

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

**ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA MUNICIPAL DE
RESÍDUOS SÓLIDOS EM SANTA MARIA – RS: UMA
REFLEXÃO AMBIENTAL**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

Lidiane Moretto

Santa Maria, RS, Brasil

2010

ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM SANTA MARIA – RS: UMA REFLEXÃO AMBIENTAL

por

Lidiane Moretto

Monografia desenvolvida junto ao Programa de pós-graduação em Educação Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito para a obtenção de título de especialização.

Orientadora: Profa. Dra. Damaris Kirsch Pinheiro

Santa Maria, RS, Brasil

2010

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Monografia de Especialização.

**ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
EM SANTA MARIA – RS: UMA REFLEXÃO AMBIENTAL**

elaborada por
Lidiane Moretto

como requisito parcial para obtenção do grau de
Especialista em Educação Ambiental

COMISSÃO EXAMINADORA

Damaris Kirsch Pinheiro
(Presidente/Orientador)

Djalma Dias da Silveira (UFSM)

Marcelo Barcellos da Rosa (UFSM)

Santa Maria, 07 de maio de 2010

RESUMO

Monografia de Especialização
Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental
Universidade Federal de Santa Maria

ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM SANTA MARIA – RS: UMA REFLEXÃO AMBIENTAL

AUTOR: LIDIANE MORETTO

ORIENTADORA: DAMARIS KIRSCH PINHEIRO

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 07 de maio de 2010.

O lixo urbano se configura como um grande desafio da atualidade. A possibilidade de geração de energia por meio destes materiais gerados em abundância se apresenta como uma alternativa ambientalmente correta. Os gestores municipais são os responsáveis pela condução de seu município em vários aspectos, inclusive na área ambiental. Sendo assim, é imprescindível que possuam conhecimento sobre formas de aproveitamento dos resíduos sólidos urbanos, que geralmente são considerados apenas como um rejeito da população e não como insumos capazes de gerar dividendos. A educação ambiental é um mecanismo de divulgação de informações e que busca promover a consciência do indivíduo sobre seu papel no meio em que está inserido. Deste modo, os gestores municipais devem ter interiorizado em si a importância de conduzir sua gestão de acordo com um desenvolvimento sustentável. A metodologia utilizada foi por meio de entrevistas através de questionário, sendo realizadas com gestores municipais de Santa Maria – RS a fim de perceber como a gestão pública administra os resíduos sólidos e quais são as perspectivas futuras. Foi verificada a ausência de uma gestão integrada de resíduos sólidos, além da falta de informações e ações condizentes com as preocupações ambientais. Isto configura um contexto de preocupação, pois considerando que os próprios gestores municipais não possuem uma estreita relação com os aspectos ambientais e nem com sua importância como forma de modificar o contexto de agravos ao meio ambiente, então levar a educação ambiental para a sociedade torna-se ineficiente, pois o cenário envolto não contribui com estes esforços. Ao final das entrevistas com os gestores municipais foi entregue um folder explicativo sobre formas de aproveitamento de resíduos sólidos, a fim de instigar a administração municipal sobre os aspectos ambientais através do uso de resíduos sólidos urbanos para gerar energia tem o propósito de aflorar discussões nos gestores responsáveis pela condução do município em prol a uma educação ambiental eficaz e à promoção de avanços no meio ambiente por meio da transformação do lixo urbano em benefício energético para a população.

Palavras chave: gestores municipais, energia, resíduos sólidos urbanos, educação ambiental.

ABSTRACT

Monograph of Specialization
Post-Graduate Program in Environmental Education
Federal University of Santa Maria

PUBLIC ADMINISTRATION OF SOLID WASTE IN SANTA MARIA – RS: AN ENVIRONMENTAL CONSIDERATION

AUTHOR: LIDIANE MORETTO

ADVISOR: DAMARIS KIRSCH PINHEIRO

Place and Date of Defence: Santa Maria, May, 7th, 2010.

