

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

INSTITUTO DE GEOGRAFIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM GEOGRAFIA E GESTÃO DO TERRITÓRIO

LINHA DE PESQUISA: ANÁLISE, PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL

**O APORTE DA COMUNIDADE ESCOLAR À COLETA
DIFERENCIADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES**

MAX MACIEL DE OLIVEIRA E DOMINGUES

UBERLÂNDIA

2005

MAX MACIEL DE OLIVEIRA E DOMINGUES

**O APORTE DA COMUNIDADE ESCOLAR À COLETA
DIFERENCIADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES**

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

Área de Concentração: Geografia e Gestão do Território

Linha de Pesquisa: Análise, Planejamento e Gestão Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Manfred Fehr

Uberlândia – MG

2005

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborado pelo Sistema de Bibliotecas da UFU / Setor de Catalogação
e Classificação - mg / 04/05

D713a Domingues, Max Maciel de Oliveira, 1974-
O aporte da comunidade escolar à coleta diferenciada de re-
síduos sólidos domiciliares / Max Maciel de Oliveira Domingues. -
Uberlândia, 2005.
100f. : il.
Orientador: Manfred Fehr.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Geografia.
Inclui bibliografia.
1. Geografia física - Teses. 2. Lixo - Araguari (MG) - Teses. 3.
Resíduos sólidos - Teses. 4. Aterro sanitário – Araguari (MG) -
Teses. 5. Educação ambiental - Teses. I. Fehr, Manfred. II. Uni-
versidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Gradua-
ção em Geografia. III. Título.

CDU: 911.2(043.3)
628.54(815.61)(043.3)

MAX MACIEL DE OLIVEIRA E DOMINGUES

**O APORTE DA COMUNIDADE ESCOLAR À COLETA
DIFERENCIADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES**

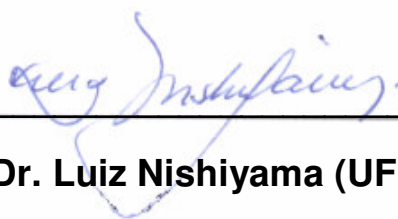
BANCA AVALIADORA:



Prof. Dr. Manfred Fehr (Orientador)



Prof. Dr. Valdir Schalch (USP / EESC / DHS)



Prof. Dr. Luiz Nishiyama (UFU / IG)

Resultado: aprovado

Uberlândia, 01 de Junho de 2005.

À minha avó
Terezinha, pela sua luta em
vida...

AGRADECIMENTOS

Ao professor Manfred Fehr, por ser mais que um orientador, um amigo presente em todos os momentos e com quem tive a grande honra de aprender com seus ensinamentos e humildade.

Ao amigo Jose Luiz Viana do Couto que mesmo distante, muito me auxiliou com sua grande sabedoria e atenção.

A toda a Escola Antonio Nunes. Alunos, professores, diretora e serventes que direta ou indiretamente contribuíram para o sucesso do trabalho. Um agradecimento especial à professora Dione por me auxiliar a conduzir o projeto, sempre disposta e pronta a ajudar no que fosse preciso.

À Prefeitura Municipal de Araguari, representada pela Secretaria Municipal de Meio ambiente na figura do técnico Mauro Rodrigues, presente em todos os momentos da dissertação com o apoio logístico necessário assim como a amizade e incentivo ao desenvolvimento do trabalho.

A minha namorada Lívia Rodrigues Tomás, por me ajudar e estar ao meu lado em todos os momentos.

*“Semeia um pensamento e colherás um desejo; semeia um desejo e colherás a ação;
semeia a ação e colherás um hábito; semeia o hábito e colherás o caráter”.*

(Tihamer Toth)

RESUMO

Este trabalho consiste na introdução à comunidade escolar do conceito e da prática de compostagem e o que ela representa em termos de desvio de resíduos biodegradáveis do aterro municipal. Numa comunidade cabaia em Araguari, a escola Estadual Antonio Nunes de Carvalho Filho, foi realizada uma experiência de compostagem utilizando-se resíduos biodegradáveis oriundos de sua cantina como também das residências dos próprios alunos e alguns empreendimentos doadores que se situam nas redondezas da escola. Para o município de Araguari, a experiência integra o estudo de um novo sistema de gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares na cidade que está em fase de implantação pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente. O desenvolvimento do trabalho junto à comunidade escolar para introduzir o assunto, obter aceitação e participação dos alunos e professores, e produzir duas bateladas de composto, teve duração de oito meses. Como resultado da compostagem, foi formado um composto de boa qualidade que será utilizado na horta já existente na escola e na criação de um novo sistema de arborização também na escola. Em atendimento a um dos objetivos do estudo, a prática de compostagem passa agora a ser considerada como candidata a integrar a grade curricular da escola em questão. Espera-se que após este aprendizado, a comunidade escolar multiplique seus conhecimentos aos cidadãos que convivem com ela, direta ou indiretamente, situação esta já demonstrada através de uma primeira experiência de extrapolação feita pelos alunos da Escola Antonio Nunes para os alunos da Escola Centro Educacional Municipal Mário da Silva Pereira. A partir desta multiplicação de conhecimentos, uma adaptação, aceitação e compreensão da coleta diferenciada de resíduos sólidos a ser desenvolvida em todas as residências de Araguari, num futuro muito próximo, será facilitada. Para se ter um futuro sustentável é imprescindível que haja uma mudança de atitudes nas pessoas e o presente estudo contribuiu para que isso acontecesse.

Palavras-chave: coleta diferenciada, educação ambiental, gestão ambiental, desvio de aterro, modelos de gestão, resíduos sólidos domiciliares, aterro sanitário.

ABSTRACT

This research introduced the concept and practice of composting to a school community. It represents a possible option of diverting a considerable amount of organic residues from the Municipal Landfill. At a test community in Araguari, the Escola Estadual Antônio Nunes de Carvalho Filho, a composting experience was planned and executed using biodegradable waste from the school kitchen and also from students' homes and some commercial donators located in the school's neighborhood. This experience is part of the study of a new system of household waste management in the City of Araguari that is being implemented by the Municipal Department of the Environment. The research, from the introduction of the topic, through obtaining students' acceptance and participation, all the way to the production of two batches of compost, took eight months. An excellent quality compost was obtained, which will be used in the school garden and in the creation of a new tree nursery at the school. Attending to one research objective, the composting practice is now being considered as candidate to integrate the course schedule. It is expected that the school community multiplies its knowledge to the citizens who directly or indirectly interact with it. The first experience of this multiplication has already occurred. As part of this project the students of the test school, upon invitation, presented their results to the community of another school, Escola Centro Educacional Municipal Mário da Silva Pereira. After this knowledge multiplication, it will be easier to convey the concept of divided collection of solid waste to all the residences of Araguari in the near future. To have a sustainable future it is essential to change the attitudes of people towards solid waste, and the present project has provided a means to do just that.

Key words: divided waste processing, environmental education, environmental management, landfill diversion, management models, solid waste.

LISTA DE FIGURAS

1 – Localização Geográfica de Araguari dentro do Triângulo Mineiro.....	05
2 – Respiro para saída do gás metano produzido pela decomposição do lixo.....	17
3 – Fases de formação do biogás de aterro.....	19
4 – Aterro Sanitário da Caximba – Curitiba/PR.....	21
5 – Reviramento de leira de compostagem objetivando aeração.....	25
6 – Fases e influência da temperatura no tempo de compostagem.....	27
7 – Influência da umidade nas condições de compostagem e no produto acabado.....	28
8 – Palestra realizada na escola Antonio Nunes com participação de alunos, professores, diretora e funcionários da Secretaria de Meio Ambiente de Araguari.....	34
9 – Área no fundo da escola aonde foi depositada a composteira.....	35
10 – Primeiros resíduos orgânicos dentro da composteira.....	36
11 – Composteira fornecida pela SMMAA e instalada na Escola Antonio Nunes.....	39
12 – Apresentação dos alunos da Escola Antonio Nunes e de sua professora coordenadora da experiência de compostagem.....	48
13 – Diretora e Coordenadora da Escola Centro Educacional Municipal Mário da Silva Pereira, participando da palestra sobre compostagem.....	49
14 – Alunos da escola Antonio Nunes respondendo perguntas do público.....	50
15 – Variação de recolhimento dos resíduos.....	51

16 –Balanço de massa da compostagem.....	53
17 – Horta já existente na escola Antonio Nunes e que utilizará o composto obtido como adubo.....	58

LISTA DE TABELAS

1 – Geração de resíduos sólidos urbanos <i>per capita</i>	08
2 – Composição dos resíduos sólidos urbanos.....	08
3 – Destino dos resíduos sólidos urbanos em alguns países.....	11
4 - Composição típica dos gases orgânicos produzidos pelos RSU.....	14
5 – Acompanhamento do processo de compostagem realizado na Escola Antonio Nunes.....	54

LISTA DE QUADROS

01 – Estratégias para implantação de um programa de educação ambiental.....	44
---	----

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ASCAMARA – Associação dos Catadores de Material Reciclável de Araguari

CEAM – Coordenadoria de Educação Ambiental de São Paulo

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem

CETEC – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais

EPA – U.S. Environmental Protection Agency

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

NBR – Norma Brasileira Registrada

PNSB – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

RSD – Resíduos Sólidos Domiciliares

SMMAA – Secretaria de Meio Ambiente de Araguari

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
1 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
1.1 – OS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS – UMA INTRODUÇÃO	6
1.1.2 – DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	7
1.1.3 – ANÁLISE GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	12
1.1.4 – MODELOS DE GERENCIAMENTO DOS RSU NO BRASIL E NO MUNDO.....	13
1.1.4.1 – O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS EM ARAGUARI.....	16
1.1.5 – OS RESÍDUOS ORGÂNICOS E A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA.....	17
1.1.6 – OS RESÍDUOS ORGÂNICOS E A CONTAMINAÇÃO DO SOLO.....	22
1.1.7 – O ESPAÇO UTILIZADO PARA DISPONIBILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS.....	24
1.2 – A COMPOSTAGEM.....	27
1.2.1 – FATORES QUE AFETAM O PROCESSO DE COMPOSTAGEM.....	29
1.2.1.1 – A influência da aeração no processo de compostagem.....	29
1.2.1.2 – A influência da temperatura no processo de compostagem.....	31
1.2.1.3 – A influência da umidade na compostagem.....	32
1.2.1.4 – A concentração de nutrientes como fator de influência na compostagem.....	33
1.2.1.5 – O Tamanho da partícula.....	34
1.2.2 – BENEFÍCIOS DA COMPOSTAGEM.....	35
1.2.2.1 – Problemas comumente encontrados em compostagem de grande escala	36
2 – METODOLOGIA.....	38
2.1 – A IDEIA E O CONTATO COM AS ESCOLAS.....	38
2.2 – O QUE FOI EXECUTADO NA ESCOLA ANTONIO NUNES	39
2.3 – COMO FOI CONSTRUIDA A COMPOSTEIRA.....	42
3 – A EXTRAPOLAÇÃO DA IDÉIA NAS FAMÍLIAS E NOS BAIRROS A PARTIR DA ESCOLA	45
3.1 – A PRIMEIRA EXPERIÊNCIA DE EXTRAPOLAÇÃO	52
4 – RESULTADOS – APRESENTAÇÃO DAS PLANILHAS E BALANÇO DE MASSA.....	56
5 – DISCUSSÃO.....	60
6 – CONCLUSÕES.....	64
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
ANEXOS.....	73
ANEXO A – ANÁLISE DA QUALIDADE DO MATERIAL ORGÂNICO PRESENTE NO COMPOSTO CRIADO EXPERIMENTALMENTE.....	73

INTRODUÇÃO

Os modelos de coleta dos resíduos sólidos urbanos (RSU) atualmente utilizados pelas cidades do Brasil englobam duas formas especificamente: a coleta mista (coleta aonde se misturam recicláveis e resíduos orgânicos) e a coleta seletiva (separando apenas a parte reciclável e descartando a parte orgânica), utilizando para disposição final dos resíduos recolhidos, os aterros sanitários e os famosos “lixões”.

Em cidades de pequeno porte, estima-se que a quantidade de lixo domiciliar produzida por habitante esteja entre 400 e 600 g diárias e que nos grandes centros esta quantidade pode chegar a 1,5 Kg/hab.dia (Alves, 1996). Mais de 75% de todo o lixo recolhido nas ruas é depositado a céu aberto, sem controle sanitário e sem aproveitamento em processos de compostagem. Em grande parte das cidades, o lixo depositado em céu aberto chega a 100%.

Ambos, lixão (lixo depositado a céu aberto) e aterro sanitário causam vários problemas ao meio ambiente e à sociedade quando mal feitos e/ou operados. Estes problemas podem ser exemplificados como as grandes áreas utilizadas para sua construção, altos custos de manuseio e emissão de gases e líquidos poluentes com falta de controle de suas periculosidades, no caso dos lixões. Além dos problemas acima citados, a presença de aves como gaivotas e urubus em lixões próximos a aeroportos, pode causar acidentes graves. De janeiro de 2000 a junho de 2003 foram registradas cerca de oitenta (80) colisões de aviões com aves, no município do Rio de Janeiro, a maioria nas cercanias do Aeroporto Internacional Antonio Carlos Jobim. Um urubu de 1,5 a 2 kg de peso, chocando-se com um avião a jato que voe a 400 Km/h, corresponde ao impacto de um peso de 7 toneladas (COUTO, 2005).

A quantidade de lixo urbano produzida pelas cidades é tão grande que os sistemas naturais não conseguem reintegrá-lo nos respectivos ciclos biogeoquímicos satisfatoriamente. Por isso o lixo passa a ser considerado um dos maiores responsáveis pela poluição ambiental como também problemas de ordem social e saúde (www.laviet.ufba.br/compostagem/compostagem.htm).

A forma de coleta do lixo adotada pela grande maioria das cidades do Brasil ignora o potencial existente pela parte orgânica e coopera para o aumento indiscriminado dos aterros sanitários e lixões.

A Prefeitura de Araguari, na tentativa de se livrar do problema envolvendo os RSU e sua forma de disponibilização, começou a testar um outro modelo de coleta utilizando-se de uma cooperativa de catadores de resíduos recicláveis (ASCAMARA). Neste modelo, os catadores atuavam de casa em casa, recolhendo as partes recicláveis do lixo, excluindo a parte orgânica. A localização geográfica de Araguari dentro do Triângulo Mineiro pode ser visualizada na Figura 01.

Pretendendo estender o estudo de novos modelos, com objetivo de encontrar um que tenha um maior impacto positivo ao meio ambiente e diminua a quantidade de resíduos recolhida e encaminhada ao aterro sanitário, Araguari solicitou um estudo sobre novos modelos de gestão dos resíduos e a coleta diferenciada foi apontada como uma das formas de solucionar o problema, desta forma, este trabalho servirá como fundamentação para um modelo futuro a ser implantado nesta cidade.

A primeira etapa deste estudo de um novo modelo de gestão já foi finalizada, utilizando-se do conceito e da prática da coleta diferenciada em uma determinada rua da cidade, onde foram feitos testes de compostagem com os resíduos orgânicos recolhidos (SOUSA, 2004).

A coleta diferenciada propõe a separação dos RSU em duas frações: a seca ou inorgânica (vidros, metais, plásticos, papéis e outros) e a molhada, orgânica ou putrescível (restos de alimentos, restos de jardinagem, etc.). Feita esta separação, a parte orgânica seria encaminhada para o processo de compostagem e a parte inorgânica para a triagem, onde os vários componentes recicláveis seriam separados com maior facilidade e menor contaminação.

A segunda parte do estudo é a que se apresenta neste trabalho, onde se inicia o envolvimento das escolas e alunos no modelo da coleta diferenciada, potencializando assim a capacidade de extrapolação do conhecimento adquirido

pela comunidade escolar aos seus familiares e pessoas próximas com objetivo de se estender à toda cidade num período médio de tempo.

Este trabalho encontra sua finalidade prática em vários pontos, entre eles:

- 1) A redução do tamanho do aterro sanitário e aumento de sua vida útil;
- 2) Diminuição da geração de gás metano e de chorume pela decomposição dos resíduos orgânicos;
- 3) Geração de composto orgânico, produto de grande utilidade em condicionamento de solo;
- 4) O estímulo da prática de educação ambiental nas escolas.

O sistema escolar é, na verdade, o protagonista principal das ações de educação ambiental; no entanto, se reconhece a necessidade de ampliar essa responsabilidade para os diferentes setores da sociedade (CEAM -SP).

