre os principais motivos que faz com que exista esta lacuna de 70% de possibilidades de participação à coleta diferenciada que a população ainda não atende estão:

- O grande número de catadores ambulantes. Com seu oportunismo eles antevêm a disponibilidade dos resíduos secos recicláveis, limpos, separados em sacos distintos fazem a coleta dos mesmos antes da passagem do caminhão da coleta diferenciada.
- 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.

A Cooperativa gera atualmente 27 empregos diretos para pessoas que, em sua grande maioria, viviam da renda obtida no antigo Lixão municipal de Ituiutaba. Ela ainda não é auto-sustentável. Por ser de relevante caráter social ele conta com o apoio e subsídios da Prefeitura e da SAE para se manter e dar dignidade às pessoas que lá trabalham.

Das vinte (20) toneladas de resíduos recicláveis que passam pela Cooperativa 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 quatro (04) toneladas (20%). 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 e comercializadores. A Cooperativa funciona também como Posto de recolhimento de resíduos e de entrega voluntária para aqueles que o desejarem.

Segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) referentes ao censo de 2002, 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 esse valor sobe para 2,10 Kg/habitante/dia de resíduos gerados. O serviço de recolhimento de resíduos atende a 100% da população urbana.



Os “varejistas” da coleta diferenciada têm um papel fundamental na separação e no encaminhamento dos resíduos para que possam ser reciclados nas indústrias.

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 têm seu valor em “moeda corrente”, tendo sua comercialização garantida em várias partes do país. 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.

## 2.2. Diagnóstico da Logística Reversa dos Resíduos Existente

A proposta da criação do Aterro Sanitário de Ituiutaba é a de receber os rejeitos, que hoje não tem valor comercial, bem como os resíduos de construção civil e os orgânicos putrescíveis, pois existe área específica para compostagem dos mesmos. 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 será tratado em duas fases. Inicialmente, em um reator anaeróbio de fluxo ascendente, na própria área do aterro. Em seguida, por meio de tubulação, seguirá em queda natural para a ERPAI<sup>1</sup> onde será finalizado o tratamento.

O custo de manutenção atual do aterro gira em torno de vinte e cinco mil reais (R\$25.000,00) ao mês. De acordo com os dados disponibilizados pela Prefeitura, a partir de uma densidade aparente (massa específica) de 170 Kg/m<sup>3</sup>, 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. Mesmo com toda essa mobilização ainda chegam até o aterro sanitário uma grande quantidade de resíduos secos que poderiam retornar para a cadeia de insumos e serem reintegrados ambientalmente. Sem falar nos resíduos úmidos, os quais poderiam ser destinados à compostagem e então desviados do aterro para que seja prolongada a sua vida útil. De acordo com os dados do dimensionamento do aterro sanitário (Figura 1) estima-se que aproximadamente 60% dos resíduos gerados sejam conduzidos para o aterro. Entre os resíduos, destacam-se os: industriais, orgânicos putrescíveis (úmidos) e os rejeitos que não são aproveitados e valorados na coleta diferenciada. Para os recicláveis o modelo aponta o caminho da coleta seletiva ou diferenciada.

<sup>1</sup> ERPAI – Estação de Recuperação e Preservação Ambiental de Ituiutaba, onde são tratados mais de 70% do esgoto de Ituiutaba.



Ano	População	TON (T)	RESÍDUOS INDUSTRIAIS	RESÍDUOS GERADOS NA ETE	VOLUME TOTAL	COMPACTADO 1/3	ACUMULADO COMPACTADO	PRODUÇÃO ACUMULADA
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