The urban waste emerges as a major challenge. The possibility of energy generation through these materials generated in abundance is presented as a correct environmental alternative. The municipal managers are responsible for the conduct of the city in several aspects, including in the environmental area. Therefore, it is essential that they have knowledge on how to use urban solids wastes, which are usually considered only as a reject of the population rather than as inputs that can generate dividends. The environmental education is a mechanism for disseminating information and seeking to promote individual awareness over his role in the environment in which is inserted. Thus, municipal managers have to internalize the importance of conducting its management according to sustainable development. The methodology used was interviews through a questionnaire, being held with municipal managers from Santa Maria - RS in order to understand how the public management manages the solid waste and which are the future prospects. It was verified the absence of an integrated management of solid waste, and the lack of information and actions compatible with environmental concern. This sets a context of concern, because whereas the local managers themselves do not have a close relationship with the environmental aspects neither with its importance as a way to change the context of harm to the environment. So, conduct the environmental education to society becomes inefficient, because the scenario does not contribute with these efforts. At the end of the interviews with municipal managers were given a brochure explaining how to use solid waste, in order to instigate the local government about the environmental issues through the use of urban solid waste to generate energy. This has the intention to bring out discussions on managers responsible for leading the city towards to the efficient environmental education and to the promotion of improvements in the environment through the transformation of urban waste into energy benefit to the population.

Keywords: municipal managers, energy, urban solid waste, environmental education.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS:	3
Objetivo geral:.....	3
Objetivos específicos:.....	3
3. PROBLEMA	4
4. JUSTIFICATIVA	5
5. DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	6
6. O CONTEXTO DOS RSU	9
7. GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	21
8. RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E BIOMASSA	27
8.1. Compostagem	32
8.2. Gás de lixo - GDL	33
8.3. Digestão Anaeróbica Acelerada	36
8.4. Incineração	38
8.5. Gaseificação.....	42
8.6. Biomassa-Energia-Materiais – B.E.M.	44
8.7. Avaliação das tecnologias para transformação de RSU.....	45
8.8. O mercado de crédito de carbono	49
9. MATRIZ ENERGÉTICA	54
10. DEFINIÇÃO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	62
11. A EDUCAÇÃO AMBIENTAL	66
12. METODOLOGIA	72
12.1 Localização e características da área estudada.....	72
12.1.1 Central de Tratamento de Resíduos da Caturrita (CTRC).....	75
12.1.2 Processo do lixo.....	78
12.1.2.1 Descrição do processo.....	78
12.3 Projetos atuais em relação aos resíduos sólidos.....	86
12.4 Entrevistas.....	87
13. RESULTADOS E DISCUSSÃO	89
14. CONCLUSÃO	105
15. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109
APÊNDICES	122
ANEXOS	126

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dinâmica do lixo.....	11
Figura 2 - Percentual de distritos com serviços de limpeza urbana e/ou coleta de lixo, por unidades de destinação final do lixo coletado.....	13
Figura 3 - Distritos com serviços de limpeza urbana e/ou coleta de lixo, por unidades de destinação final do lixo coletado.....	14
Figura 4 - Emissão de metano por tipo de disposição final de RSU.....	15
Figura 5 - Percentual de domicílios particulares permanentes por situação e destino do lixo não coletado segundo grandes regiões.	17
Figura 6 - Composição percentual média do lixo brasileiro em peso.	17
Figura 7 - Enfoque tradicional e enfoque sobre o gerenciamento integrado.	21
Figura 8 - Processo de conversão energética da biomassa.....	28
Figura 9 - Esquema de funcionamento da tecnologia Dranco.....	33
Figura 10 - Esquema de funcionamento de uma planta de gás de lixo.....	34
Figura 11 – Planta de geração de energia elétrica por meio do biogás em aterro de São Paulo, Brasil.....	35
Figura 12 - Exemplos de unidades de processo utilizadas com digestores anaeróbicos de RSU.	37
Figura 13 - Esquema de combustão de resíduos.....	39
Figura 14 - Fluxograma da incineração de lixo para aproveitamento de energia térmica.	41
Figura 15 - Diagrama de fluxo de uma planta de energia de RSU baseada na gaseificação.	43
Figura 16 - Fluxograma da tecnologia B.E.M.	45
Figura 17 - Rotas energéticas possíveis com o uso de resíduos sólidos.	46
Figura 18 - Emissões de dióxido de carbono, evolução e cenários das emissões de CO ₂ no mundo, países membros da OECD e não-Membros de 1990 a 2030.....	51
Figura 19 - Mercado de crédito de carbono – primário e secundário (a) e evolução do preço (b).....	52
Figura 20 - Consumo final energético por setor no Brasil.	55
Figura 21 - Vista parcial da hidrelétrica de Jatapu - Roraima.....	56
Figura 22 - Aumento de térmicas na matriz energética do país.	58
Figura 23 - Matriz de oferta energética brasileira em 2007.	59
Figura 24 - Participação de fontes renováveis e não renováveis na oferta interna de energia de 1970 a 2008.	59
Figura 25 - Oferta interna de energia – participação em 2008.	60
Figura 26 - Consumo final de energia por fonte no mundo em 2006.	61
Figura 27 - Relação entre dimensões e sub-dimensões da sustentabilidade.	63
Figura 28 - Esquema para a construção da gestão integrada dos resíduos sólidos.	71
Figura 29 - Lixão da Caturrita (a) e (b).	73