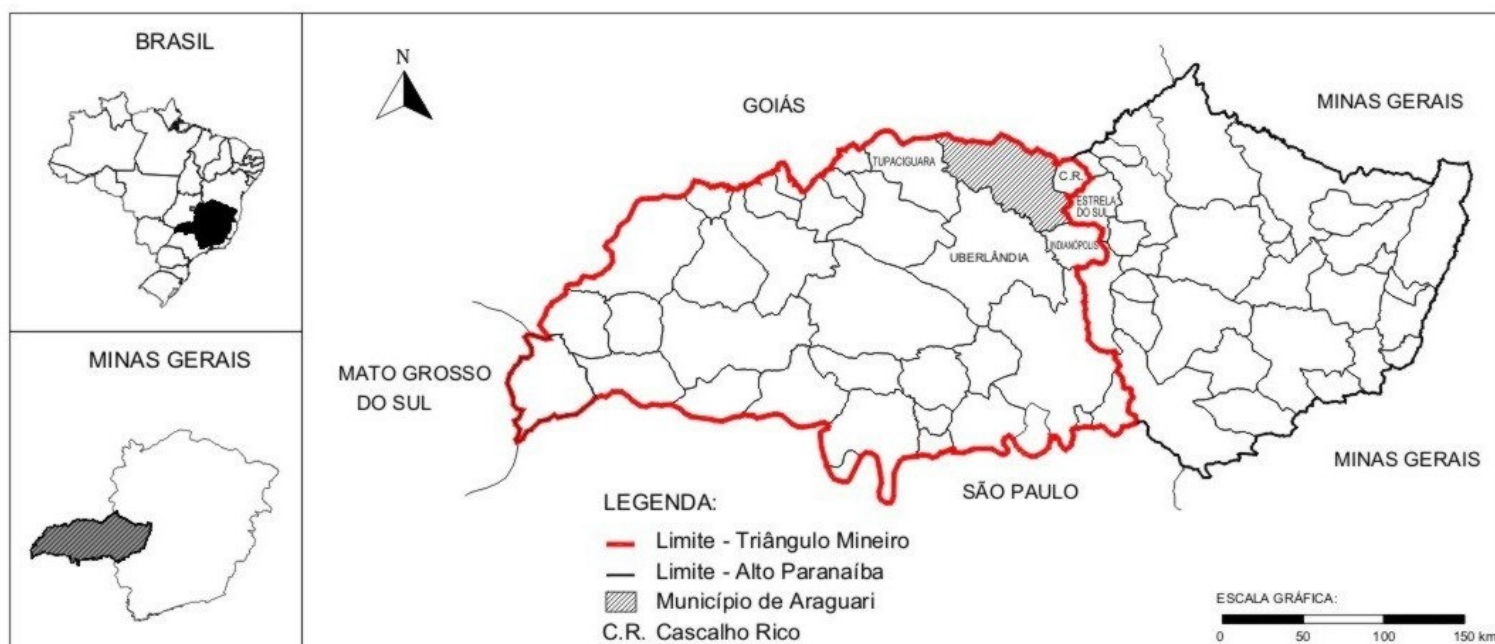
"A educação hoje não é mais vista como um objetivo em si, mas sim como meio para promover mudanças de comportamento e modos de vida, disseminar conhecimentos e desenvolver habilidades, preparando a população para apoiar as mudanças visando a sustentabilidade emanadas de outros setores da sociedade". (Conferência Internacional de Educação e Conscientização Pública para a Sustentabilidade. Thessaloniki, Grécia, 1997).

Todas estas atitudes formam um propósito fundamental da gestão ambiental e o objetivo maior é que aplicando estes conceitos às crianças, elas possam multiplicá-los e estendê-los à toda sociedade em geral.

Os objetivos específicos são:

- 1) Introduzir o correto manuseio dos resíduos sólidos urbanos nas atividades escolares;
- 2) Ensinar à comunidade escolar como é feita a coleta diferenciada e o porquê da sua necessidade;
- 3) Realizar testes de compostagem na própria escola para ilustração prática;
- 4) Deixar o modelo utilizado para continuação posterior;
- 5) Responder à solicitação da Secretaria de Meio Ambiente de Araguari sobre o novo modelo de gestão com os resultados obtidos na escola;
- 6) Medir ou documentar o desvio do aterro que o modelo proporcionou;
- 7) Contribuir com uma parte ao aprimoramento da gestão de resíduos sólidos urbanos de Araguari.

FIGURA 01: LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ARAGUARI NA MESORREGIÃO DO TRIÂNGULO MINEIRO E ALTO PARANAÍBA



FONTE: Divisão Político-Administrativa de Minas Gerais, 1996 - Geominas.

ORGANIZAÇÃO: TOMÁS, L. R. (2005)

1 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 – OS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS – UMA INTRODUÇÃO

Dentro de todo o conceito envolvendo resíduos sólidos, já se foi o tempo que não se dava o devido valor aos mesmos e tratava-os como algo descartável. A partir de agora uma nova designação será dada: “material em trânsito”. E todas as justificativas para o mesmo serão apresentadas no decorrer do trabalho.

Em algumas cidades do Brasil, a produção de lixo tem aumentado em velocidade superior ao do índice de crescimento populacional. A cidade de Nova Iorque, nos Estados Unidos, joga fora a maior quantidade *per capita* diária de lixo - aproximadamente 1,8 kg por pessoa e todos os dias são eliminadas 24 mil toneladas de lixo. A Grande São Paulo, por sua vez, produz, a cada dia, 12 mil toneladas de lixo - equivalentes a 0,6 kg por pessoa -, um volume que exige, para recolhê-lo, 10 mil agentes ambientais e 1.000 caminhões (ROHDEN,2004).

Os resíduos sólidos (lixo), aqueles produzidos em municípios com menos de 50 mil habitantes caracterizam-se por apresentar alto teor de matéria orgânica (50% a 70%) e considerável porcentual (8% a 15%) de material reciclável (PEREIRA NETO, 1995).

Ainda segundo o site www.ambientebrasil.com.br, o lixo pode provocar efeitos maléficos através de:

- Agentes físicos – é o caso do lixo acumulado às margens de curso d'água ou de canais de drenagem e em encostas, provocando o seu assoreamento e deslizamentos;
- Agentes químicos – a poluição atmosférica causada pela queima de lixo a céu aberto, a poluição do solo e a contaminação de lençóis d'água por substâncias químicas presentes na massa de resíduos;
- Agentes biológicos – o lixo mal acondicionado ou depositado em local inadequado constitui um foco de proliferação de vetores transmissores de doenças.

Apesar dos aterros sanitários serem construídos de forma a minimizar os impactos ambientais, eles também produzem resíduos gasosos e líquidos que, diferentemente dos lixões, são passíveis de mitigação devido à sua captura e encaminhamento para sistemas de tratamento que por ventura possam existir, não sendo uma regra aplicada a todos os aterros sanitários e depende exclusivamente de investimentos específicos.

Além dos problemas já citados anteriormente sobre as formas de disponibilização dos resíduos em aterros ou lixões, podemos destacar:

- A poluição da atmosfera através dos gases gerados pela decomposição da parte biodegradável, quando aterrada;
- A poluição das águas, também pela decomposição da parte biodegradável;
- O espaço utilizado para a construção de aterros e lixões.

O lixo é um componente importante do perfil epidemiológico de uma comunidade, exercendo influência, ao lado de outros fatores, sobre a incidência das doenças. Do ponto de vista sanitário, não se pode afirmar que o lixo é causa direta de doenças. No entanto, está comprovado o seu papel na transmissão de doenças [cisticercose, cólera, disenteria, febre tifoide, filariose, giardíase, leishmaniose, leptospirose, peste bubônica, salmonelose, toxoplasmose, tracoma, triquinose] provocadas por macro e microrganismos que vivem ou são atraídos pelo lixo. Estes organismos encontram abrigo e alimento nos resíduos de natureza biológica, como fezes ou restos de origem vegetal, e podem ser agentes responsáveis por enfermidades transmitidas ao homem e a outros animais. (www.ambientebrasil.com.br)

1.1.2 – DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Em definição mais comum, os resíduos sólidos são definidos como o conjunto dos produtos não aproveitados das atividades humanas (domésticas, comerciais, industriais, de serviços de saúde) ou aqueles gerados pela natureza, como folhas, galhos, terra, areia, que são retirados das ruas e logradouros pela operação de varrição e enviados para os locais de destinação ou tratamento. O

termo “lixo” é a forma usual encontrada para a população para designar os seus resíduos sólidos urbanos.

Existem definições diversas para os resíduos sólidos e a ABNT NBR 10004 (Norma Brasileira de Regulamentação) assim o diz:

Resíduos sólidos são resíduos nos estado sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviço e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades torne inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exige para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face de melhor tecnologia disponível.

SALVATO (1982) define os resíduos sólidos de acordo com o estabelecido pela Environmental Protection Agency (EPA):

“...Inclui qualquer rejeito, lixo, lodos de estações de tratamento de esgoto, de tratamento de água, ou equipamentos de controle de poluição, e outros materiais descartados, incluindo sólidos, líquidos, semi-sólidos, ou contendo gases resultantes de atividades industriais, comerciais, mineração agrícola e da comunidade, mas não inclui sólidos ou materiais dissolvidos no esgoto doméstico ou sólidos dissolvidos em águas de escoamento pela irrigação ou por descargas industriais.”

Segundo FERREIRA (2000), a ABNT e SALVATO consideram todos os resíduos, incluindo lixo, como resíduos sólidos. É uma definição bastante generalizada que tem a sua especificidade a partir da classificação; porém a sua especificidade a partir da classificação; torna o conceito em um problema, pois contemplam, também materiais semi-sólidos, líquidos e gases provenientes de tratamentos de água e esgoto, que a princípio necessitam de disposição adequada pela falta de tecnologia e recurso disponíveis para seu tratamento.

Tendo em vista a problemática dos resíduos sólidos como um todo, alguns autores sugerem formas diferentes para a sua classificação. Esta classificação

visa facilitar a identificação, indicando assim as possíveis e mais corretas formas de descarte, manuseio, acondicionamento, coleta, transporte, depósito, etc. A NBR 10004 (1987) é a Norma Técnica Brasileira oficial para definição e classificação dos resíduos sólidos e segundo esta norma, a classificação é feita conforme os riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública.

Segundo a NBR 10004 Os resíduos se classificam em:

- Classe I – Perigosos: são os que apresentam riscos ao meio ambiente e exigem tratamento e disposição especiais, ou que apresentam riscos à saúde pública.
- Classe II – Não-Inertes: são basicamente os resíduos com as características do lixo doméstico. Os resíduos classe II – não inertes podem ter propriedades, tais como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.
- Classe III – Inertes: quaisquer resíduos que, quando amostrados de forma representativa, segundo (NBR 10007) – amostragem de resíduos, e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada; à temperatura ambiente, conforme teste de solubilidade, segundo (NBR 10006) solubilização de resíduos, não tiverem nenhum dos seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, executando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor. Como exemplo desses materiais pode-se citar rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas que não são decompostos prontamente.

Para compreender melhor a definição adotada pela ABNT, faz-se necessário recorrer a outra definição proposta pela mesma Norma NBR 10004 que é a de periculosidade dos resíduos.

De acordo com a NBR 10004, resíduos perigosos são aqueles que possuem características que em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, pode apresentar riscos à saúde pública, provocando ou acentuando, de forma significativa, um aumento de mortalidade ou incidência de

doenças e/ou riscos do meio ambiente, quando o resíduo é manuseado ou destinado de forma inadequada.

Novamente tomando a definição da ABNT NBR 10004:

Resíduos classe I – Perigosos: “São aqueles que apresentam periculosidade, conforme definido anteriormente, ou uma das características seguintes: Inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade¹,

SCHALCH (1995) classifica os resíduos sólidos da seguinte forma:

A) Pela origem

- Residual: é chamado o lixo domiciliar, constituído de restos de alimentação, invólucros diversos, varreduras, folhagem, ciscos e outros;
- Comercial: é proveniente de diversos estabelecimentos comerciais, como escritórios, lojas, hotéis, restaurantes, supermercados, quitandas e outros. É constituído principalmente de papéis, papelão, caixa, restos de lavagem, etc;
- Industrial: proveniente de diferentes áreas da indústria e, portanto, de constituição muito variada;
- Resíduos de serviços de saúde: são constituídos por resíduos das mais diferentes áreas do estabelecimento, refeitório, cozinha, área de patogênicos, administração, limpeza e outro;
- Especial: lixo constituído de resíduos e materiais produzidos periodicamente como: folhagem de limpeza de jardins, restos de poda, animais mortos, entulho;

¹: Não se incluem neste item os resíduos sólidos domiciliares e aqueles gerados nas estações de tratamento de esgotos domésticos”.

- Feira, varrição e outros: proveniente da varrição regular de ruas, conservação de limpeza de núcleos comerciais, limpeza de feiras, constituindo-se de papéis, cigarros, invólucros, restos de capinação, areia, ciscos e folhas.

B) Segundo o grau de biodegradabilidade dos resíduos

- Facilmente degradáveis (F.D): putrescíveis, restos de alimentos, cascas de hortifrutigranjeiros;
- Moderadamente degradáveis (M.D): papel, papelão e outros produtos celulósicos;
- Difícilmente degradáveis (D.D): trapo couro, borracha e madeira;
- Não degradáveis (N.D): vidro, metal, plástico, pedras, terra e outros.

Embora exista a classificação normatizada e outras sugeridas por estudiosos da área, quanto à origem, os resíduos sólidos são geralmente agrupados em (VALLE, 2004):

- a) Domiciliar: proveniente das residências, constituído sobretudo por restos de alimentos e embalagens; pode conter alguns produtos pós-consumo com características perigosas; vulgarmente designado como lixo doméstico;
- b) Comercial: originado em estabelecimentos comerciais e de serviços; pode ter grande variedade de materiais, na maioria, inertes;
- c) Industrial: resultante das atividades industriais; consiste geralmente de borras, lodo, óleos, cinzas, restos de matérias-primas; dependendo do tipo de indústria, pode conter uma gama de materiais e substâncias perigosas;
- d) Hospitalar: também designado como resíduos de serviços de saúde, abrange resíduos patogênicos e infectantes, materiais laboratoriais, material perfurocortante; pode ter frações radioativas;

- e) Agrícola: resultante de atividades agrícolas e pecuárias, inclui as embalagens de pesticidas (resíduos perigoso de recolhimento obrigatório) e os restos de colheitas;
- f) Público: resultado da limpeza urbana; inclui os resíduos de varrição, podas de árvores, restos de feiras-livres, animais mortos em vias públicas;
- g) Entulho: gerado em obras de construção civil, reformas e demolições. Constituído geralmente de materiais inertes em grande parcela recicláveis;
- h) De Terminais: recolhidos em portos e aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários; requer tratamento próprio pelo risco de disseminação de moléstias e epidemias.

1.1.3 – ANÁLISE GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Para compreender a necessidade de novos modelos de gerenciamento para os RSU, primeiramente deve-se observar a composição média do mesmo, quais são os resíduos mais comuns.

A geração de RSU *per capita* é bastante diferenciada de país para país conforme se dá o seu poder aquisitivo. No Brasil, atualmente são produzidos em média, 700 gramas de RSU *per capita* (CEMPRE 2004), sendo que estes números podem variar muito de região para região dentro do próprio país, também variando conforme o poder aquisitivo e nível de industrialização. Para poder comparar esta geração em diferentes países, a Tabela 01 serve como referência:

Tabela 01: Geração de resíduos sólidos urbanos *per capita*, 2004.

País	Kg/hab.dia	País	Kg/hab.dia
Brasil	0,70	Alemanha	0,90
Uruguai	0,90	Suécia	0,90
México	0,87	Canadá	1,70
EUA	2,00		

Fonte: Cempre (2004)

Segundo o CEMPRE (2004), é elevada a quantidade de materiais orgânicos na composição dos resíduos sólidos urbanos do Brasil, correspondendo a cerca de 55% do peso. Isso pode ser explicado em parte pela ausência de

embalagens adequadas, principalmente para a distribuição dos alimentos – fato este que se repete em vários países da América Latina. Nos Estados Unidos, produtos feitos com papel e papelão ocuparam o primeiro lugar na lista de resíduos gerados em 2001 (81,9 milhões de toneladas). A Tabela 02 a seguir exemplifica estes dados de composição dos RSU e compara-os com outros países:

Tabela 02: Composição dos resíduos sólidos urbanos. (Valores em porcentagem)

	Orgânicos	Metais	Plástico	Papel e Papelão	Vidro	Outros
Brasil	55,0	2,0	3,0	25,0	2,0	13,0
México	42,6	3,8	6,6	16	7,4	23,6
EUA	11,2	7,8	10,7	36,4	5,5	27,4 *

* (com resíduos de tipo vegetal, têxtil e madeira)

Fonte: CEMPRE (2004)

Com uma quantidade tão grande de resíduos orgânicos compondo os RSU do Brasil, um novo método, observando tão importante aspecto, deve ser construído a fim de resolver esta problemática e a coleta diferenciada aliada à compostagem, será neste trabalho, apontada como uma alternativa viável ambientalmente e financeiramente ao município de Araguari, mas infelizmente a compostagem no Brasil ainda continua incipiente: menos de 1,5% é reutilizado na produção de fertilizantes vindos de RSD.

1.1.4 – MODELOS DE GERENCIAMENTO DOS RSU NO BRASIL E NO MUNDO

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB, 1989), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE) e editada em 1991 ,a disposição final de lixo nos municípios brasileiros se divide em:

- 76% em lixões;
- 13% em aterros controlados e 10% em aterros sanitários
- 1% passa por tratamento (compostagem, reciclagem e incineração).