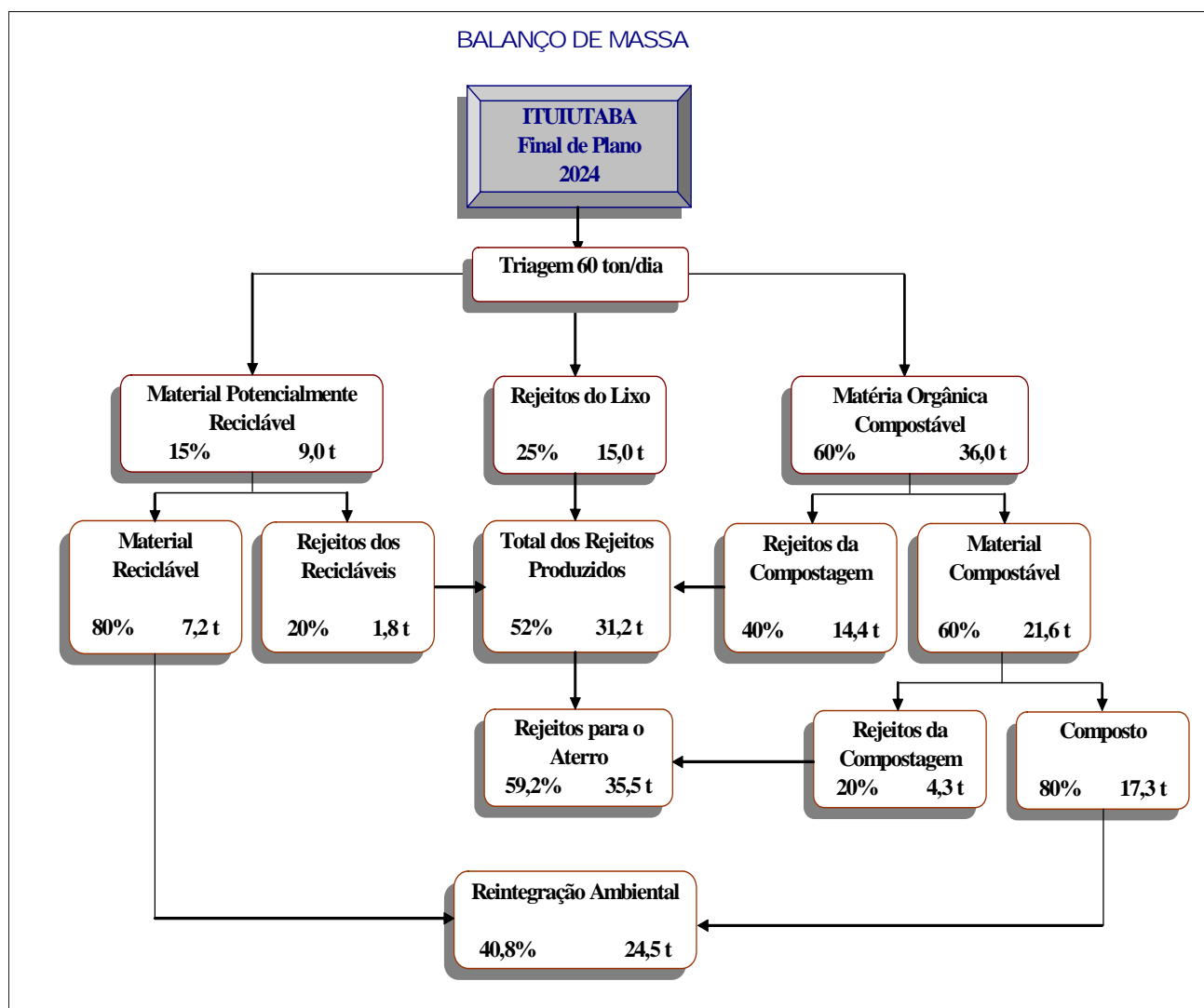
VIDA ÚTIL DA PRIMEIRA PLATAFORMA	73207	73207
VIDA ÚTIL DA SEGUNDA PLATAFORMA	205641	278848
VIDA ÚTIL DA TERCEIRA PLATAFORMA	268042	546890

**Figura 1.** Tabela com os dados do dimensionamento para o Aterro de Ituiutaba sem logística reversa dos resíduos domiciliares.