Figura 30 - Vista geral da área do empreendimento.	75
Figura 31 - Vista aérea das unidades prediais.	76
Figura 32 - Fluxograma da movimentação de RSU na CTRC.....	77
Figura 33 - Unidades da CTRC.	77
Figura 34 - Chegada do caminhão como os RSU à Central de Tratamento.	78
Figura 35 - Pesagem.	79
Figura 36 - Descarga dos resíduos.	79
Figura 37 - Resíduos descarregados.	80
Figura 38 - Unidade de triagem.	80
Figura 39 - Detalhe da prensa vertical.	81
Figura 40 - Material separado pela triagem e compactado para comercialização.....	81
Figura 41 - Unidade de compostagem.	82
Figura 42 - Compactação de resíduos em rampa.	83
Figura 43 - Aterro sanitário recebendo camada de terra.....	83
Figura 44 - Drenos sendo construídos.	84
Figura 45 - Drenos instalados na superfície.	84
Figura 46 - Queima do metano para transformação em carbono, sendo liberado para a atmosfera.	85
Figura 47 - Lagoas de chorume.	85
Figura 48 - Ecopontos: projeto piloto para recebimento de materiais recicláveis.....	86

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação dos resíduos sólidos segundo a sua origem.	7
Quadro 2 - Quantidade de lixo coletado, por tipo de destino final, Brasil, 1989 e 2000.....	12
Quadro 3 - Quantidade diária de lixo coletado (T/dia), por unidade de destino final do lixo coletado, segundo os locais.	13
Quadro 4 - Estimativa do impacto da doença devido à precariedade do ambiente doméstico nos países em desenvolvimento – 1990.	16
Quadro 5 - Destino dos resíduos sólidos urbanos.....	18
Quadro 6 - Prioridades apresentadas por alguns países, quanto a seus princípios de prioridade do modo de gestão de resíduos sólidos.	23
Quadro 7 - Algumas vantagens do processo de incineração.	40
Quadro 8 - Uso da incineração e recuperação de energia em vários países.	41
Quadro 9 - Vantagens e desvantagens de algumas tecnologias.	46
Quadro 10 - Aproveitamento energética segundo algumas tecnologias.	47
Quadro 11 - Dados sobre a tecnologia Dranco, Gás de lixo e Incineração.....	48
Quadro 12 - Emissões evitadas por cada tecnologia – GDL, Incineração e Dranco.	50
Quadro 13 - Fatores de emissão de CO ₂ segundo alguns combustíveis.	50

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1 - Folder entregue aos entrevistados (frente)	123
Apêndice 2 - Folder entregue aos entrevistados (verso)	124
Apêndice 3 - Questionário aplicado aos gestores municipais acerca da gestão dos resíduos sólidos urbanos em uma visão atual e perspectiva futura, considerando a possibilidade de aproveitamento para fins energéticos...	125

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 - Eixo temático I: Desenvolvimento urbano com planejamento sustentável....	128
Anexo 2 - Eixo temático II: Resíduos Sólidos.....	129
Anexo 3 - Eixo temático III: Drenagem urbana e recursos hídricos.....	131
Anexo 4 - Eixo temático IV: Educação ambiental.....	132

1. INTRODUÇÃO

A população cresce e sua renda aumenta, juntamente com a produção de resíduos através um alto padrão de consumo que faz com que haja desperdício em demasia. Scarlato e Pontini (1992, p. 03) afirmam que, “por mais contraditório que possa parecer, o homem dito inteligente vem introduzindo em seu habitat uma espécie competidora: o lixo, resíduos da civilização”.