Em nova pesquisa realizada já no ano de 2000, o resultado mostrou uma tendência de melhora da situação de destinação final do lixo coletado no país.

Segundo o IBGE, em 2000, o lixo produzido diariamente no Brasil chegava a 125.281 toneladas, sendo que 47,1% era destinado a aterros sanitários, 22,3 % a aterros controlados e 30,5 % a lixões. Ou seja, mais de 69 % de todo o lixo coletado no Brasil estaria tendo um destino final adequado, em aterros sanitários e/ou controlados.

O Brasil apresenta média inferior a vários países – equivalente a 140 mil toneladas métricas por dia – fruto principalmente das diferenças econômico-sociais em seu extenso território. As áreas mais distantes e menos desenvolvidas compensam os altos volumes de centros urbanos como São Paulo e Rio de Janeiro que geram mais de 1 kg de resíduos sólidos por dia por habitante.

Ainda segundo a mesma pesquisa do IBGE (2000), em número de municípios, o resultado não é tão favorável: 63,6 % utilizavam lixões e 32,2 %, aterros adequados (13,8 % sanitários, 18,4 % aterros controlados), sendo que 5% não informou para onde vão seus resíduos.

O "lixão" é uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, que se caracteriza pela simples descarga sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública (IPT/CEMPRE, 1995). Neste tipo de disposição, os RSU são literalmente jogados a céu aberto sem nenhum tipo de controle dos seus efeitos poluidores como o chorume e o gás metano. Somando-se a estas particularidades negativas, inclui-se também a falta de controle dos resíduos recebidos por um lixão, onde se encontram misturados aos RSU, dejetos originados dos serviços de saúde como também de indústrias.

De forma diferente a um lixão, aterro sanitário é um processo utilizado para a disposição de resíduos sólidos no solo utilizando, particularmente de origem domiciliar, que, fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permite a confinação segura em termos de controle de poluição ambiental e proteção à saúde pública. O aterro sanitário não é um processo de tratamento do lixo, consistindo na decomposição de camadas de lixo alternadas com camadas de argila em terrenos bem drenados.

Apesar dos aterros sanitários serem construídos de forma a minimizar os impactos ambientais, eles também produzem resíduos gasosos e líquidos que, diferentemente dos lixões, são passíveis de mitigação devido à sua captura e encaminhamento para sistemas de tratamento.

O aterro controlado se diferencia do sanitário pela ausência dos sistemas de tratamento existentes neste último, como as lagoas para tratamento do chorume e as chaminés para captura do metano. No aterro controlado, existe apenas o recobrimento do material recolhido com a própria terra retirada para construção das valas aonde foi depositado o lixo.

Como forma de comparação dos modelos gerenciais adotados por alguns países, podemos observar a Tabela 03 a seguir:

Tabela 03: Destino dos resíduos sólidos urbanos em alguns países:

País	Aterro (%)	Incineração com recuperação de energia (%)	Compostagem (%)	Reciclagem
Brasil	90,5 (aterros ou lixões)	—	1,5	8%
México	97,6 (aterros ou lixões)	—	—	2,4%
EUA	55,4	15,5	29,1 (compostagem+reciclagem)	
Alemanha	50,0	30,0	5,0	15,0
França	48,0	40,0	12,0 compostagem + reciclagem	
Suécia	40,0	52,0	5,0	3,0
Austrália	80,0	menos de 1%	insignificante	20,0
Israel	87,0	-	-	13,0
Grécia	95,0	-	-	5,0
Itália	80,0	7,0	10,0	3,0
Reino Unido	83,0	8,0	1,0	8,0
Holanda	12,0	42,0	7,0	39,0
Suíça	13,0	45,0	11,0	31,0
Dinamarca	11,0	58,0	2,0	29,0

Fonte: Cempre 2002

Desta forma, pode-se observar que o aterro sanitário continua sendo uma forma bastante utilizada para destinação dos RSU, seja em países desenvolvidos como em países do terceiro mundo.

Na Europa, o problema envolvendo o gerenciamento de resíduos vem ganhando estudos em ritmo acelerado e já existe uma política europeia de gerenciamento de resíduos. Nesta política, a eliminação final dos RSU é o último

método de gerenciamento de resíduos e deve ser restrita somente ao lixo ou frações do mesmo que não sejam mais reutilizáveis, recicláveis ou recuperáveis. A eliminação final é realizada em aterros.

Frangipane; Ferrario e Pastorelli (1999) citando estudo realizado por Ferrario e Pastorelli (1997), onde foi analisando o sistema de gerenciamento de RSU em vários países da Europa (Áustria, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Hungria, Luxemburgo, Holanda, Noruega, Rússia, Espanha, Suécia, Suíça, Reino Unido), perceberam que existem diferenças consideráveis entre os países e na sua produção anual *per capita* de resíduos sólidos municipais. Isto é devido mais à falta de uma classificação dos resíduos sólidos municipais comuns do que às diferenças reais na produção de referidos resíduos.

Ainda citando o estudo realizado por Ferrario e Pastorelli (1997) apud Frangipanne; Ferrario e Pastorelli (1999) que diz respeito à eliminação de resíduos sólidos municipais, pode ser notado que na maioria dos países o aterro é o método de eliminação mais comum, particularmente na Grécia, Itália e Reino Unido, onde o aterro é praticamente o único método de eliminação. As exceções para este tipo de destinação são Luxemburgo, Suécia e Suíça, nos quais a incineração é o método mais comum de eliminação. Na Suécia todos os incineradores são equipados com dispositivos de recuperação de energia. Neste país, como também na Áustria, Alemanha e Suíça a coleta seletiva é mais desenvolvida (mais de 30% dos resíduos sólidos municipais coletados). A compostagem é particularmente desenvolvida na Áustria e Holanda.

1.1.4.1 – O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS EM ARAGUARI

Araguari é uma cidade do Triângulo Mineiro com aproximadamente 100.000 habitantes e como a grande maioria das cidades brasileiras, adota o sistema de coleta mista para os seus RSU. Os caminhões de lixo são encarregados de levar todos os resíduos em um só compartimento, onde são bastante prensados para que em cada coleta caiba o máximo de resíduos possível.

Em dados extraídos do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos de Araguari e citados por SOUSA (2004), a coleta de lixo domiciliar, comercial e industrial atende a 95% da demanda. Ainda segundo a autora, a coleta de lixo em Araguari é realizada por uma empresa contratada pela prefeitura e ocorre de segunda a sábado em dias alternados, com exceção da região central, quando é realizada todos os dias. Para o recolhimento dos resíduos de serviços de saúde, a Prefeitura de Araguari designou a responsabilidade à Secretaria Municipal de Saúde.

Um estudo gravimétrico do lixo realizado em 2002 pela SMMA, seguindo a metodologia do CETEC, determinou que diariamente são geradas cerca de 56 toneladas de resíduos domiciliares e comerciais, 4 toneladas de resíduos industriais e 33 Kg de resíduos de serviços de saúde. O resíduo industrial é coletado uma vez por semana. Em relação à produção de resíduo doméstico, a gravimetria geral revelou que 50% é matéria putrescível, 33% é reciclável e 17% é rejeito. Já a gravimetria do centro comercial apresentou um percentual mais elevado de recicláveis, em torno de 56%, contra 29% de matéria putrescível e 15% de rejeitos. (SOUSA, 2004)

1.1.5 – OS RESÍDUOS ORGÂNICOS E A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

Os resíduos orgânicos contêm nutrientes e umidade que, associados a determinadas temperaturas, favorecem o desenvolvimento de várias espécies de micróbios provenientes do ar, da água e do solo. Estes microrganismos presentes no lixo, entre os quais muitos podem ser patogênicos, são os responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, sendo, portanto, fundamentais para a manutenção do ciclo da vida.

Segundo LAMBE (1997), além dos líquidos produzidos por um aterro sanitário e/ou lixão, causados pela decomposição dos resíduos sólidos urbanos, este processo também gera uma grande variedade de gases. Os gases produzidos pelos aterros são o CH₄ (metano) e o CO₂ (gás carbônico). A

composição destes gases tem em média 50% de CH₄ e 50% de CO₂ com pequenas quantidades de outros gases.

A composição típica dos gases orgânicos produzidos pelos resíduos sólidos urbanos considerados perigosos pela EPA (Agência de Proteção do Ambiente dos Estados Unidos) e expressados em partes volumétricas por milhão (ppmv) podem ser encontrados na Tabela 04 a seguir e dentre estes gases, encontramos o benzeno, tolueno e xileno, que constituem os componentes do conhecido grupo tóxico BTX.

Tabela 04: Composição típica dos gases orgânicos produzidos pelos RSU, 1997

Gás	Proporção em ppmv	Gás	Proporção em ppmv
1, 1, 2, 2-tetracloreto	0.20	dicloreto de propileno	0.17
1, 1, 2-tricloreto	0.10	etil benzeno	4.49
acrilonitrilo	7.56	hexano	6.64
benzeno	25.0	metil cloroformo	0.27
bisulfuro de carbono	1.00	metil etil ketono (MEK)	6.13
clorobenzeno	0.20	metil isobutil ketono (MIBK)	1.22
clorofórmio	0.27	percloroetileno	3.44
cloro de etileno	1.17	sulfuro de carbonilo	24.0
cloro de metileno	14.3	tetracloreto de carbono	-
cloro de vinil	7.37	tolueno	102.6
cloro de vinilideno	0.22	tricloroetileno	2.08
dicloreto de etileno	0.79	Xileno	12.25
dicloreto de etilideno	2.07		

Fonte: LAMBE (1997)

Um importante estudo sobre os gases produzidos pelos aterros foi realizado por Hodgson et. al (1992). Neste estudo, foram encontrados dados comprovando que os aterros produzem gases com uma variedade de solventes clorados e benzeno, muitos conhecidos como agentes cancerígenos ou elementos suspeitos de o serem, em concentrações significativas, para a saúde da comunidade exposta a estas emissões.

Fora os gases produzidos naturalmente pelos RSU quando aterrados, existe o grave problema das substâncias tóxicas produzidas pela queima dos mesmos. Em lixões onde a entrada de pessoas não sofre nenhum tipo de controle, várias vezes encontramos situações onde os próprios catadores

incineram partes do lixo ou, até mesmo, esta atitude pode ser provocada clandestinamente, com caráter criminoso.

A queima dos RSU que possuem em sua constituição qualquer tipo de material plástico produz as chamadas DIOXINAS. Segundo o site (<http://www.pucpr.br/comunidade/ambiental/dioxinas.html>) , as dioxinas são substâncias tóxicas e cancerígenas. A Organização Mundial de Saúde estima que uma dose de TCDD (tipo de dioxina mais perigosa) superior a quatro picogramas (0,000001g) por dia e por quilo de peso do consumidor tem efeitos nos sistemas imunológico, endócrino e reprodutivo dos seres humanos.

Ainda segundo o site supracitado, as dioxinas possuem três características que as tornam muito perigosas quando entram na cadeia alimentar:

- 1- Não são biodegradáveis, tendo uma sobrevida longa no ambiente;
- 2- São bioacumuláveis: tornam-se mais concentradas nos níveis mais altos da cadeia alimentar.
- 3- São lipofílicas: acumulam-se na gordura dos seres vivos.

Muitos processos industriais que envolvem reações com cloro, tais como preparação de pesticidas, indústria polimérica, indústria têxtil, branqueamento de papéis, também produzem dioxina e isto pode representar grave perigo quando os resíduos destes processos são encaminhados para lixões onde serão depositados a céu aberto e solo nu. Por sua persistência no ambiente e por ser muito tóxico a presença de dioxinas e furanos em quaisquer níveis é motivo de preocupação.

Uma contaminação do solo é extremamente grave: vastas áreas em Seveso, na Itália, e Missouri, EUA, tiveram que ser abandonadas devido a presença de dioxina (<http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/exemplar4.html>).

A dioxina aparece basicamente, na queima de produtos que contém cloro. O PVC, por exemplo, é inofensivo em si, todavia, a sua queima irá gerar dioxina,

além do que, para esse produto, haverá a liberação de ácido cianídrico, poderoso tóxico.

Segundo o site (www.ambientebrasil.com.br), muitos países da Europa, como também o Japão, julgavam que a queima de seus lixos era a solução tecnicamente perfeita para se desfazerem das montanhas de lixo doméstico existentes e constantemente geradas. Julgava-se que dioxinas e furanos pudessem ser destruídos a 800°C e pretendia-se, só na Alemanha, construir-se 200 mega incineradores para dar conta de 800 toneladas de lixo por dia, em cada incinerador.

Ainda segundo o mesmo site, foi descoberto que no resfriamento dos gases de combustão, em determinada faixa de temperatura, as dioxinas e furanos não desapareciam. As dioxinas e furanos têm grande afinidade pelas gorduras ou pelos alimentos que contêm gorduras (linguiças, queijos, leites, manteigas, carnes, etc.). Caindo nas pastagens, ela passa às gorduras dos animais e daí para o alimento que o homem irá ingerir.

Devido a fortes pressões das comunidades esclarecidas, as grandes usinas incineradoras de lixo doméstico existentes no Primeiro Mundo tendem a serem desativadas.

O World Resource Foundation, organização dedicada aos estudos dos resíduos sólidos urbanos, afirma que mesmo quando existem sistemas de captação dos gases produzidos pelos aterros através dos resíduos orgânicos, o processo de captação não é eficaz, aproveitando apenas 30 a 40% da quantidade do gás gerado na realidade. Desta forma, muito do gás produzido é liberado para a atmosfera trazendo várias consequências danosas, pois o metano liberado é um gás cujos efeitos através do efeito estufa podem atingir até vinte vezes o impacto causado pelo CO₂.

Segundo o site Europa – Ambiente para jovens europeus (http://europa.eu.int/comm/environment/youth/waste/contents10_pt.html), os aterros sanitários estão-se a esgotar e já são responsáveis por um terço das emissões de metano que contribuem para as mudanças climáticas. Portanto, um

dos principais objetivos da recente diretiva europeia sobre aterros sanitários é o de reduzir a quantidade de lixo biodegradável despejado nos aterros (a maior fonte do metano). Outro objetivo é forçar os aterros sanitários a ter instalações de coleta de metano para recuperar e usar esse produto para produzir energia.

Reforçando o pensamento acima exposto, a declaração da Comissãda do Ambiente da Comissão Europeia (COM 96), na sua diretiva proposta ao conselho acerca do aterro dos resíduos, diz que o metano contribui para o aumento das temperaturas da atmosfera e da superfície da terra e, portanto, ao efeito global de estufa.

Atualmente, só o CO_2 (gás carbônico) contribui mais ao aquecimento global que o CH_4 (metano) e justamente por estes fatos a comissão europeia já estipulou para seus países constituintes a diminuição progressiva da parte biodegradável dos seus resíduos sólidos urbanos (LAMBE, 1997).

A Figura 02 ilustra a forma como deve ser guiado o processo de exclusão do gás metano formado pela decomposição dos resíduos orgânicos sem que haja acúmulo do mesmo nas partes subterrâneas do aterro, pois existiria o perigo de explosão já que o metano é um gás explosivo.



Figura 02: Respiro para saída do gás metano produzido pela decomposição do lixo

Fonte: www.cig.br/projetos/1/fotos.htm

1.1.6 – OS RESÍDUOS ORGÂNICOS E A CONTAMINAÇÃO DO SOLO

O chorume, um líquido de cor escura, odor desagradável e elevado poder de poluição é um líquido resultante da decomposição (atividade enzimática) natural dos resíduos orgânicos, se não for drenado e devidamente tratado pode penetrar no subsolo e contaminar águas subterrâneas com metais pesados e outras substâncias danosas à saúde. O chorume produzido pelos aterros sanitários torna-os agentes pontuais de poluição.

Segundo Jucá et al. (2002), a produção e tratamento de chorume é uma das questões mais importantes relacionadas a projeto e operação de aterros de resíduos sólidos. O chorume produzido pela degradação dos resíduos possui um alto potencial poluente, com composição química extremamente complexa e variável, principalmente em função das condições ambientais, características físico-químicas dos resíduos e idade dos aterros.

Os resíduos sólidos urbanos contêm substâncias poluentes. Durante a decomposição da fração orgânica do lixo, estas substâncias acumulam-se nos líquidos lixiviantes resultantes. Estrita e teoricamente num aterro sanitário, estes líquidos devem ser contidos por um sistema de impermeabilização, recoletados por tubos de drenagem e tratados para evitar a contaminação do solo e dos lençóis freáticos.

Na prática, no entanto, esta canalização nem sempre funciona e, mais grave, as geomembranas nem sempre impermeabilizam. Os tubos podem se entupir ou romper e as telas podem sofrer imperfeições de fábrica, ficarem mal coladas na instalação ou serem danificadas ou avariadas uma vez colocadas e tapadas durante a construção.