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

Alguns caminhos da logística reversa dos resíduos em Ituiutaba foram identificados. Os resíduos são comercializados por empresas da cidade, da circunvizinhança e de outros estados, a exemplo do estado de São Paulo. A sua comercialização é condicionada ao preço de mercado, atualmente globalizado e regido pela lei da oferta e procura de mercado.

Analisando-se de forma criteriosa o Balanço de Massa (Figura 2) e as informações prestadas pela Prefeitura verifica-se que os resíduos são divididos em domiciliares e industriais, na proporção de 45 e 15 toneladas, respectivamente.



**Figura 2.** 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, 35,5 toneladas são consideradas “rejeitos” e atualmente são depositados 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 sendo dispostos 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. Os resíduos de poda e capina estão sendo depositados em locais específicos, no aterro, a fim de passarem pelo processo de decomposição natural. Destaca-se ainda que o modelo não contempla a reintegração ambiental da matéria orgânica putrescível que tem como “norte” a decomposição anaeróbica, bem como a liberação de gases para o meio.

Na Cooperativa os resíduos são separados, prensados e depois vendidos. 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. O preço do resíduo a ser adquirido varia de acordo com a qualidade do material. A qualidade está ligada à presença de impurezas (gordura, restos orgânicos, alças metálicas, grampos, etiquetas, papel sanitário), umidade e misturas impregnadas no resíduo. Essas impurezas reduzem o preço de venda e exigem maior cuidado na lavagem antes do processamento. A geração de rejeitos, que são encaminhados para o Aterro, é significativa em relação aos resíduos secos pré-ciclados. Na Figura 3 encontram-se uma tabela com os preços médios de compra e venda dos principais resíduos comercializados pela Cooperativa e pelos varejistas da logística reversa.



RESÍDUO	PREÇO COMPRA	PREÇO VENDA
Alumínio Duro – panela, veneziana	R\$0,50 a R\$0,70	R\$4,00
Arquivo escritório (caderno, apostila, livros).	R\$0,05 a R\$0,16	R\$0,20 a R\$0,30
Caixaria	R\$0,10	R\$5,00
Cobre (Cu) misto - (queimado)	R\$1,00	-----
Cobre (Cu) nu (cabo ou fio)	R\$5,00	R\$10,00
Copos descartáveis	R\$0,10	R\$0,35
Garrafinhas, baldes e bacias.	R\$0,05 a R\$0,60	R\$0,80 a R\$1,60
Jornal	R\$0,05	R\$0,16
Latas de alumínio (Al)	R\$2,70 a R\$3,50	R\$3,00 a R\$3,50
Latas de óleo (sucatas, flander).	R\$0,03	R\$0,13
Metal (latão) e ferragens	R\$0,04	R\$0,30
Papelão	R\$0,08 a R\$0,18	R\$0,12 a R\$0,22
PEAD (polietileno alta densidade)	R\$0,12 a R\$0,35	R\$0,80 a R\$1,60
PET (polietileno tereftalato –	R\$0,45 a R\$0,55	R\$0,55 a R\$0,70
Plástico Duro	R\$0,06 a R\$0,12	R\$0,12 a R\$0,22
Plástico mole colorido/branco-pe	R\$0,20 a R\$0,50	R\$0,95 a R\$2,00
Revista	R\$0,05	-----
Sucata Ferro: Tanquinho, geladeira, cadeira...	R\$0,03 a R\$0,15	R\$0,15 a R\$0,20
Tetra Pak	Doação	-----
Vasilhame de óleo lubrificante	R\$0,05 a R\$0,35	R\$0,40

**Figura 3.** Tabela dos principais resíduos comercializados com seus preços médios de compra e de venda na cidade de Ituiutaba. Referência – junho de 2008. Preço em Real / Kg (moeda brasileira), equivalência 1US\$=1,60 Reais.