Monteiro et al. (2001) reforça a preocupação com a intensa urbanização e ressalta que mais de 70% dos municípios brasileiros possuem menos de 20 mil habitantes e a concentração urbana ultrapassa 80%, alentando preocupações com os problemas ambientais urbanos e, dentre estes, com o gerenciamento dos resíduos sólidos. Deve-se considerar que o aumento das emissões de gases provenientes de fontes antropogênicas tem sido uma das causas do aumento do efeito estufa que tem como uma das fontes emissoras de gases os aterros e lixões que são amplamente utilizados no Brasil.

Outro fator instigante é a crise no setor elétrico brasileiro que vem se agravando desde os anos 70. Entre 1992 e 1997 o crescimento no consumo de eletricidade foi de mais de 16%, surgindo grande preocupação com o déficit de energia e riscos de interrupção no fornecimento (VELÁZQUEZ, 2000).

Diminuir a dependência de combustíveis fósseis e não renováveis e buscar soluções ambientalmente corretas devem ser estratégias de gestão governamental e a utilização da biomassa como fonte de energia é uma alternativa que contribuirá não apenas com a diminuição dos impactos globais pela queima de combustíveis fósseis como também com a matriz energética do país.

A preocupação com as questões ambientais está tomando proporções cada vez maiores na medida em que a conscientização é disseminada. Promover o desenvolvimento econômico de um país inclui analisar os aspectos socioeconômicos e a conservação dos recursos naturais e, desta forma, zelar pelo desenvolvimento sustentável que implica no melhoramento das condições de vida do homem e dos recursos naturais. A proteção do meio ambiente deve integrar as estratégias de desenvolvimento em âmbito nacional e internacional (ZIENSING, 1996) e fontes de

energia mais limpas contribuem com a proteção ambiental e com o desenvolvimento sustentável, além de apresentar impactos socioeconômicos positivos.

O homem negligencia sua estreita relação e responsabilidade com a qualidade do meio ambiente e em uma alternativa de enfrentar estes problemas, a utilização dos resíduos sólidos urbanos como fonte de energia ganha notável importância. Desta forma, este trabalho pretende analisar como a administração pública municipal de Santa Maria-RS aborda estes aspectos.

2. OBJETIVOS:

Objetivo geral:

Analisar as formas de aproveitamento de resíduos sólidos urbanos para energia e despertar a posição dos gestores de Santa Maria – RS a fim de instigar a percepção e educação ambiental nas autoridades municipais.

Objetivos específicos:

- ✓ Apresentar alternativa para suprimir o déficit energético do país através do uso de energia limpa;
- ✓ Abordar os benefícios ambientais, sociais e econômicos;
- ✓ Questionar gestores municipais sobre os Resíduos Sólidos Urbanos - RSU a fim de instigar a reflexão acerca da destinação dos resíduos;
- ✓ Apresentar alternativas de uso dos RSU para as autoridades competentes de forma a difundir informações sobre benefícios ambientais, sociais e econômicos que o município pode obter instigando a reflexão e a educação ambiental, promovendo o desenvolvimento sustentável.

3. PROBLEMA

Como resolver o problema cada vez maior acerca do destino dos resíduos sólidos urbanos?

Segundo Queiróz Lima (1995), o lixo urbano resulta de dois fatores básicos: o aumento populacional e a intensidade da industrialização. Por analogia compreende-se que o aumento de população exige maior incremento na produção de bens de consumo, sendo que cada vez mais se transforma matéria-prima em produto acabado para atender a demanda e assim, gerando maior quantidade de resíduos.