(LAMBE, 1997)

A carga orgânica do chorume é avaliada² através da DBO (demanda bioquímica de oxigênio), uma técnica analítica que avalia a quantidade de

² Pode ser utilizada também a avaliação da DQO. O conhecimento da DQO fornece dados para a determinação e estimativa da DBO e seu ensaio é simples e rápido. O oxigênio equivalente à

oxigênio necessária para que os microorganismos degradem a matéria presente na mistura. As características do chorume dependem de vários fatores que vão desde as condições ambientais locais, tempo de disposição, forma de operação do aterro e até características dos resíduos aterrados. De modo geral sua DBO pode variar de 1.000 a 30.000 mg/L, o que significa, a título comparativo, que o chorume pode ter uma carga poluidora orgânica até 100 vezes maior do que as águas de esgotos (DA SILVA, 2005 apud HAMADA, 1991). O chorume, juntamente com o vinhoto (resíduo gerado na produção de álcool) possui uma das maiores DBO's conhecidas.

Em um estudo proposto por Coelho et al. (2004), um dos maiores problemas para o gerenciamento ambiental dos aterros sanitários, juntamente com o tratamento dos líquidos percolados que podem contaminar o lençol freático, são os processos de escoamento superficial das águas pluviais e de erosão. De acordo com os autores, a própria natureza desta atividade promove a retirada da cobertura vegetal e o freqüente revolvimento da cobertura pedológica torna o solo desprotegido e o dispõe facilmente ao transporte sobre a topografia se o sistema de drenagem superficial das águas da chuva não for suficiente.

A agressividade ambiental do chorume, representada pela sua elevada $DBO_{5,20}$ varia (de 1.000 a 30.000 mg/L) com a sua diluição natural pelas chuvas e também pela ação direta de outras variáveis físico-químicas e biológicas. Estudos conduzidos em aterros sanitários comprovaram que as concentrações da Demanda Química de Oxigênio (DQO e, logicamente a DBO), ácidos orgânicos voláteis, Fe, Zn e pH variam segundo curvas senoidais durante a vida útil do aterro, como mostra a Figura 03 a seguir:

matéria orgânica que pode ser oxidada é medido usando-se um agente oxidante forte em meio ácido

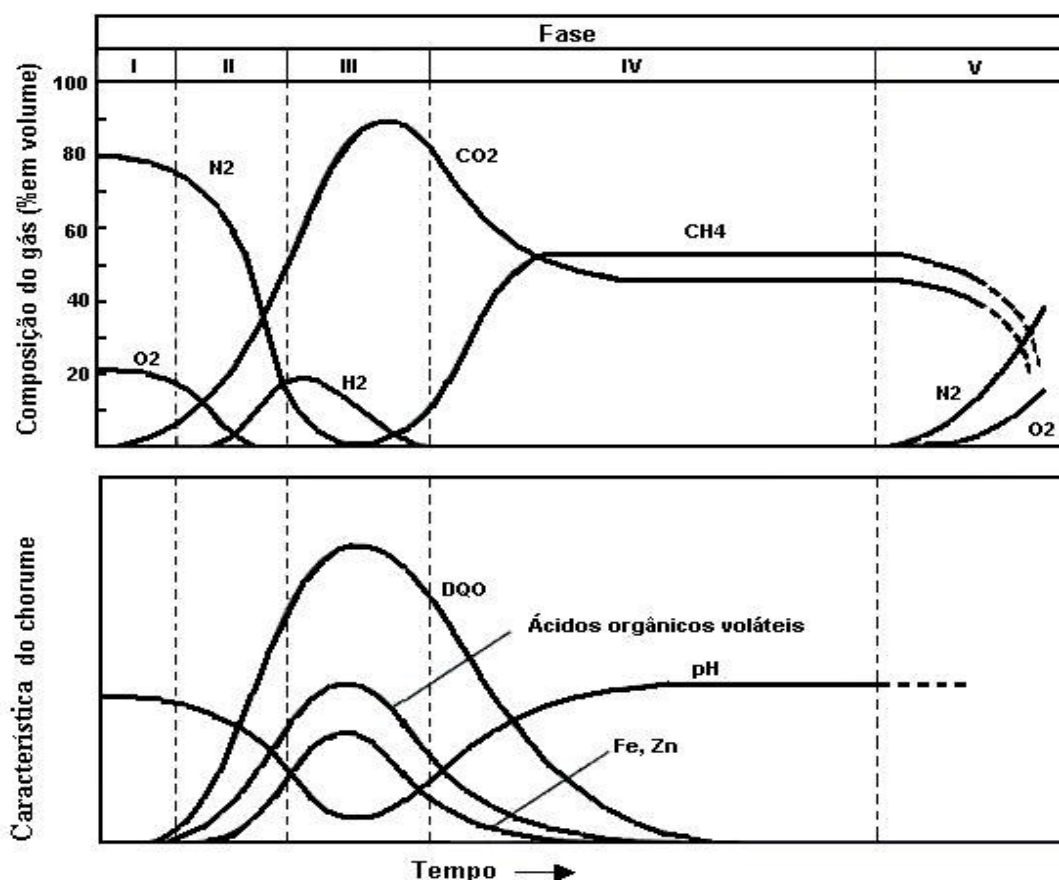


Figura 03: Fases de formação do biogás de aterro.

Fonte: TCHOBANOGLOUS, THEISEN & VINIL (1993) adaptado por ENSINAS (2003).

1.1.7 – O ESPAÇO UTILIZADO PARA DISPONIBILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS

Aliado a todos os problemas relacionados aos resíduos sólidos urbanos e a sua disponibilização, o espaço utilizado para esta finalidade encontra-se como uma grande preocupação dos dias atuais.

Muitos de quilômetros quadrados são destinados para a construção de aterros sanitários e lixões nas cidades do Brasil. Terras valiosas que poderiam estar sendo aproveitadas de forma mais construtiva estão sendo direcionadas para esta prática, perdendo assim para sempre seu valor comercial e ambiental e acarretando prejuízos para a sociedade. Com o crescimento da população e com o aumento da produção de resíduos *per capita*, a tendência será sempre criar mais áreas para aterros sanitários enquanto um novo modelo de gestão não for implantado, possibilitando ou o fim dos aterros por completo ou, pelo menos, a duração dos mesmos por períodos de tempo bem superiores aos atuais.

A implantação da coleta diferenciada vem propor justamente a extensão do período de vida dos aterros em até 85% devido ao desvio, por completo, dos resíduos orgânicos através da prática da compostagem (FEHR, 2000).

Reforçando a idéia das grandes áreas utilizadas na implementação de aterros no tempo presente e sua repercussão no futuro, pode-se utilizar como referência o aterro da Caximba, localizado em Curitiba –PR. A Figura 04 a seguir, representa a gigantesca dimensão da área utilizada e nos dá uma idéia da área que será ocupada em um prazo de 50 anos, julgando que este aterro está no seu ano derradeiro e a cada 10 anos, em média, um outro terá que ser construído para abrigar todos os resíduos sólidos provenientes da cidade de Curitiba.



Figura 04: Aterro Sanitário da Caximba – Curitiba/PR
Fonte: www.curitiba.pr.gov.br

1.2 – A COMPOSTAGEM

A utilização de restos orgânicos em processos de compostagem é uma prática já conhecida pela humanidade há muito tempo.

Já no ano 43 da era Cristã, o filósofo Virgílio relatava em seu livro "As Geórgicas", como restos de culturas e esterco animais amontoados se transformavam em material para ser aplicado nas terras de cultura e aumentar as colheitas. Na China e na Índia, a compostagem é uma prática "agro-sanitária" milenar. (www.cempre.org.br)

O composto orgânico é o produto final obtido pelo processo de compostagem e com a volta da preocupação da humanidade com a qualidade dos alimentos consumidos devido ao uso excessivo de agrotóxicos, a agricultura orgânica volta a ficar forte em vários países do mundo.

Segundo o Jornal Diário do Nordeste (18/08/2004), a história da agricultura orgânica remonta ao início da década de 20 com o trabalho do pesquisador inglês Albert Howard que em uma viagem à Índia, observou as práticas agrícolas de compostagem e adubação orgânica utilizadas pelos camponeses.

Segundo TEIXEIRA (2000), a compostagem vem sendo utilizada há bastante tempo para estabilização dos variados resíduos agrícolas e apresenta-se, atualmente, como uma alternativa viável e de baixo custo para o processamento da parte orgânica do lixo urbano.

A compostagem é um processo biológico, aeróbico e controlado, no qual a matéria orgânica é convertida através da ação de microorganismos já existentes ou inoculados na massa de resíduo sólido, em composto orgânico (FUNASA, 2004).

Como uma definição mais moderna, podemos dizer que a compostagem pode ser dita como um processo aeróbio controlado, desenvolvido por uma

população diversificada de microorganismos, efetuada em duas fases distintas: a primeira (degradação ativa), quando ocorrem as reações bioquímicas de oxidação mais intensas predominantemente termofílicas, e a segunda, ou fase de maturação, quando ocorre o processo de umidificação (PEREIRA NETO, 1996).

Já como terminologia adotada pela Associação Brasileira de Normas técnicas, sob norma de número NBR 13591, a compostagem é um processo de decomposição biológica da fração orgânica biodegradável dos resíduos, efetuado por uma população diversificada de organismos, em condições controladas de aerobiose e demais parâmetros, desenvolvido em duas etapas distintas: uma de degradação ativa e outra de maturação (ABNT, 1996).

O composto orgânico não é uma novidade, pois, empiricamente, ele vem sendo preparado há milênios. Tecnicamente, o composto vem sendo fabricado desde o início do presente século, recebendo contínuos aperfeiçoamentos na tecnologia de sua fabricação (KIEHL, 1985).

Há muito tempo, a compostagem é praticada no meio rural utilizando-se de restos vegetais e esterco animal. Pode-se, também, utilizar a fração orgânica do lixo domiciliar, desde que de forma controlada, em instalações industriais chamadas usinas de triagem e compostagem. No contexto brasileiro, a compostagem tem grande importância já que cerca de 50% do lixo municipal é constituído por matéria orgânica (IPT/CEMPRE, 1995, p. 143).

Para acelerar e incrementar os processos de compostagem, existem produtos inoculantes a base de microrganismos, que podem proporcionar um processo de compostagem em cerca de um terço a metade do tempo normal.

Segundo o Manual de Gerenciamento Integrado de Lixo Municipal (IPT – CEMPRE, 1995), para o processo de compostagem utilizado de forma industrial, nas chamadas *usinas de compostagem*, o mesmo pode ocorrer de duas formas:

- a) **Método Natural:** neste caso, a fração orgânica do lixo é levada para um pátio e disposta em pilhas de formato variável. A aeração necessária para o desenvolvimento do processo de decomposição biológica é conseguida por reviramentos periódicos, com auxílio de equipamento apropriado. Neste caso, o tempo para que o processo se complete varia de três a quatro meses;
- b) **Método Acelerado:** a aeração é forçada por tubulações perfuradas, sobre as quais se colocavam as pilhas, ou em reatores rotatórios, dentro dos quais são colocados os resíduos, avançando no sentido contrário ao da corrente de ar. Posteriormente, são dispostos em pilhas, como no método natural. O tempo de residência no reator é cerca de quatro dias e o tempo total da compostagem acelerada varia de dois a três meses.

1.2.1 – FATORES QUE AFETAM O PROCESSO DE COMPOSTAGEM

Como toda reação química, o processo de compostagem pode ser afetado por alguns fatores externos que podem diminuir a sua conversão e conseqüentemente o resultado final, ou seja, o composto orgânico. Como fatores externos que afetam o processo de compostagem, podemos citar:

- Aeração;
- Umidade;
- Temperatura;
- Concentração de nutrientes;
- Tamanho da partícula.

1.2.1.1 – A INFLUÊNCIA DA AERAÇÃO NO PROCESSO DE COMPOSTAGEM

A aeração é necessária para a atividade biológica e, em níveis adequados, possibilita a decomposição da matéria orgânica de forma mais rápida, sem odores ruins. É função da granulometria e da umidade dos resíduos (FUNASA, 2004).

O reviramento das leiras de compostagem pode ser manual (pás de pedreiro ou enxadas) ou mecânico, com o auxílio de uma pá-carregadeira ou de um trator específico para essa finalidade. Durante o reviramento, o calor é liberado para o meio ambiente na forma de vapor de água. Nesse momento, faz-se a correção da umidade por meio da distribuição uniforme de água na massa de compostagem, de modo a repor a perda de água do sistema. Durante a molhagem da massa, deve ser tomados cuidados para evitar o excesso de umidade, o que poderá causar anaerobiose (odores e atração de vetores), além da lixiviação do excesso de água na leira (KRIEGER,2004).



Figura 05: Reviramento de leira de compostagem objetivando aeração.
Autor: <http://www.ideachip.fi/>

A eficiência dos processos aeróbicos sobre os processos anaeróbicos na estabilização de resíduos orgânicos vem sendo cientificamente provada ao longo dos anos. Este fato foi particularmente observado nos processos de compostagem, em que várias pesquisas (BERTOLDI et al., 1982; PEREIRA NETO, 1987 e PEREIRA NETO, 1996), utilizando diferentes tipos de resíduos orgânicos, concluíram que o consumo máximo de oxigênio ocorre quando a temperatura da leira está em torno de 60° C, fase em que se torna necessário

encontrar um mecanismo de aeração capaz de satisfazer a tal demanda (PEREIRA NETO, 1985).

Saber entender as necessidades de aeração da massa de compostagem (independentemente do material e do processo utilizado), é fator imprescindível para definir, criteriosamente, o ciclo de aeração a ser fornecido durante o processo (PEREIRA NETO, 2004).

1.2.1.2 – A INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NO PROCESSO DE COMPOSTAGEM

Na compostagem, a temperatura é o fator mais indicativo do equilíbrio biológico, o que reflete a eficiência do processo (PEREIRA NETO, 2004).

O processo de compostagem tem início à temperatura ambiente, mas à medida que a ação microbiana se intensifica com a aeração apropriada, a temperatura se eleva até atingir valores acima de 55-60°C onde permanece por um período de tempo (FUNASA, 2004).

Na compostagem há uma esperada elevação da temperatura que permite a destruição de agentes patogênicos. Essa se mantém acima de 55°C por largos períodos o que destrói a maioria dos patógenos. Testes realizados mostraram a destruição de bactérias como a *Erysipela rhusiopathiae* e *Salmonella sp.*, além de vírus como o da doença de Aujeszky (PAIVA, 2000).

Após a fase de aumento da temperatura (termófila), segue-se uma fase de abaixamento (mesófila), até faixas de 30-35°C a 45-50°C, onde se dá a bioestabilização da matéria orgânica, o que provoca um repovoamento do material em compostagem. Nesta fase a diversidade de bactérias é muito pequena, sendo os actinomicetos mesofílicos/termotolerantes e mais alguns fungos, os microrganismos mais comuns. Logo a seguir ocorre a fase de maturação, onde compostos como lignina, hemicelulose, celulose, amido e outros polímeros são posteriormente decompostos lentamente pela ação destes microrganismos. A Figura 06, a seguir, exemplifica estas informações com dois gráficos demonstrando as faixas de temperatura e suas respectivas fases assim como o tempo versus a maturação do composto.

Pereira Neto (2004), diz que a compostagem moderna está mais associada ao desenvolvimento de temperaturas termofílicas, controladas na faixa de 55 a 65°C, o que garante uma série de vantagens como:

- a) desenvolvimento de uma população microbiótica diversificada (PEREIRA NETO, 1985);
- b) aumento da taxa de decomposição da matéria orgânica (PEREIRA NETO, 1985 E PEREIRA NETO, 1984);
- c) ação, como mecanismo mais importante, para a eliminação de microorganismos patogênicos (BERTOLDI et al., 1982; PEREIRA NETO, 1987 e PEREIRA NETO, 1996);
- d) eliminação de sementes de ervas daninhas, ovos de parasitas, larvas de insetos, etc. (PEREIRA NETO, 1985, PEREIRA NETO, 1986 e PEREIRA NETO et al., 1986a).