### 2.3. Caracterização dos Resíduos Domésticos em Ituiutaba

Foi realizada, em um prédio residencial com 6 apartamentos e 18 moradores em Ituiutaba, a separação, pesagem e classificação dos resíduos 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. 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 4.

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

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

**Figura 4.** Tabela com a classificação qualitativa e quantitativa dos resíduos domésticos, novembro 2006.

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





### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Modelo Pró-Ativo para a Gestão ambiental e a Logística Reversa dos Resíduos em Ituiutaba

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. Com os resíduos sendo separados pela população em secos e úmidos, manter-se-á o material, selecionado na origem, com boa qualidade até o envio para a ciclagem dos materiais. Para a implantação desse novo modelo a população deve ser re-orientada na forma como proceder para que a compostagem dos resíduos úmidos seja realizada. Em sequência, 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>2</sup>. Para a compostagem, basta tão somente depositar os resíduos úmidos em um local, preferencialmente, sombreado, revirá-los duas vezes por semana, mantendo-se os mesmos umedecidos. Ressalta-se que, ao adotar esses procedimentos, não há o desprendimento de odor desagradável proveniente da decomposição e compostagem. Na nova coleta os resíduos seriam encaminhados para local específico no aterro municipal, onde seria realizada a sua compostagem, de forma centralizada, e não mais o seu aterramento. Lá chegando, os resíduos úmidos seriam dispostos em leiras a fim de serem decompostos através do processo aeróbio até perder grande parte de sua massa. Com a ajuda de máquinas, far-se-á o revolvimento dos resíduos, duas vezes por semana, para que o processo anaeróbio não venha ocorrer. Ao final do processo de decomposição e peneiramento ter-se-á o húmus como produto final para ser disponibilizado ao público, para venda ou doações. A separação física visar dar qualidade ao produto. Qualidade esta, que será obtida a partir da retirada dos rejeitos e resíduos secos que porventura estejam presentes na amostra. Para os resíduos úmidos que não foram decompostos, far-se-á sua re-introdução no processo de compostagem. Assim sendo, os resíduos úmidos que forem disponibilizados, não mais estariam misturados aos resíduos secos e se obteria as vantagens de se ter um adubo orgânico de baixo custo e de alta qualidade em macro e micro nutrientes. Com todo o esforço despendido na separação e compostagem dos resíduos úmidos, estando o composto formado inapto para uso, o mesmo deve ser aterrado. Com isso, 70% da massa do composto será reduzida e os resíduos estarão biologicamente inertes. Com a compostagem teríamos uma redução drástica do material a ser aterrado, passando das atuais 35,5 toneladas (Figura 2 – 59% das 60t/dia de resíduos produzidos em Ituiutaba) para 10,32 toneladas (Figura 5) – 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 5), de 82,8% se assemelha aos 81,8% indicados e citados por (CASTRO et. al, 1998) para a cidade de Uberlândia (MG).

Analisando a Figura 1, 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 2 para o aterramento dos resíduos, que é diária.

Para que o projeto possa ter êxito faz-se necessário promover propagandas na mídia televisiva e escrita. Não obstante, deve-se prover a reeducação ambiental da população tijucana 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. Eles teriam o compromisso e supervisão, da meta estabelecida, pela respectiva universidade.

Mesmo com a reeducação da 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, podem conter, indevidamente, os resíduos secos/rejeitos. Isso acontecendo, faz-se mister que os resíduos passem por uma separação por pessoas treinadas e capacitadas para esse serviço. Essas pessoas devem 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.

<sup>2</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.