Os espaços disponíveis para disposição dos resíduos nas proximidades das cidades estão se exaurindo e os problemas ambientais pela disposição efetuada de forma a não contemplar todos os requisitos para a conservação ambiental são cada vez mais destacados. O escape de substâncias que podem contaminar as águas no subsolo, a difusão de materiais tóxicos, proliferação e difusão de microorganismos que ameaçam a saúde humana e emissão do gás metano que é um gás do efeito estufa são fatores proeminentes em aterros sanitários que são largamente utilizados no Brasil, como no caso específico de Santa Maria. A necessidade de ampliação da oferta energética do país e a possibilidade de utilização dos resíduos sólidos urbanos – ainda amplamente dispostos de forma inadequada pela população – emergem como alternativa. Todavia, é fundamental que os gestores municipais tenham conhecimento sobre as possibilidades que o lixo proporciona a fim de que possam tomar iniciativas na busca pela preservação ambiental. Outrossim, os gestores precisam ser instigados a abordar questões ambientais (e neste contexto se insere a educação ambiental) a fim de promover mudanças diante de um cenário cada vez mais alarmante de desleixo, falta de informações pela administração pública e poucas ações na área.

4. JUSTIFICATIVA

O serviço de disposição dos resíduos sólidos urbanos é considerado pelo poder público como uma despesa incapaz de gerar receitas. A mudança desta percepção dos gestores municipais é o início de um processo que pode ser amplamente benéfico para a sociedade.

Diante das transformações sociais, econômicas e tecnológicas ocorridas ao longo dos últimos anos, se faz necessário repensar a qualidade do meio ambiente e a conscientização acerca dos resíduos sólidos urbanos e as possibilidades que são oferecidas pelo uso destes materiais e benefícios que a comunidade pode lograr, tornando-se oportuno aprofundar estudos na área e conscientizar os gestores sobre sua fundamental importância no processo de conservação do meio ambiente, informando alternativas possíveis de serem realizadas a partir do lixo urbano para fins energéticos e promoção da consciência da população por meio da educação ambiental.

A falta de áreas próximas aos grandes centros (local onde são gerados) para disposição final dos resíduos, o potencial de aproveitamento energético destes materiais e a redução da emissão de gases do efeito estufa são fatores que contribuem para se pautar com maior atenção sobre este tema (OLIVEIRA et al., 2003). Ademais, o retorno financeiro por meio de créditos de carbono também estimula os gestores municipais a repensar o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos de seus municípios.

5. DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A Norma Brasileira (NBR) nº. 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2004, p. 1) define resíduos sólidos como:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços 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 tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Conforme o IBAM (2001, p. 25), “resíduo sólido ou simplesmente "lixo" é todo material sólido ou semi-sólido indesejável e que necessita ser removido por ter sido considerado inútil por quem o descarta, em qualquer recipiente destinado a este ato”.

Os resíduos sólidos urbanos são constituídos por matéria orgânica putrescível, papel, podas de árvores, plástico, vidro, material metálico e demais materiais denominados inertes (CASSINI, 2003).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), na NBR 10.004/2004, classifica os resíduos sólidos de acordo com:

- resíduos classe I - Perigosos;
- a) resíduos classe II – Não perigosos;
 - resíduos classe II A – Não inertes.
 - resíduos classe II B – Inertes.

Enquanto isto, Tchobanoglous et al. (1993) apresenta uma classificação mais detalhada em relação à origem dos resíduos sólidos, conforme o quadro 1.

Fonte	Unidades típicas, atividades ou localização de geração	Tipos de Resíduos Sólidos
Domiciliar	Família simples e várias famílias em residências independentes e apartamentos	Resíduos de alimentos, papel, papelão, plásticos, tecidos, couros, resíduos de jardinagem e poda, madeira, vidros, latas, cinzas, resíduos de varrição, resíduos especiais (itens volumosos, artigos eletrônicos, baterias, pneus e óleos), resíduos sólidos perigosos.
Comércio	Lojas, restaurantes, mercados, escritórios, hotéis, motéis, lojas de impressão, serviços mecânicos, etc.	Papel, papelão, plásticos, madeira, resíduos de alimentos, vidro, metal, resíduos especiais, resíduos perigosos, etc.
Instituições	Escolar, hospitalar, prisões, centros governamentais.	Papel, papelão, plásticos, madeira, resíduos de alimentos, vidro, metal, resíduos especiais, resíduos perigosos, etc.
Construção e demolição	Áreas de novas construções, recuperação/renovação de estradas, entulhos de pavimentação.	Madeira, aço, concreto, poeira, etc.
Serviços Municipais (exceto unidades de tratamento)	Varrição, limpeza de bocas de lobo, parques e praias, outras áreas de recreação.	Resíduos especiais, refugos, resíduos de varrição, podas de árvores e de parques em geral, praias e áreas de recreação.
Unidades de tratamento; incineradores municipais	Processos de tratamento de água, efluentes e resíduos industriais.	Resíduos de unidades de tratamento, principalmente compostos por lodos residuais.
Município	Todos os citados anteriormente.	Todos os citados anteriormente.
Indústria	Construção, fabricação, indústrias pesadas e leves, refinarias, unidades geradoras de energia, demolição, etc.	Resíduos de processo industrial, sucata, etc. Resíduos não industriais, incluindo alimentos, refugos, cinzas, resíduos de demolição e construção, resíduos especiais, resíduos perigosos.
Agricultura	Colheitas, pomares, videiras, leiteiras, fazendas, etc.	Resíduos de alimentos estragados, resíduos de agricultura, refugos, resíduos perigosos.