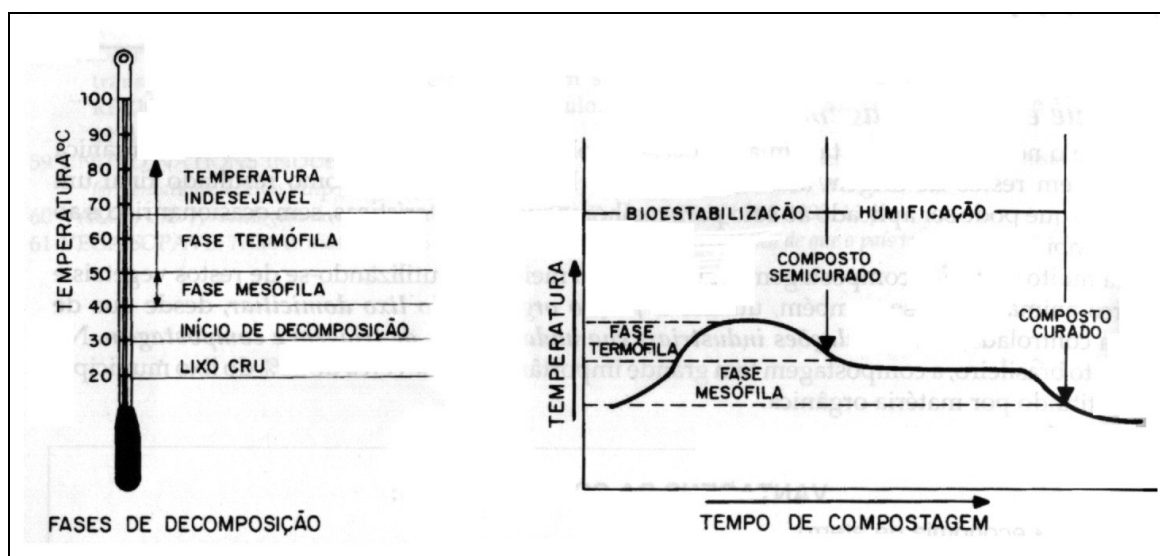


Figura 06: Fases e influência da temperatura no tempo de compostagem.
Fonte: IPT/CEMPRE (1995)

1.2.1.3 – A INFLUÊNCIA DA UMIDADE NA COMPOSTAGEM

A decomposição da matéria orgânica depende, sobretudo, da umidade para garantir a atividade microbiológica (PEREIRA NETO, 2004).

O teor de umidade dos resíduos depende da sua granulometria, porosidade e grau de compactação (IPT – CEMPRE, 1995). Na prática, o teor de umidade é

controlado com base na sua capacidade de aeração da massa de compostagem (manual ou mecânica), na necessidade de satisfazer à demanda microbiológica de oxigênio e de evitar lixiviação (PEREIRA NETO, 2004).

Quando o teor de umidade é muito alto, maior que 65%, prejudicando a aeração e acarretando, desta forma, anaerobiose, forma-se o chorume. A produção de chorume se eleva quando as leiras de lixo molhado são muito altas, compactando e espremendo as camadas inferiores de resíduos.

Para baixos teores de umidade, menores que 35%, a atividade microbiológica é diminuída e, conseqüentemente, a taxa de estabilização (PEREIRA NETO, 2004). No final, a umidade do composto para uso agrícola deve ser, no máximo de 40% como mostra a Figura 07 a seguir:

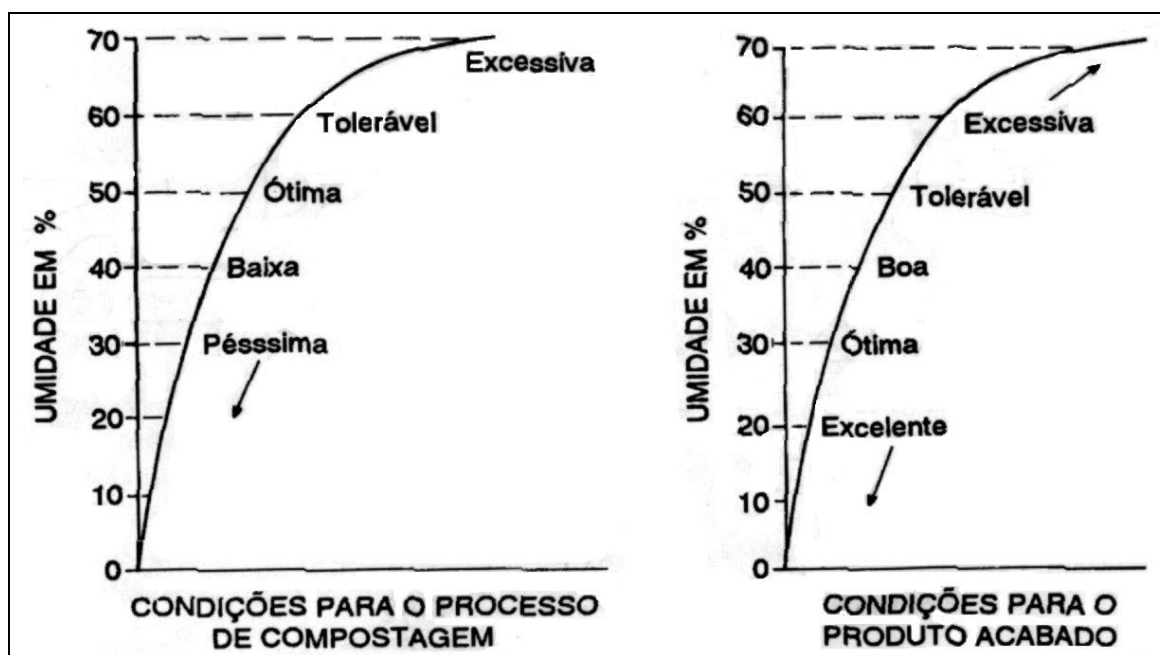


Figura 07: Influência da umidade nas condições de compostagem e no produto acabado.

Fonte: IPT/CEMPRE (1995)

1.2.1.4 – A CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES COMO FATOR DE INFLUÊNCIA NA COMPOSTAGEM

De acordo com Pereira Neto (2004), o crescimento e a diversificação da colônia microbiológica na massa de compostagem relaciona-se diretamente com a concentração de nutrientes, os quais fornecem material para síntese

protoplasmática e suprem a energia necessária para o crescimento celular, além de outras funções.

Ainda segundo o mesmo autor, quanto mais diversificado for o material a ser compostado, mais diversificados serão os nutrientes disponíveis para a população microbológica e, em consequência, mais eficiente será o processo de oxidação.

A relação carbono/nitrogênio (C/N) desejável para o início da compostagem deve ser da ordem de 30/1 e o teor de nitrogênio deve estar entre 1,2 a 1,5%. Ao longo do processo, parte do carbono é transformado em gás carbônico (CO_2) e parte é usada para crescimento microbiano. O nitrogênio fica retido no material, como nitrogênio orgânico e inorgânico.

Relações C/N elevadas demandam maior tempo de compostagem. Se a relação C/N for muito baixa, ou seja, teor de nitrogênio elevado, deve-se incorporar ao material outro resíduo, rico em carbono (restos de vegetais ou podas) para que a compostagem seja adequada.

A relação C/N adequada para aplicação do composto na agricultura deve ser, no máximo de 18/1 (IPT/CEMPRE, 1995, p. 147).

1.2.1.5 – O TAMANHO DA PARTÍCULA

Assim como os outros itens apontados anteriormente, o tamanho da partícula do material que sofrerá processo de compostagem também é fator importante e deve ser levado em consideração, pois dentre os fatores operacionais num processo de compostagem, o aspecto econômico com o alto custo dos equipamentos de trituração se torna um aspecto fundamental.

Quanto menor for a área superficial, mais fácil será o ataque microbológico, diminuindo assim o período de compostagem (PEREIRA NETO, 2004).

Deve-se levar em consideração que partículas muito pequenas tendem a se compactar nas leiras, o que atrapalharia a aeração e consequentemente a

compostagem. Em se tratando da compostagem do lixo urbano, o tamanho ideal da partícula deve situar-se na faixa de 20 a 70 mm (PEREIRA NETO, 2004).

1.2.2 – BENEFÍCIOS DA COMPOSTAGEM

A compostagem pode reaproveitar uma quantidade substancial de resíduos que iriam para aterros ou incineradores. É um complemento às formas tradicionais de reciclagem.

A compostagem não é usada apenas para a redução de volume de resíduos orgânicos ou como sistema de reaproveitamento. De muitas formas, a compostagem fecha o ciclo da reciclagem e contribui positivamente com o meio ambiente. A compostagem recicla os resíduos orgânicos e os devolve ao solo, aumentando a sua fertilidade, ajudando no controle da erosão, restaurando alagados e melhorando a qualidade do solo através de sua correção ecológica.

A compostagem municipal em larga escala usa os mesmos princípios da decomposição orgânica para processar milhares de toneladas de matéria orgânica.

As instalações para compostagem possuem vários tamanhos e variados níveis de sofisticação técnica. Estas instalações aceitam materiais como restos de podas de jardim, sobras de comida, resíduos sólidos de origem biológica, aparas de madeira, papel não-reciclável e outros materiais orgânicos para fornecer o equilíbrio adequado de nitrogênio e carbono. Esses materiais sofrem um processamento prévio: são triturados, revolvidos, misturados e, dependendo de sua composição, podem ser transformados em composto orgânico em um período que varia de 8 a 24 semanas. Mais de 3.000 instalações onde se faz a compostagem nos EUA, processam milhões de toneladas de matéria orgânica todos os anos e desta forma, evitou-se o envio de toda essa matéria para os aterros sanitários.

Em um recente estudo realizado na Califórnia, verificou-se que a adição de materiais compostáveis à coleta de materiais recicláveis aumentou os índices de reaproveitamento de 16% para 58%. Em um estudo similar realizado em

Connecticut, a adição de materiais compostáveis aumentou os índices de reaproveitamento de 40% para 70% (United States Composting Council Fact Sheet).

Fora os benefícios acima citados, o composto ainda pode ser utilizado como substrato para a criação de minhocas (minhocultura). Todo produto orgânico, seja de origem vegetal ou animal, bioestabilizado ou semi-curado constitui-se na matéria prima para a criação de minhocas (<http://www.agrorganica.com.br/materias.htm>).

1.2.2.1 – PROBLEMAS COMUMENTE ENCONTRADOS EM COMPOSTAGEM DE GRANDE ESCALA

Quando da instalação de uma usina de compostagem, o maior problema enfrentado é a contaminação dos resíduos por metais pesados provenientes de vazamentos em pilhas e baterias, como exemplo. Além da contaminação por metais pesados, os resíduos orgânicos ainda são responsáveis pela contaminação de outros materiais que são recicláveis, mas perdem o seu valor de reciclagem quando contaminados, como o papel e papelão.

Quando no caso da aplicação da coleta seletiva, sem a separação da parte orgânica e sem o conhecimento prévio da importância desta seleção de material sem que haja contaminação, a população poderia por a perder todo o trabalho executado, pois segundo (BLAUTH et al., 1998), um estudo realizado em 21 usinas de compostagem em alguns estados brasileiros revelou a presença de metais pesados como o mercúrio, chumbo e cobre no composto orgânico em diferentes estágios de maturação. Ainda segundo os autores deste estudo, estes níveis de contaminação (segundo os valores utilizados pela Associação dos Produtores de Composto da Alemanha, já que no Brasil, ainda não existe um padrão aceitável quanto à presença de metais pesados no composto) poderiam baixar de duas formas:

a) tornando o processo de compostagem aeróbico, o que exigiria um acompanhamento mais especializado e um tempo de maturação maior;

b) fazendo uma separação prévia dos resíduos através da *coleta seletiva*.

Neste caso, a *coleta seletiva* também iria sofrer uma separação da parte orgânica, o que chamamos aqui de **coleta diferenciada**. E neste caso, o resíduo orgânico coletado seletivamente pode ser compostado em montes com umidade e arejamento adequados e este processo não exigiria máquinas, pois o material estaria previamente separado pela população.

O objetivo desta dissertação consiste na introdução para uma comunidade escolar específica, o conceito e da prática de compostagem e o que ela representa, desviando nesse caso uma quantidade considerável de resíduos orgânicos do aterro sanitário municipal. Espera-se que após este aprendizado, esta comunidade escolar, “multiplique” seus conhecimentos aos cidadãos que convivem com ela, direta ou indiretamente.

Mais do que produzir um material valioso para o solo, contudo, como atestam as análises do composto orgânico feitas em parcerias com universidades e centros de pesquisa, a compostagem tem especial relevância didática. Alguns programas de coleta seletiva, como o USP Recicla, ressaltam que o acompanhamento do processo, realizado em escalas doméstica, comunitária ou institucional, e o manuseio do composto permitem que as pessoas revejam seus preconceitos com relação à matéria orgânica descartada e à própria noção de decomposição biológica. A compostagem tem um valor pedagógico inestimável, re-aproximando as pessoas dos ciclos da natureza, dos organismos do solo, das (temidas) bactérias, fungos, etc. O processo, desde que bem controlado, é tão seguro sob o aspecto sanitário que há exemplos de composteiras instaladas em faculdades, escolas e até creches (BLAUTH et al., 1998).

2 – METODOLOGIA

2.1 – A IDEIA E O CONTATO COM AS ESCOLAS

Com a finalidade de chegar a uma solução do problema proposto (remodelar o sistema de gestão dos RSU), iniciou-se a formulação do novo modelo utilizando o processamento diferenciado de resíduos. A aplicação do modelo teórico à prática começou com uma determinada rua onde foi realizada a coleta diferenciada com posterior aplicação de compostagem (SOUZA, 2004).

Para auxiliar na conscientização e sensibilização da comunidade em relação à problemática dos RSU, com objetivo de incentivar a compostagem dos resíduos orgânicos por meio da implantação da coleta diferenciada, as escolas foram apontadas como potencial multiplicador de conhecimento e uma escola em Araguari, Escola Estadual Antônio Nunes, foi escolhida como o centro dos estudos devido a sua disponibilidade e vontade de trabalhar em conjunto com o pesquisador.

Após a escolha da escola, como contato inicial, foi feita uma visita onde se apresentaram diretor, professores e alunos que faziam parte do processo e a partir de então, foi montado um planejamento de implementação das idéias com visitas posteriores e monitoramento da compostagem que iria ser iniciada.

O sistema escolar é, na verdade, o protagonista principal das ações de educação ambiental; no entanto, se reconhece a necessidade de ampliar essa responsabilidade para os diferentes setores da sociedade (CEAM -SP).

Todas estas atitudes formam um propósito fundamental da gestão ambiental e o objetivo maior é que aplicando estes conceitos às crianças, elas possam multiplicá-los e estendê-los à toda sociedade em geral.

2.2 – O QUE FOI EXECUTADO NA ESCOLA ANTONIO NUNES

Dando início ao trabalho a ser executado, inicialmente foram feitas visitas ao local para reconhecimento da área proposta para fazer a compostagem e principalmente das pessoas que também fariam parte do estudo.

A primeira atitude foi a explanação do assunto para professores e alunos, em forma de palestra, da problemática dos RSU, a compostagem e sua definição, vantagens, desvantagens, forma de se fazer a compostagem e quais os problemas comumente encontrados.



Figura 08: Palestra realizada na escola Antonio Nunes com participação de alunos, professores, diretora e funcionários da Secretaria de Meio Ambiente de Araguari Autor: DOMINGUES, M.M.O. (2004).

Após a sedimentação do conceito de compostagem, deu-se início a limpeza da área para deposição dos resíduos orgânicos e do processo de aquisição do compostor ou composteira. A composteira foi escolhida como auxiliar no processo de compostagem, mas não é indispensável ao processo, já

que a compostagem pode ser efetuada somente em leiras ou apenas utilizando-se de tijolos ao redor do depósito de resíduos como forma de proteção do vento e outras formas de dissipação.



Figura 09: Área no fundo da escola onde foi depositada a composteira
Autor: DOMINGUES, M.M.O. (2004).

Como delineado nas palestras, os alunos seriam responsáveis pela coleta do material orgânico encaminhando-o para a composteira logo em seguida. Os resíduos seriam provenientes das casas dos alunos como também de estabelecimentos comerciais que ficam nas redondezas da escola, de onde, uma vez por semana, os alunos saíam durante o horário de aula, acompanhados da professora responsável, e pegavam o resíduo orgânico, onde já haviam passado previamente pedindo que houvesse separação do mesmo para aquele fim.

Com a visita regular dos alunos a estes estabelecimentos comerciais, o motivo pelo qual estavam passando foram transmitidos aos comerciantes, desenvolvendo assim mais um pouco da teoria do processamento diferenciado dos resíduos sólidos e suas vantagens e extrapolando-as à comunidade em geral, cada vez mais.



Figura 10: Primeiros resíduos orgânicos dentro da composteira.
Autor: DOMINGUES, M.M.O. (2004).

Com o resíduo previamente selecionado, efetuava-se o depósito do mesmo na composteira e o processo de compostagem ia se desenvolvendo conforme a adição de resíduos.

Todas as etapas do processo de compostagem, discutidas tanto nas palestras, quanto nas reuniões com os alunos foram sendo re-discutidas cada vez que houve necessidade. Todos os aparatos necessários (composteira e pá) foram conseguidos via doação da Prefeitura via Secretaria de Meio Ambiente e os restantes foram conseguidos via doação de pais de alunos, professores e comunidade em geral (termômetro e serragem).

Sedimentados todos os erros e acertos da primeira tentativa de compostagem, a segunda parte da composteira começou a ser preenchida levando-se em consideração o balanço de massa de todos os componentes que foram utilizados, sejam eles, água para umidificação do composto, serragem

utilizada como fonte de carbono e os próprios resíduos orgânicos e todos os dados são anotados em planilha pelos próprios alunos.