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

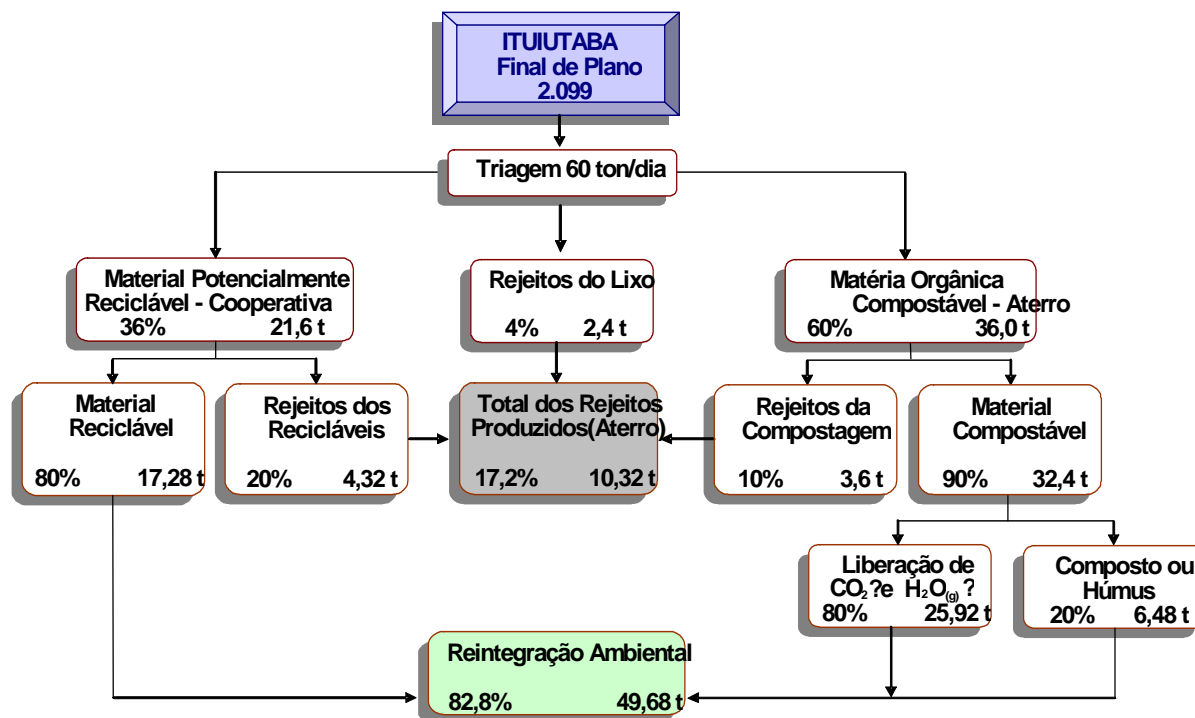


Figura 5. A proposta de balanço de massa do aterro na logística reversa – o desvio dos resíduos orgânicos putrescíveis.

Organização: SANTOS, Flavio Costa e FEHR, Manfred, novembro /2006.

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 verificar e prover uma 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. Para o transporte dos resíduos úmidos nessa nova coleta, o ideal é que os veículos que façam o transporte sejam do tipo “carroceria aberta”. Os veículos fabricados com tecnologia antiga, 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. Esse argumento é apoiado no que acontece hoje no aterro de Ituiutaba, que, mesmo após a implantação da coleta seletiva, nota-se a presença 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 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. A finalidade é que eles possam ser picados e triturados em pequenos pedaços e compostados e, por fim, obter o húmus. O triturador está projetado para funcionar no aterro sanitário, conforme descrito na planta do aterro, porém ele ainda não existe no local, conforme visita “in loco” em junho de 2006.

Com a obtenção do húmus a Prefeitura local poderá doá-lo a: creches, orfanatos e asilos adubarem as suas hortas. Poderá ainda, promover a sua venda 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 comercializadores. Os varejistas da logística reversa também devem continuar com o seu trabalho diário de coleta e venda aos compradores e comercializadores de resíduos secos. Não devendo, portanto, os resíduos secos serem 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. A população necessita fazer a sua parte separando e realizando, quando possível, a compostagem dos resíduos úmidos.