É importante salientar sobre os perigos de acidentes envolvendo o manuseio dos resíduos pelos alunos sem o uso devido de equipamentos de segurança (EPI's). Para minimizar este risco, as palestras foram bem contundentes no que tange ao que pode ou não ser recolhido. Foi deixado bem claro que somente devem ser colocados à disposição, os resíduos orgânicos. Para o recolhimento dos resíduos nos estabelecimentos doadores, a mesma atitude foi tomada com os responsáveis pela doação, explicando que qualquer outro material não seria bem vindo e não participaria do processo de compostagem além do problema e do perigo que eles representam como o caso de materiais perfuro-cortantes ou até mesmos resíduos hospitalares como seringas contaminadas que também são encontrados em residências. Como todos os resíduos foram trazidos em pequenas quantidades, foi fácil a visualização de objetos indesejados no meio dos orgânicos, mas em nenhuma oportunidade foi encontrado nada diferente do que havia sido proposto.

2.3 – COMO FOI CONSTRUÍDA A COMPOSTEIRA

O processo de compostagem pode ser realizado em pilhas ou leiras quanto em compostores ou composteiras. Utilizando-se a compostagem em leiras, tem-se a vantagem de não serem exigidos equipamentos especiais como o próprio compostor, necessitando-se apenas de pás ou enxadas. Mas por exigir, desta forma, uma maior espaço para armazenamento e construção da leira, este método fica limitado a lugares que possuem grandes espaços, impedindo assim a realização da compostagem em pequenos jardins, por exemplo.

O impedimento causado pelo tamanho das leiras ou pilhas pode ser contornado utilizando-se composteiras. O uso de composteiras é indicado para quintais, varandas de apartamentos ou mesmo garagens, pois ocupam uma superfície pequena quando comparadas à pilha de composto aberta.

Segundo o site www.planetaorganico.com.br, a composteira mais conhecida atualmente é uma caixa de madeira sem fundo nem tampa desenvolvida na década de 1940, na Nova Zelândia. A caixa neozelandeza tem um tamanho padrão: 1 metro por 1 metro na base e também 1 metro de altura, permitindo a circulação de ar pelas laterais.

Tomando como referência a composteira acima citada, foi realizado um novo modelo e por intermédio da SMMAA, a sua construção foi viabilizada. Neste modelo, foi utilizada a opção de duas caixas simultaneamente, podendo assim, serem realizadas duas compostagens ao mesmo tempo ou apenas para que a matéria orgânica seja transferida de uma caixa para outra no processo normal de reviramento e aeração. Esta caixa é dotada de partes laterais removíveis, o que viabiliza e torna mais fácil a atividade de reviramento do composto.

O fator principal em composteiras é a circulação de ar que proporciona uma maior atividade microbológica e ajuda a controlar a temperatura interna da massa de compostagem. Portanto, ela deve ser construída de forma que permita esta atividade sem impedimentos.

A Figura 11 a seguir, ilustra a composteira fornecida pela SMMAA para o trabalho realizado na escola Antonio Nunes no local exato onde a mesma foi instalada. É importante observar que o processo de compostagem se dá ao lado de salas de aula, mostrando assim que não existem problemas com odores desagradáveis quando a compostagem é bem feita e monitorada. Ao lado da composteira, encontra-se um saco de serragem fornecido por empreendedores locais que foi utilizado como fonte de carbono e para equilibrar a umidade da pilha de compostagem.



Figura 11: Composteira fornecida pela SMMAA e instalada na Escola Antonio Nunes.

Autor: DOMINGUES, M.M.O. (2004).

3 – A EXTRAPOLAÇÃO DA IDÉIA NAS FAMÍLIAS E NOS BAIRROS A PARTIR DA ESCOLA

Da Política Nacional de Educação Ambiental Lei nº- 9.795, de 27 de abril de 1999 no Capítulo I, sobre a educação ambiental:

Art. 1º- Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

Art. 2º- A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal.

Segundo o site www.ambientebrasil.com.br, na sua seção sobre educação ambiental, no ambiente urbano das médias e grandes cidades, a escola, além de outros meios de comunicação é responsável pela educação do indivíduo e conseqüentemente da sociedade, uma vez que há o repasse de informações, isso gera um sistema dinâmico e abrangente a todos.

Podemos citar dois pareceres do Ministério da Educação sobre a educação ambiental:

- Parecer nº- 819/85 do MEC (1985): reforça a necessidade da inclusão de conteúdos ecológicos, ao longo do processo de formação que se desenvolve no ensino de 1º e 2º graus, integrados a todas as áreas do conhecimento, de forma sistematizada e progressiva, possibilitando a **formação da consciência ecológica do futuro cidadão;**

- Parecer nº- 226/87, de 1987, do Conselho Federal de Educação, MEC: este parecer, aprovado por unanimidade, considera a necessidade da inclusão da Educação Ambiental dentre os conteúdos a serem explorados nas propostas curriculares das escolas de 1º- e 2º- graus. Recomenda, ainda, a incorporação de temas ambientais da realidade local, compatíveis com o desenvolvimento social e cognitivo dos alunos e a **integração escola-comunidade como estratégia de aprendizagem**.

A educação ambiental se constitui numa forma abrangente de educação, que se propõe atingir todos os cidadãos, através de um processo pedagógico participativo permanente que procura incutir no educando uma consciência crítica sobre a problemática ambiental, compreendendo-se como crítica a capacidade de captar a gênese e a evolução de problemas ambientais.

Um programa de educação ambiental para ser efetivo deve promover simultaneamente, o desenvolvimento de conhecimento, de atitudes e de habilidades necessárias à preservação e melhoria da qualidade ambiental. Utiliza-se como laboratório, o metabolismo urbano e seus recursos naturais e físicos, iniciando pela escola, expandindo-se pela circunvizinhança e sucessivamente até a cidade, a região, o país, o continente e o planeta. (www.ambientebrasil.com.br)

Ainda sobre as considerações do site www.ambientebrasil.com.br, a aprendizagem será mais efetiva se a atividade estiver adaptada às situações da vida real da cidade, ou do meio em que vivem aluno e professor. Algumas estratégias de ensino para a prática de educação ambiental podem ser observadas no Quadro 01 adiante.

Segundo SOUZA (2005), é por meio da experiência, da observação e da exploração de seu ambiente, que a criança constrói seu conhecimento, modifica situações, reestrutura seus esquemas de pensamento, interpreta e busca

soluções para fatos novos o que favorece e muito o seu desenvolvimento intelectual

Esta relação entre a vida escolar e o cotidiano é o que constitui a vida da criança e no mundo atual necessita de humanização. É na interação com seu dia-a-dia que a criança desenvolverá seus valores, sua crítica, sua postura de vida, além da aquisição do conhecimento. Ao longo do processo de desenvolvimento a criança vai conhecendo suas habilidades e talentos, colocando-os em prática e identificando o seu valor.

Tendo em vista toda a problemática envolvendo a educação ambiental e sua importância para o progresso da humanidade, preservando e cuidando do meio ambiente, nada mais seguro do que utilizar o futuro como fonte de multiplicação, ou seja, utilizar as crianças que tem a oportunidade de estudar e aprender os conceitos de educação ambiental e problemáticas ambientais a passarem para adiante seus conhecimentos.

Na escola em questão, onde foi realizado o estudo ao qual se refere esta dissertação, a interação com a comunidade e com os familiares dos alunos foi extremamente bem sucedida, pois para a aquisição dos resíduos em suas casas, os alunos explicavam para os pais ou responsáveis para que serviria tal atitude enquanto que na comunidade em geral (restaurantes e casas ao redor da escola onde a professora levava os alunos uma vez por semana para recolher resíduos), as crianças também explicavam o porquê de realizarem a coleta e, além disso, foi discutido e sugerido que ao final de cada etapa de compostagem, como “forma de agradecimento”, cada estabelecimento doador de resíduos receberia um pequeno saco com composto.

Como forma de completar a extrapolação da idéia e verificar o potencial multiplicador das crianças, foi realizada uma aula expositora em outra escola na cidade de Araguari, onde a introdução dos conceitos e práticas de compostagem será ministrada pelos alunos da Escola Antônio Nunes. Esta escola será a próxima a incorporar a prática cotidiana de compostagem e em breve estará também expandindo para outras o seu conhecimento a ser adquirido.

Para desenvolvimento em teoria e prática da experiência de compostagem, um programa de **educação ambiental** foi aos poucos sendo implantado. As palestras, as reuniões com os alunos, o recolhimento dos resíduos e o monitoramento e acompanhamento da compostagem se constituem em fortes estratégias e respostas de um programa de educação ambiental em implantação.

O Quadro 01 a seguir, enumera várias estratégias para implantação de um programa de educação ambiental completo. Nestas estratégias está inclusa a exploração do ambiente local, onde poderíamos sugerir, como uma primeira experiência a ser realizada, uma visita ao lixão ou aterro sanitário mais próximo, o que geraria uma compreensão maior do problema a ser enfrentado e estimularia discussões com maior embasamento prático com vivência de situações concretas por parte das crianças como também dos professores.

Um outro ponto forte numa estratégia para implantação de programas de educação ambiental e que não está caracterizado no Quadro 01, seria a interligação de todas as disciplinas da escola com a questão ambiental. No caso da escola Antonio Nunes, somente os professores de Ciências foram envolvidos, mas já na escola Centro Educacional Municipal Mário da Silva Pereira houve a participação de professores de outras disciplinas e que entenderam a necessidade de um envolvimento maior para uma resposta mais rápida e efetiva aos conceitos ambientais. Esta atitude só gera vantagens de a problemática ambiental ser encarada por diversas frentes e estar freqüentemente sendo discutida e abordada não só pela área de ciências mas outras como a matemática, geografia, etc.

Quadro 01: Estratégias para implantação de um programa de educação ambiental.

ESTRATÉGIA	OCASIÃO PARA USO	VANTAGENS/DESVANTAGENS
Discussão em classe (grande grupo)	• Permite que os estudantes exponham suas opiniões oralmente a respeito de determinado problema.	• Ajuda o estudante a compreender as questões; • Desenvolve autoconfiança e expressão oral; • Podem ocorrer dificuldades nos alunos de discussão
Discussão em grupo (pequenos grupos com supervisor-professor)	• Quando assuntos polêmicos são tratados.	• Estímulo ao desenvolvimento de relações positivas entre alunos e professores
Mutirão de idéias (atividades que envolvam pequenos grupos, 5-10 estudantes para apresentar soluções possíveis para um dado problema, todas as sugestões são anotadas. Tempo limite de 10 a 15 min.)	• Deve ser usado como recurso para encorajar e estimular idéias voltadas à solução de um certo problema. O tempo deve ser utilizado para produzir as idéias e não para avaliá-las.	• Estímulo à criatividade, liberdade; • Dificuldades em evitar avaliações ou julgamentos prematuros e em obter idéias originais

ESTRATÉGIA	OCASIÃO PARA USO	VANTAGENS/DESVANTAGENS
Trabalho em grupo: envolve a participação de grupos de 4-8 membros que se tornam responsáveis pela execução de uma tarefa	Quando se necessita executar várias tarefas ao mesmo tempo.	- Permite que os alunos se responsabilizem por uma tarefa por longos períodos (2 a 5 semanas) e exercitem a capacidade de organização; - Deve ser monitorada de modo que o trabalho não envolva apenas alguns membros do grupo
Debate: requer a participação de dois grupos para apresentar idéias e argumentos de pontos de vista opostos.	Quando assuntos controvertidos estão sendo discutidos e existam propostas diferentes de soluções.	- Permite o desenvolvimento das habilidades de falar em público e ordenar a apresentação de fatos e idéias; - Requer muito tempo de preparação
Questionário: desenvolvimento de um conjunto de questões ordenadas a ser submetido a um determinado público	Usado para obter informações e/ou amostragem de opinião das pessoas em relação à dada questão	- Aplicado de forma adequada, produz excelentes resultados; - Demanda muito tempo e experiência para produzir um conjunto ordenado de questões que cubram as informações requeridas

ESTRATÉGIA	OCASIÃO PARA USO	VANTAGENS/DESVANTAGENS
Reflexão: o oposto do mutirão de idéias. É fixado um tempo aos estudantes para que sentem em algum lugar e pensem acerca de um problema específico	Usado para encorajar o desenvolvimento de idéias em resposta a um problema. Tempo recomendado de 10 a 15 min.	• Envolvimento de todos; • Não pode ser avaliado diretamente
Imitação: estimula os estudantes a produzir sua própria versão dos jornais, dos programas de rádio e Tv.	• Os estudantes podem obter informações de sua escolha e levá-las para outros grupos. Dependendo das circunstâncias e do assunto a ser abordado, podem ser distribuídos na escola, aos pais e à comunidade.	• Forma efetiva de aprendizagem e ação social
Projetos: os alunos, supervisionados, planejam, executam, avaliam e redirecionam um projeto sobre um tema específico.	• Realização de tarefas com objetivos a serem alcançados a longo prazo, com envolvimento da comunidade	• As pessoas recebem e executam o próprio trabalho, assim como podem diagnosticar falhas nos mesmos.
Exploração do ambiente local: prevê a utilização/exploração dos recursos locais próximos para estudos, observações, caminhadas etc.	• Compreensão do metabolismo local, ou seja, da interação complexa dos processos ambientais a sua volta	• Agradabilidade na execução; • Grande participação de pessoas envolvidas; • Vivência de situações concretas; • Requer planejamento minucioso.

Fonte: UNESCO/UNEP/IEEP adaptado por www.ambientebrasil.com.br

3.1 – A PRIMEIRA EXPERIÊNCIA DE EXTRAPOLAÇÃO

Como complementação e afirmação do potencial do estudo realizado, ao fim do ano letivo na Escola Antonio Nunes, onde ocorreu a experiência de compostagem, foi programado que no ano de 2005, os alunos engajados no projeto seriam responsáveis por introduzir as suas experiências em uma nova escola também da cidade de Araguari, mostrando os benefícios da compostagem e suas atividades relacionadas para o meio ambiente quanto para a sociedade em geral.

Assim, em março de 2005 foi agendada a primeira aula expositora, que foi realizada na Escola Centro Educacional Municipal Mário da Silva Pereira. Foram selecionados cinco alunos (entre sétima e oitava série) da escola Antonio Nunes como os potenciais multiplicadores e os mesmos foram convidados a relatar suas experiências juntamente com uma palestra introdutória sobre compostagem que os auxiliaria na exposição dos fatos, já que os mesmos ainda não dispunham de experiência suficiente para ministrar uma palestra inteiramente.

A turma escolhida na nova escola foi uma turma de oitava série e a palestra foi iniciada com conceitos de compostagem, problemática dos lixões e resíduos sólidos domiciliares. Ao passo que as perguntas pela platéia iam sendo feitas, os alunos da Escola Antonio Nunes eram os responsáveis pelas respostas, sendo auxiliados em possíveis pontos onde havia dúvidas. Várias perguntas foram feitas tanto por alunos quanto por professores, abordando vários aspectos como tempo de finalização do processo de compostagem, espaço utilizado, existência ou não de odores, materiais que poderiam ser compostados, forma de reviramento do composto e como se dava a colocação dos resíduos fontes de carbono e nitrogênio (alternação de camadas).

Nesta etapa, foi perceptível o aumento da autoconfiança e do orgulho dos alunos, que foram tratados com respeito e admiração pelos novos colegas. As crianças expositoras, vindas de escola humilde, tiveram a oportunidade de trabalhar um assunto de importância mundial, demonstrando naquela ocasião ímpar, uma segurança para falar de suas experiências, assim como uma

felicidade e orgulho por terem feito parte de um novo estudo, jamais realizado anteriormente e ter sido a primeira fonte de transmissão dos conhecimentos a outras escolas.

A seguir, encontra-se documentação fotográfica do encontro realizado na Escola Centro Educacional Municipal Mário da Silva onde foi realizada a primeira experiência de extrapolação da experiência e conhecimentos de compostagem na Escola Antonio Nunes.



Figura 12: Apresentação dos alunos da Escola Antonio Nunes e de sua professora coordenadora da experiência de compostagem.
Autor: DOMINGUES, M.M.O. (2005).

Primeiramente foi feita a apresentação dos alunos e de sua professora coordenadora do projeto pelo professor Darkson Silva. Foi explicado para o público quem eram as crianças, de onde elas vinham e o que elas tinham a dizer, enfatizando as conquistas por eles conseguidas.

Na Figura 13, verificamos a presença da diretora e da supervisora da Escola Centro Educacional Municipal Mário da Silva Pereira reforçando a

importância do que seria transmitido aos seus alunos naquele momento e atentando para que a sua escola, a partir daquele momento, também irá iniciar experiências de compostagem.



Figura 13: Diretora e Coordenadora da Escola Centro Educacional Municipal Mário da Silva Pereira participando da palestra sobre compostagem.
Autor: DOMINGUES, M.M.O. (2005).

Como última documentação fotográfica desta reunião, abaixo verifica-se os alunos em ação, respondendo a perguntas feitas pela platéia.

Após cada explanação, havia um tempo para perguntas e respostas. Nesta ocasião, as perguntas eram direcionadas somente aos alunos da Escola Antonio Nunes, onde colocavam suas experiências em prática, respondendo e sugerindo ações, quando questionados.

Na Figura 14, encontramos os alunos em momento de resposta às perguntas feitas pelo público presente.



Figura 14: Alunos da escola Antonio Nunes respondendo perguntas do público.
Autor: DOMINGUES, M.M.O. (2005).

4 – RESULTADOS – APRESENTAÇÃO DAS PLANILHAS E BALANÇO DE MASSA

Na segunda batelada de compostagem, os alunos fizeram um acompanhamento com anotação dos valores de resíduos adicionados (peso), e características do composto ao longo do processo.

A adição de resíduos foi realizada uma vez por semana a partir do dia 16 de agosto até 08 de outubro. Foi fornecida uma balança, com capacidade máxima de 5 Kg, onde a cada adição, eram pesadas e anotadas as quantidades, assim como outros materiais que foram utilizados como terra (utilizada no controle de odor), serragem, palha de arroz e água (para controle de temperatura e umidade).

A geração dos resíduos orgânicos nas residências, cantina da escola e empreendimentos doadores é um fato aleatório, podendo ser maior em determinadas situações. Devido a este detalhe, a quantidade recolhida também variou como podemos observar na Figura 15 a seguir:

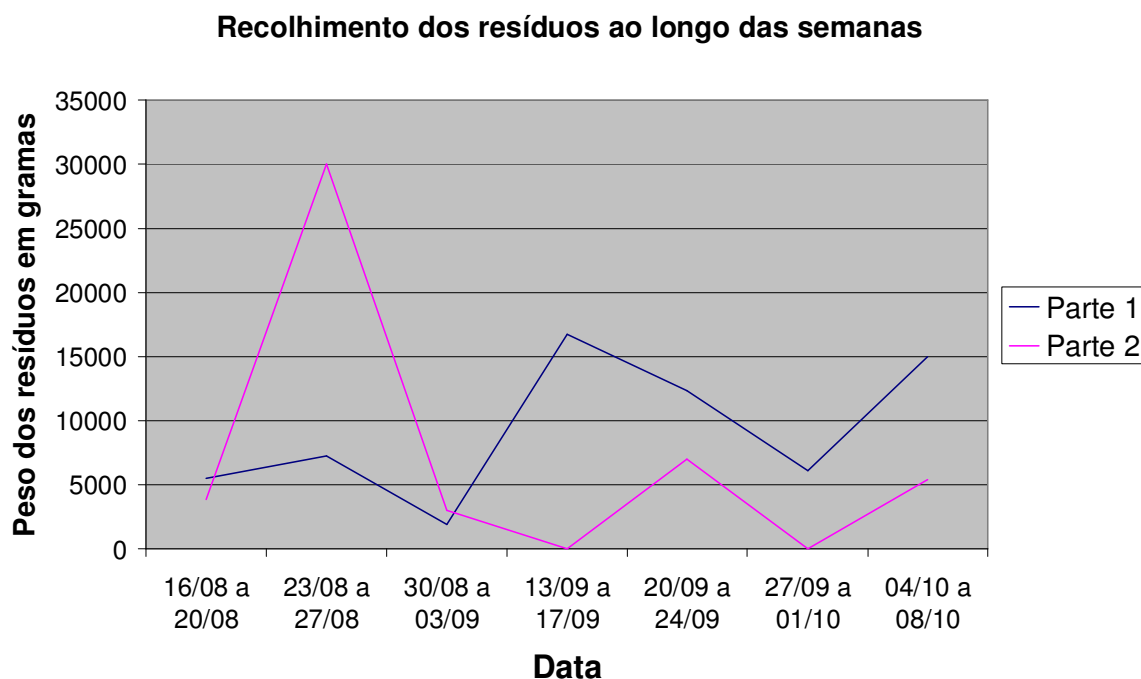


Figura 15: Variação de recolhimento dos resíduos
 Autor: DOMINGUES, M.M.O. (2005).

Em algumas semanas, o valor de resíduos coletados girou em torno de 15 Kg (quarta e sétima semanas), mas em outra, não chegou a 2 Kg (terceira semana). Na segunda semana ocorreu um procedimento diferente, pois, a primeira batelada de compostagem, realizada no outro compartimento da composteira foi finalizada, havendo o peneiramento do composto. Sendo assim, a parte não selecionada pelo peneiramento foi utilizada na nova batelada como inoculante e também como material suscetível a uma nova compostagem por não haver sido degradado anteriormente.

A massa final de composto encontrada foi de 75 Kg que, depois de peneirado, separando a parte não degradada do composto propriamente dito, resultou em 40 Kg de composto e 35 Kg de material não degradado.

Seguindo a análise (Anexo A) efetuada pelo Laboratório de Análise de Solos da Universidade Federal de Uberlândia, a umidade encontrada para o composto foi de 32%, o que resultaria em 27,2 Kg de composto seco.

Com relação aos 114,135 kg de resíduos iniciais depositados na composteira, obteve-se:

- 75 Kg composto bruto, o que corresponde a 65,71% do total inicial (os 34,28% restantes foram perdidos por evaporação).
- 40 Kg de composto peneirado com 32% de umidade resultando em 27,2 Kg de composto seco (23,83%).
- 35 Kg de material não decomposto

O fluxograma a seguir (Figura 16) exemplifica o balanço de massa do processo de compostagem desde o início, quando a composteira recebeu sua batelada de resíduos, sua conversão passados os 4 meses de compostagem com a respectiva maturação do composto e o balanço de massa efetivo para as partes, inclusive a parte perdida por evaporação e lixiviação.

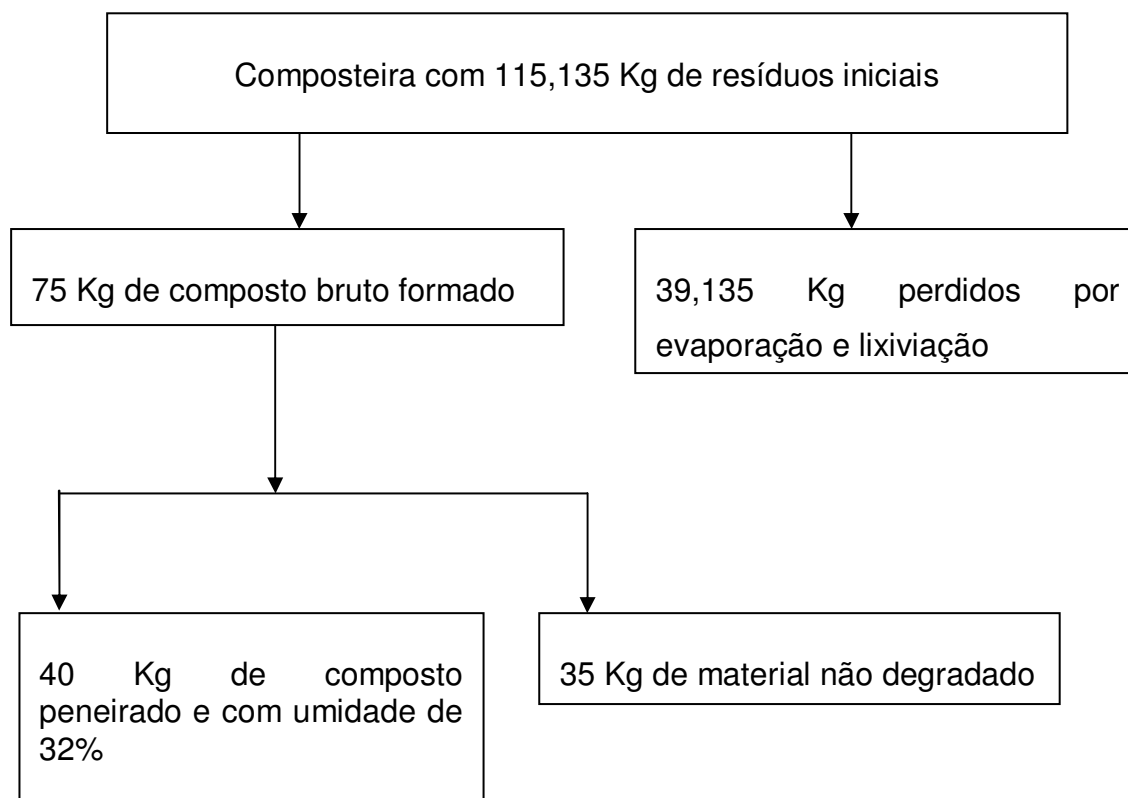


Figura 16: Balanço de massa da compostagem
Autor: DOMINGUES, M.M.O. (2005).

Na Tabela 05 encontram-se as anotações feitas pelos alunos em regime de rotacionamento, ou seja, em cada semana era destacado um grupo de alunos que seria o responsável pela vistoria e acompanhamento do processo e para melhor visualização tanto dos alunos quanto dos orientadores, na planilha havia espaço para anotação de duas partes de resíduos:

- Parte 1 – resíduos orgânicos provenientes das casas dos alunos, cantina e empreendimentos doadores como cascas de vegetais, cascas de ovos, verduras e legumes.
- Parte 2 – complemento para o processo de compostagem (fonte de carbono) como esterco, serragem, palha de arroz ou até mesmo terra, utilizada no controle de odor.

Tabela 05: Acompanhamento do processo de compostagem realizado na Escola Antonio Nunes.

Peso do material recolhido e adicionado à caixa de compostagem		
DATA	Parte 1	Parte 2
16/08/2004 a 20/08/2004	5.535	3.850
23/08/2004 a 27/08/2004	7.250	30.000*
30/08/2004 a 03/09/2004	1.900	3.000
13/09/2004 a 17/09/2004	16.750	–
20/09/2004 a 24/09/2004	12.350	7.000
27/09/2004 a 01/10/2004	6.100	–
04/10/2004 a 08/10/2004	15.000	5.400
PESO TOTAL DAS FRAÇÕES ADICIONADAS	64.885	49.250
PESO TOTAL DO MATERIAL ADICIONADO	114.135	

Autor: DOMINGUES, M. M. O. (2005)

Observações:

- Os pesos foram organizados semanalmente, a partir do dia 16 de agosto até 08 de outubro de 2004;
- Parte 1– (cascas de vegetais, ovos, verduras, sobras de cozidos como arroz, feijão, etc. Verduras e legumes em apodrecimento);
- Parte 2 – (esterco, terra e palha de arroz);
- O composto formado foi utilizado na plantação das árvores dentro da escola e também em alguns canteiros na horta da própria escola;
- Os resíduos foram obtidos de sobras da cantina e também de sobras das casas dos alunos;
- Os restos não peneirados da batelada anterior (30 Kg) entraram na Parte 2.

5 – DISCUSSÃO

O estudo realizado na Escola Estadual Antonio Nunes e que serviu como fundamento para esta dissertação de mestrado encontrou facilidades em sua execução, o que tornou o trabalho agradável e um bom resultado.

O primeiro ponto responsável pelo bom rendimento foi o interesse da escola em questão de querer participar e colaborar. O envolvimento de todos os profissionais envolvidos com a escola, diretora, secretárias, professores, serventes e culminando com os alunos foi fundamental para o trabalho.

De início, foram realizadas reuniões com os alunos e a professora e logo após, uma palestra foi programada englobando todos os alunos que iriam participar efetivamente. Para a realização desta palestra, foram utilizados meios multimídia (datashow e computador) que foram cedidos e organizados no dia por agentes da Secretaria de Meio Ambiente de Araguari.

A composteira também foi resultado da parceria com a Secretaria e também foi fator determinante nos bons resultados da compostagem, sendo que a composteira foi feita de bom material, tamanho ideal e com dois compartimentos, o que propiciou duas experiências de compostagem seguidas, onde os erros detectados em uma, foram sanados na outra.

Para a prática de compostagem, a aquisição dos resíduos foi realizada de três maneiras:

- Resíduos provenientes das casas dos alunos;
- Resíduos da cantina da escola
- Resíduos adquiridos em comércios que se localizam ao redor da escola (bares, restaurantes, etc).

As várias fontes de resíduos também implicaram num bom processo de compostagem pois quanto mais variados são, maior o equilíbrio entre os nutrientes presentes.

A época do ano em que foi realizada a compostagem também contribuiu para bons resultados, pois se iniciou no mês de maio, terminando no final de setembro, praticamente em todo o período de seca na cidade de Araguari, o que implica menos chuvas e conseqüentemente menor probabilidade de encontrar problemas com infiltração de água na composteira ou similares.

Como já demonstrado em fotografia anterior (Figura 11 – Pág 40), a composteira, na escola Antonio Nunes, está localizada exatamente ao lado de duas salas de aula e nenhum problema envolvendo mau cheiro foi detectado. Isto implica que a compostagem em escolas pode ser facilmente desenvolvida, inclusive em espaços menores. Isto representa uma boa condução da compostagem, com manutenção e avaliação praticamente diários, o que não implica que em outros locais, onde o processo não for realizado com seriedade, acatando todos os procedimentos indicados, não possa existir a geração de problemas com moscas e odores. Na escola Antonio Nunes, a composteira foi instalada ao lado das salas de aula devido a falta de outro espaço para tal atividade.

Na primeira batelada, o composto foi revirado periodicamente pelos próprios alunos, segundo recomendação passada nas palestras e em datas estipuladas pela professora responsável. A composteira possui duas partes laterais removíveis, o que facilita o acesso aos instrumentos necessários para tal tarefa. Para o reviramento do composto, utilizou-se a chamada “pá de pedreiro”.

É importante ressaltar a importância do manuseio dos resíduos pelos alunos utilizando equipamentos de proteção individual (EPI's). Neste aspecto, como a verba necessária para tal ação não estava disponível e se tratava apenas da fração orgânica do lixo, foi indicado o manuseio somente com as ferramentas (pá de pedreiro) e os sacos plásticos, mas seguindo um rígido controle contra materiais danosos possíveis causadores de acidentes. Em relação a este ponto abordado, sugere-se que em novas empreitadas, exista uma maior participação da prefeitura da cidade de Araguari, ou até mesmo de órgãos ambientais e ONG's no fornecimento destes EPI's quanto técnicos para prosseguirem com as palestras esclarecedoras e incentivadoras da compostagem em escolas.

Não havendo restrições, a compostagem foi seguindo até que se deu por encerrado o processo. Terminando o prazo de maturação do composto que foi caracterizada por ter o composto um aspecto de terra molhada ou mofada e cor marrom, foi realizada uma peneirada para retirada do material não convertido como gravetos, algumas cascas de mandioca, etc., e esta parte foi colocada já no outro lado da composteira, como ativador (inoculante) do processo de compostagem que estaria por vir na segunda batelada.

Uma das coisas que mais chamou a atenção dos alunos foi a perceptível diminuição de volume dos resíduos quando em compostagem. Esta diminuição e dá pelo fato de que os compostos orgânicos, quando em compostagem, sofrem uma forma de oxidação ou fermentação, processo este que resulta em gás carbônico e água que se perdem por evaporação e lixiviação, respectivamente.

O desvio do aterro conseguido por esta experiência não pode ser medido em termos de porcentagem, pois os resíduos sólidos utilizados foram provenientes de várias fontes e desta forma, não se pôde caracterizar pontualmente quanto foi desviado. Entretanto, em termos de massa, o resultado pode ser considerado significativo, pois na batelada monitorada, foram conseguidos 65 Kg de resíduos coletados num espaço de tempo razoavelmente pequeno (entre 2 e 3 semanas) até o preenchimento da caixa.

O composto produzido pela escola Antonio Nunes será totalmente utilizado pela mesma. Já existe uma horta (Figura 17) instalada ao lado da composteira que agora utilizará o composto como adubo e um projeto de arborização interna está sendo implantado utilizando o composto na formação e crescimento das mudas de árvores a serem plantadas.



Figura 17: Horta já existente na escola Antonio Nunes e que utilizará o composto obtido como adubo.

Autor: DOMINGUES, M.M.O. (2005).

Como discussão final, é interessante observar a importância e a necessidade do envolvimento de todas as disciplinas ministradas nas escolas com a questão ambiental.

Embora o Meio Ambiente não seja uma disciplina específica, é um saber complexo que serve como fonte de construção de conhecimentos, valores e atitudes dos alunos e de toda comunidade escolar. O Meio Ambiente é produto das relações homem-natureza, portanto, está presente na História, Geografia, Química, Física, Biologia, Matemática, Língua Portuguesa, Arte, Educação Física, Filosofia. (RODRIGUES, 2005)

Desta forma, o problema ambiental será visto como um todo, não particularizando apenas a problemática dos resíduos sólidos, o que poderia gerar uma saturação de conhecimento apenas nesta área, ignorando outras de igual importância.

6 – CONCLUSÕES

Buscando um suplemento para novos modelos de gestão de resíduos sólidos domiciliares na cidade de Araguari, o objetivo deste estudo foi atingido, atendendo ao que foi proposto na parte relacionada aos objetivos especificados no início.

Não pretendemos com esta metodologia reduzir substancialmente, de imediato, os resíduos sólidos que vão para os lixões e aterros.

A aplicação do conceito e prática de compostagem realizada na Escola Antonio Nunes foi suficiente boa para criar precedentes para o desenvolvimento ininterrupto na própria escola como a extrapolação para outras escolas e também para possíveis residências que se interessem pela atividade.