A elaboração, aprovação e publicação de uma lei municipal em referência aos Resíduos Sólidos Urbanos viria ratificar a aplicação das boas práticas, aqui descritas, em saneamento no município de Ituiutaba. Práticas essas, que seriam norteadoras na busca da sustentabilidade na gestão dos resíduos. Dessa forma, mesmo com a mudança da Governança no Poder Público devido aos pleitos municipais, as melhores práticas estariam asseguradas por força de lei.

### **3.2. Os Contra-sensos e as Falhas Técnicas que Impedem uma maior Reintegração Ambiental dos Resíduos Sólidos Urbanos**

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 e das minhocas, revolvimento, umidade e pelo emprego de técnicas adequadas 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 2 (Prefeitura de Ituiutaba) com o Organograma da Figura 5 (modelo pró-ativo) tem-se que a reintegração ambiental passará de 40,8% (24,5 toneladas) para 82,8% (42,68 toneladas) e que as 60 toneladas de rejeitos que seriam enterrados passam por uma drástica redução para 10,32 toneladas no modelo pró-ativo. As diferenças básicas do Organograma da Figura 5, 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 consequências, que são a grande liberação dos gases liberados pela atmosfera. Destaca-se ainda a redução na geração de chorume, pois a compostagem se dará de forma aeróbica com revolvimento da massa corpórea.

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 advêm da 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). Em suma, para os resíduos e rejeitos aterrados, segundo a compactação citada pelo órgão ambiental mineiro, ter-se-á maior quantidade ( $530 \text{ Kg/m}^3$ ) de resíduos compactados por metro cúbico, fazendo com que caiba mais resíduo na área reservada para o aterramento dos resíduos.

O crescimento vegetativo de 1,65%, descrito pela Prefeitura de Ituiutaba, está acima da taxa estadual de 1,44% ao ano, conforme indicador geográfico do IBGE – 1.995/2.000. Porém, a taxa citada se mantém até o ano de



2.024, o que contraria a projeção da taxa, 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 1, 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.

Logo, 60% dos resíduos gerados seriam aterrados. Em visita “*in loco*” ao aterro municipal verificou-se que a situação atual no local é ambientalmente desfavorável ao que se propõe o 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 2, 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). Isso se dá porque grande parte do resíduo úmido que deveria passar pelo processo da compostagem está, também, sendo aterrado.

Desta forma, tem-se que a produção anual acumulada no aterro em metros cúbicos é maior do que a descrita na Figura 1 (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 2, 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 2009, é iniciar os trabalhos de compostagem a uma taxa de 20% ao ano de participação, quando no ano de 2.016, 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. O caminho para o prolongamento da vida útil do aterro sanitário passa pela reeducação da população tijucana a fim de mostrar os meios e caminhos para que os resíduos úmidos possam ser compostados. Ituiutaba (MG) tem 28.844 (vinte e oito mil, oitocentos e quarenta e quatro) clientes residenciais que recebem continuamente energia elétrica, sendo necessário, portanto, 09 pessoas para promover a educação ambiental em 1 (um) ano (28.844 residências / 3.360 residências/pessoa/ano) para uma população de 90.000 habitantes. 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 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.

#### 4. CONCLUSÕES

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. Conseguiu-se identificar os principais contra-sensos e falhas técnicas de modelo de gestão que ocorrem no município de Ituiutaba:

- Ausência de um triturador de galhos e folhagens no aterro municipal;
- A não compostagem dos resíduos orgânicos putrescíveis;
- Não existência de um trabalho persistente de reeducação ambiental para as áreas/bairros que não colaboram com a coleta seletiva no município;
- A prática da coleta tradicional prevalece, apesar de todo trabalho de educação ambiental realizado;



- O aterramento de muitos resíduos do tipo seco, pela não existência de uma esteira no aterro para averiguação e certificação dos resíduos que lá chegam;
- A compactação dos resíduos é realizada por máquina de peso inferior ao ideal.

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, justifica-se a possibilidade e a necessidade de subvencionar e/ou tutelar o trabalho de separação e encaminhamento dos resíduos secos e rejeitos realizado pela Cooperativa. Trabalho este, que será de fundamental importância para a cidade.

O modelo pró-ativo de logística reversa 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. Ele corrige as deficiências apontadas e prolonga a vida útil do aterro em 75 anos. A implantação do novo modelo exige um esforço de educação ambiental. 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, poderá exigir nas urnas que o município seja pró-ativo para a questão do saneamento.

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.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Associação Anima - Cultura e Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <<http://www.apliquim.com.br>>. Acesso em: 18 jan. 2006.
2. 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.
3. CASTRO, Alaor de Almeida et al. Saneamento - Belo Horizonte: UFMG/EG, 1995. 221p. (Manual de Saneamento e proteção ambiental para municípios).
4. CASTRO, M.S.M.V. de 1998 - Uma análise comparativa do modelo de gestão de resíduos domiciliares em Uberlândia Dissertação de mestrado, UFU, Uberlândia.
5. CEMPRE, Compromisso Empresarial para a Reciclagem, Disponível em: <<http://www.cempre.org.br/>>. Acesso em: 27 mar. 2004.
6. Compostagem e vermicompostagem. Disponível em: <<http://www.inews.inf.br:8000/cgi-bin/nph>>. Acesso em: 30 jun. 2006.
7. DORNIER, Philippe et al. Logística e Operações Globais. São Paulo: Editora Atlas, 2000.
8. DURNING, A. How much is enough? The consumer society and the future of the Earth. New York, WW Norton & Co., 1992.
9. FEHR, Manfred; CASTRO, M. S.; CALÇADO, M. R. Lixo biodegradável no aterro, nunca mais - Banas Ambiental, São Paulo, 2 (10): 12-20 (2001) ISSN.
10. FIGUEIREDO, P.J.M. Os resíduos sólidos e sua significação frente ao impasse ambiental e energético da atualidade Tese de doutorado, UNICAMP, Campinas, 1992.
11. 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.
12. JARDIM, Nilza Silva et al. Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado/ São Paulo: Instituto de Pesquisas tecnológicas/CEMPRE, 1995. 278p. (Publicação) IPT 2163).
13. LIXO, o que fazer com a parte reciclável do seu lixo. Disponível em: <<http://www.lixo.com.br/>>. Acesso em: 08 maio 2004.
14. 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.
15. Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios – Vol I – FEAM – 3º Edição.
16. 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.
17. PEREIRA NETO, João T. Manual de compostagem - processo de baixo custo, Belo Horizonte: UFMG, 1996. 56p.



18. Relatório de Controle Ambiental da Central de Tratamento e Destinação Final de Resíduos Sólidos de Ituiutaba (2000).
19. Reverse Logistic Executive Council. Disponível em: <<http://www.rlec.org>>. Acesso em: 02 maio 2005.
20. ROGERS, Dale S., TIBBEN. LEMBKE, Ronald S. Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices. Reno, University of Nevada: 1999.
21. SAE - Superintendência de Água e Esgoto. Disponível em: <<http://www.saeituiutaba.com.br>>. Acesso em: 30 jun. 2005.
22. SANTOS, F. C. A logística reversa de resíduos sólidos em Ituiutaba: do diagnóstico à elaboração de um modelo pró-ativo. Dissertação Mestrado UFU. Disponível em <[http://www.ig.ufu.br/posgrad/disserta/2007/flavio\\_costa.html](http://www.ig.ufu.br/posgrad/disserta/2007/flavio_costa.html)>. Acesso em 01 março 2008.
23. SEWELL, G.H. Administração e controle da qualidade ambiental. São Paulo, USP, 1978.
24. STOCK, James R. Reverse Logistics Programs. Illinois: Council of Logistics Management, 1998.