É viável a implantação de consciência ecológica em alunos do Ensino Fundamental e Médio, através de atividades voltadas para a produção de composto a partir da fração orgânica do lixo doméstico, na própria escola. Os testes de compostagem demonstraram e comprovaram uma viabilidade econômica e ambiental e o composto obtido possuiu excelente qualidade, sendo aproveitado imediatamente na própria escola como adubo mas pode servir também como complemento de renda para a compra de material escolar.

A comunidade escolar se mostrou um excelente meio propagador da idéia de compostagem e da coleta diferenciada, além de já iniciar um trabalho de separação de resíduos, contribuindo de imediato para a compostagem de resíduos orgânicos que inicialmente iriam para o lixão de Araguari.

A compostagem em escolas pode e deve ser muito mais do que uma experiência isolada. Existem várias possibilidades de enriquecimento e interligação com outras disciplinas utilizando a motivação da compostagem como: a localização de aterros e lixões pela Geografia, o cálculo das frações orgânicas e não-orgânicas dos resíduos domiciliares como a Biologia da compostagem, poluição atmosférica e transmissão de doenças acarretadas pelo acúmulo de lixo, trabalhados na disciplina de Ciências.

As atividades produtivas relacionadas à compostagem em escolas, podem servir de inspiração aos alunos pra uma futura atuação profissional na área de Meio Ambiente e também de motivação atual para atividades didáticas em outras disciplinas.

Ficou constatado que o poder multiplicador de conhecimentos básicos de higiene (dos alunos para os seus familiares) pode influir, no futuro, para uma coleta de lixo mais racional e menos onerosa para a prefeitura de Araguari. Sendo assim, a contribuição para o novo modelo de Gestão dos RSU de Araguari se mostrou eficiente, dando novos parâmetros e mostrando com novos resultados, a eficiência da coleta diferenciada.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Compostagem - terminologia**. Rio de Janeiro, 1996. (NBR 13591)

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 10004. **Resíduos sólidos: classificação**. Rio de Janeiro, ABNT 1986.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 10006. **Resíduos sólidos: classificação**. Rio de Janeiro, ABNT 1986.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 10007. **Resíduos sólidos: classificação**. Rio de Janeiro, ABNT 1986

Agricultura orgânica amplia mercado. **Diário do Nordeste Online**, Fortaleza, 22 de julho de 2004. Disponível em: <<http://diariodonordeste.globo.com/materia.asp?codigo=177406>>. Acesso em 10/9/2004.

ALVES, W.L. **Compostagem e vermicompostagem no tratamento do lixo urbano**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 47p.

BLAUTH, P.; GRIMBERG, E. **Coleta Seletiva – Reciclando Materiais, Reciclando Valores**. In: Pólis - Instituto de Estudos, Formação e Assessoria em Políticas Sociais. Nº 31.1998.

Brasil, Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Manual de saneamento**. 3ª ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004.

CEAM - Coordenadoria de Educação Ambiental de São Paulo

CEMPRE – Compromisso Empresarial Para Reciclagem. Disponível em: <<http://www.cempre.org.br>>. Visulizado em: 19/05/2004

CEMPRE. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. São Paulo: IPT/CEMPRE, 1995.

COELHO, M. G., LIMA, S. C., MARAGNO, A. L. F., ALBUQUERQUE, Y. T., LEMOS, Jureth Couto, SANTOS, C. L. **Avaliação das condições topogeomorfológicas da área do aterro sanitário do município de Uberlândia.** Revista Caminhos de Geografia 4(12)67-93, Jun/2004

Comissão das Comunidades Europeias, Proposta de Diretiva do Conselho sobre o aterro dos resíduos, COM(97) 105 final, 97/0085 (SYN). 5 de Março 1997

Compilation of Air Pollutant Emission Factors, AP-42, Fifth Edition, Volume I: Stationary Point and Area Sources. Disponível em <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/index.html>. Visualizado em 01 out. 2004.

Compostagem. **Laviet - Instituto de Biologia - UFBA** Disponível em <http://www.laviet.ufba.br/compostagem/compostagem.htm>. Acesso em 05/07/2004

Comunicação da Comissão sobre a Estratégia Comunitária da Gestão dos Resíduos, COM(96) 399 final. Bruxelas 30.07.96. Página 12, parágrafo 53.

COUTO, J. L. V. **Destino do Lixo.** Disponível em: <<http://www.ufrrj.br/institutos/it/de/acidentes/lixo.htm>>. Visualizado em 03/04/2005.

DA SILVA, Jayme Ayres. **Análise da qualidade da coleta e disposição final dos resíduos sólidos domiciliares da cidade de Ivaiporã - estado do paraná.** Disponível em: <<http://www.sanepar.com.br/sanepar/sanare/v17/ANALISEDAQUALIDADEDACOLETA.htm>>. Visualizado em 01/04/2005.

EIRA, A. F. da. **Uso de Inoculantes na compostagem.** I Simpósio sobre compostagem – “Ciência e Tecnologia”. Unesp, 19 e 20 de agosto de 2004. Botucatu.

ENSINAS, Adriano Viana. **Estudo da geração de biogás no aterro sanitário delta em Campinas - SP:** 12/2003. [s.n.]. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

ESQUEDA, M. D.; LEÃO, A. L., REIS, M. F. C. T. **Algumas considerações entre os resíduos sólidos urbanos e a educação ambiental.** II Encontro Pesquisa em

Educação Ambiental: Abordagens epistemológicas e metodológicas. UFSCar. 27 a 30 de julho de 2003. São Carlos.

EUROPA – Ambiente Para Jovens Europeus. **Lixo – Tratamento do lixo.** Disponível em: http://europa.eu.int/comm/environment/youth/waste/contents10_pt.html. Visualizado em: 25/05/2004.

FEHR, M. **A matriz ambiental como ferramenta de gestão.** Revista Saneamento Ambiental. São Paulo, v. 11, n. 72, p 42-47. 2001.

FEHR, M. et al. **A practical solution to the problem of household waste management in Brazil.** Resources, Conservation and Recycling. Shannon, v. 30, p. 245-257. 2000.

FEHR, M.; CALÇADO, M. dos R. **A coleta diferenciada do lixo domiciliar funciona.** Revista Saneamento Ambiental. São Paulo, n. 66, p 24-28. 2000.

FEHR, M.; CASTRO, M. V. M. V. **Lixo: análise induz modelo de gestão.** Revista Saneamento Ambiental. São Paulo. V. 10, n. 55, p 38-41. 1999

FEHR, M; KURANISKI, V. H. **Desafiando os aterros.** Revista Saneamento Ambiental. São Paulo. V.10, n 60, p. 30-33. 1999.

FERRARIO M, Pastorelli G (1997). **Gestione dei rifiuti solidi.** C.I.P.A. Editore, Collana Ambiente 18, Milano, March 1997, pp 65-113 (in Italian).

FERREIRA, M. L. S. **Proposta de um sistema alternativo de coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares, executada por catadores (carrinheiros) na cidade de Cianorte – Paraná.** Florianópolis 2000. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina.

FRANGINPANE, E. F.; FERRARIO, M.; PASTORELLI, G. **Gerenciamento de resíduos sólidos municipais nas áreas metropolitanas da Europa. 1999.** Disponível em: <http://abrelpe.com.br/iswa-004.html>. Acesso em 9 de agosto de 2004.

GEOMINAS. **Divisão Político-Administrativa do Estado de Minas Gerais**. Disponível em: http://www.geominas.mg.gov.br/kit_desktop/kit2/paginas/mapas/mg.html. Acesso em 5 de agosto de 2004.

HAMADA, J. **Política nacional de resíduos sólidos**. I Simpósio sobre compostagem – “Ciência e Tecnologia”. Unesp, 19 e 20 de agosto de 2004. Botucatu.

HAMADA, J. **Remediação de áreas degradadas por resíduos**: sistemas de tratamento de chorume. Universidade de Caxias do Sul, 1991. p 247-259.

HODGSON, A., GARBESI, K., SEXTRO, R., DAISEY, J., **"Contaminação pelo gás do solo e a entrada dos Compostos Voláteis Orgânicos numa casa perto de um aterro,"** Jornal 'Air and Waste Managment', 42:277-283 (1992).

IBGE. Censo Demográfico 1991. Brasil, 1991.

IBGE. Censo Demográfico 2000. Brasil, 2000.

International Meeting for the Society and the Environment University of Athens. Thessaloniki. Greece. 1997

JUCÁ J. F. T.; MELO V. L. A. ; BELTRÃO K. G. Q. B.; PAES R. F. C. **Sistema de tratamento de chorume proposto para o Aterro da Muribeca, Pernambuco – Brasil**. In: X Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Seguro - Bahia. Abril de 2002.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Ceres, 1985. 492p.

KRIEGER K. I. **Informações sobre compostagem**. Projeto Solo Planta. Visualizado em <http://agrarias.ufpr.br/~soloplan/Compostagem.html>

LAMBE, A. **Aterros Sanitários**. Disponível em: [http://www.terravista.pt/nazare/1321/aterro1.htm](http://www.terraviva.pt/nazare/1321/aterro1.htm). Visualizado em 25 agosto de 2004.

Lixo Doméstico - A Sociedade Consumidora.

<<http://www.conhecimentosgerais.com.br/preserveomundo/lixo-e-reciclagem/lixo-domestico.html>> - Visualizado dia 01/09/2004.

Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha4/apresentacao/dados.asp>>. Visualizado em 03/04/2005.

PAIVA D. P. **Compostagem de resíduos de suinocultura carcaças e restos de parição.** Disponível em <http://www.cnpsa.embrapa.br/?/artigos/artigos.html>. Acesso em 10 julho 2004.

PEREIRA NETO, J. T. et al (1985). **Sistemas de compostagem por pilhas estáticas aeradas – Uma proposição ao tratamento de lixo urbano e lodos de esgotos.** Congresso da ABES, 15., Maceió, Alagoas. Brasil, 26 p.

PEREIRA NETO, J. T. **Comparision process.** Handbook of environmental engineering; Humana Press. Clifton N.J. USA, p. 269-327. (1986)

_____ **Manual de compostagem processo de baixo custo.** Belo Horizonte: UNICEF, 1996. 56p.

_____ **On the treatment of municipal refuse and sewage sludge using aerated static pile composting – A low technology approach.** Tese de doutorado – Universidade de Leeds, Inglaterra, 376 p. 1987.

_____ **Pathogen survival in a refuse/sludge forced aeration compost system.** In: Effluent treatment and disposal symposium series (98), Inst. Of Chem. Engrs., Englan, UK, p. 373-391. (1986a)

_____ **The effect of operational parameters on process performance in aerated static pile composting system.** MPhil Report. Leeds University, 175 p. 1984.

_____ **Um sistema de reciclagem e compostagem, de baixo custo, de lixo urbano para países em desenvolvimento.** Viçosa: UFV, 1995. 16p. (UFV. Conselho de Extensão.Informe Técnico, 74).

PERESSINOTO, Aristeu. **Minhocultura - Criação de Minhocas**. Disponível em: <<http://www.agrorganica.com.br/materias.htm>>. Visualizado em: 28/03/2005.

Política Nacional de Educação Ambiental Lei nº- 9.795, de 27 de abril de 1999 no Capítulo I.

Portal Ambiente Brasil. **Ambiente Agropecuário (Dioxina)**. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./agropecuario/index.html&conteudo=./agropecuario/artigos/dioxina.html>>. Visualizado em: 12/05/2004.

Portal Ambiente Brasil. **Ambiente Educação (Educação Ambiental)**. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./educacao/index.php3&conteudo=./educacao/educacao.html>>. Visualizado em: 19/04/2005.

Resíduos Orgânicos - Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=residuos/index.php3&conteudo=./docs/residuos/residuosorg.html>>. Visualizado em 10/09/2004

RODRIGUES, Luiza Helena. **Educação Ambiental no contexto comunitário**. Disponível em: http://www.seduc.mt.gov.br/ambiental_artigo.htm>. Visualizado em 06/04/2005.

RODRIGUES, M.S. **Resíduos orgânicos como matéria prima para compostagem**. I Simpósio sobre compostagem – “Ciência e Tecnologia”. Unesp, 19 e 20 de agosto de 2004. Botucatu.

ROHDEN, Henrique Broering. **Lixo e Reciclagem - Controle do Lixo**. Disponível em: <<http://www.conhecimentosgerais.com.br/preserveomundo/lixo-e-reciclagem/controle-do-lixo.html>> - Visualizado dia 01/09/2004

SALVATO, J. A. **Environmental engineering and sanitation**. John Willy e Sons. New York, 1982.

Serviço de ajardinamento e limpeza do governo do estado do Pará. **Tratamento e disposição do lixo**. Disponível em: <<http://www.belacap.df.gov.br>>. Visualizado em: 01/09/2004

SCHALCH, V.; LEITE, W. C. A. **Curso sobre gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 3 a 9 de Maio, 1995.

SILVA, F. C. da; RODRIGUES, L. H. A.; SANTOS, A. D. dos; BERTON, R. S. **Uso de compostos orgânicos: controle ambiental e informatização**. I Simpósio sobre compostagem – “Ciência e Tecnologia”. Unesp, 19 e 20 de agosto de 2004. Botucatu.

SOUSA, K. A. **Novas perspectivas da gestão de resíduos sólidos em Araguari – MG pela coleta diferenciada associada à compostagem**. Março de 2004. 107 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, 2004.

SOUZA, Maria do Rosário Silva. **Como as crianças aprendem?** Visualizado em: < <http://www.saudevidaonline.com.br/artigo59.htm> > em 14/03/2005

TEIXEIRA, L.B.; OLIVEIRA, R.F. de; FURLAN JÚNIOR, J.; CRUZ, E. de S.; GERMANO, V.L.C. **Compostagem de lixo orgânico urbano no município de Barcarena**, Pará. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 25 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos,59).

United States Composting Council Fact Sheet. Disponível em: <<http://www.compostingcouncil.org>>. Visualizado em: 26/05/2004.

Universidade Federal do Paraná. **Educação Ambiental – Dioxinas**. Disponível em: <<http://www.pucpr.br/comunidade/ambiental/dioxinas.html>>. Visualizado em: 26/03/2005.

VALLE, CYRO EYER. **Qualidade Ambiental Iso 14000**. São Paulo: Senac Editora. 2004.

World Resource Institute Publications. Disponível em: <http://pubs.wri.org/pubs_chron.cfm>. Visualizado em: 10/04/2004.

ANEXOS

ANEXO A – ANÁLISE DA QUALIDADE DO MATERIAL ORGÂNICO
PRESENTE NO COMPOSTO CRIADO EXPERIMENTALMENTE

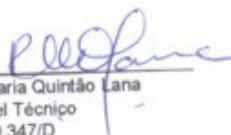
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLOS E CALCÁRIOS
Av. Amazonas, s/nº - Bloco 4C
Sala 14 – Campus Umuarama
38400 – 902 – Uberlândia – MG
Fone: (034) 3218-2207 / 3212-5566 Ramal 215
E-mail labas@umuarama.ufu.br

NOME: E.E Antonio Nunes de Carvalho Filho
SOLICITANTE: Condomínio Edifício Longino Teixeira
FAZENDA: -
MUNICÍPIO: Araguari -MG
Nº DA AMOSTRA: 76255
IDENTIF. DA AMOSTRA: Compostagem 1
DATA: 16/11/2004

LAUDO DE ANÁLISE DE MATERIAL ORGÂNICO

DETERMINAÇÕES	UMIDADE NATURAL	BASE SECA (110°C)
pH em CaCl ₂ 0,01M	8,1	-
Densidade	0,69g/cm ³	-
Umidade perdida a 60º - 65º C	31,2%	-
Umidade perdida entre 65º e 110º C	1,2%	-
Umidade total	32,4%	-
Inertes	-	-
Matéria orgânica total (combustão)	15,0%	22,2%
Matéria orgânica compostável	12,9%	19,0%
Matéria orgânica resistente à compostagem	2,2%	3,2%
Carbono total (orgânico e mineral)	8,3%	12,3%
Carbono orgânico	7,1%	10,5%
Resíduo mineral total	52,9%	77,8%
Resíduo mineral insolúvel	39,9%	58,7%
Resíduo mineral solúvel	13,0%	19,1%
Nitrogênio total	0,5%	0,7%
Fósforo (P ₂ O ₅) total	0,4%	0,6%
Potássio (K ₂ O ⁵) total	1,5%	2,2%
Cálcio (Ca) total	1,0%	1,5%
Magnésio (Mg) total	0,13%	0,2%
Enxofre (S) total	0,13%	0,2%
Relação C/N (C total e N total)	17/1	17/1
Relação C/N (C orgânico e N total)	15/1	15/1
Cobre (Cu) total	27mg/kg	39mg/kg
Manganês (Mn) total	141mg/kg	208mg/kg
Zinco (Zn) total	75mg/kg	111g/kg
Ferro (Fe) total	22812mg/kg	33548mg/kg
Boro (B) total	21Mg/kg	31Mg/kg
Sódio (Na) total	748Mg/kg	1100Mg/kg

(**) Elemento não analisado.


Eng. Agr. Regina Maria Quintão Lana
Responsável Técnico
CREA: 50.347/D