Fonte: Adaptado de Tchobanoglous et al. (1993)

Quadro 1 - Classificação dos resíduos sólidos segundo a sua origem.

Os autores Povinelli e Bidone (1999) dividem os resíduos sólidos de acordo com seu grau de degradação:

-facilmente degradáveis: são os resíduos orgânicos putrescíveis, sendo matéria orgânica facilmente biodegradável através de bactérias e fungos. Exemplo: matéria orgânica domiciliar;

-moderadamente degradáveis: resíduos em que a decomposição por meio biológico ocorre no período de duas a quatro semanas. Exemplos: papelão e demais materiais celulósicos;

-dificilmente degradáveis: resíduos que denotam degradação biológica nula ou desprezível, como verificado em retalhos, borracha e madeira;

-não degradáveis: resíduos mais resistentes à biodegradação, em que se incluem metais, vidros, terra, entre outros.

O termo lixo urbano, segundo Pinto (1979), Kiehl e Porta (1980) e Aisee et al. (1982), é empregado para designar resíduo sólido rejeitado, sendo o material básico dos aterros e sistemas de tratamento convencionais.

6. O CONTEXTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS - RSU

Tucci (2007, p. 29) sobre o desenvolvimento urbano:

O desenvolvimento urbano se acelerou na segunda metade do século vinte com a concentração da população em espaço reduzido, produzindo grande competição pelos mesmos recursos (solo e água), destruindo parte da biodiversidade natural. As exigências atuais do homem para seu conforto e segurança produzem alterações no ambiente natural. O meio formado pelo ambiente natural e a população (socioeconômico urbano) é um ser vivo e dinâmico que gera um conjunto de efeitos interligados, que sem controle, pode levar a cidade ao caos.

O desenvolvimento sustentável urbano propõe a melhoria da qualidade de vida da população e a conservação do ambiente, sendo também integrador pois a qualidade de vida somente é viável com um ambiente conservado que supra as necessidades da população, zelando pela harmonia homem-natureza (TUCCI, 2007).

Em 1990, aproximadamente 13% da população mundial era urbana e no Brasil, cerca de 83% em 2007. Na América Latina, 77% da população era considerada urbana neste mesmo período e este crescimento urbano tem sido realizado de maneira insustentável com deterioração de qualidade de vida e do meio ambiente (TUCCI, 2007). O crescimento da população em favelas é significativo e seu adensamento é preocupante. Nas regiões mais pobres a infra-estrutura urbana (transporte, saneamento, água, coleta de lixo e drenagem) é mais deficiente. Em algumas cidades brasileiras, a população irregular ou informal chega a 50% (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2000 apud TUCCI, 2007).

Segundo a Agenda 21 (Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento – CNUD, 1997), o manejo dos resíduos sólidos deve almejar modificar a causa do problema, entendida como os padrões não sustentáveis de produção e consumo e que deve considerar as seguintes áreas:

- ✓ redução ao mínimo dos resíduos;
- ✓ aumento ao máximo da reutilização e reciclagem ambientalmente saudáveis dos resíduos;
- ✓ promoção do depósito e tratamento ambientalmente saudáveis dos resíduos;

✓ ampliação do alcance dos serviços que se ocupam dos resíduos.

Estas quatro áreas devem estar correlacionadas e se apoiarem de forma mútua, estando integradas e tendo a participação de todos os setores da sociedade.

Santos (2002, p.1) esclarece sobre a disposição dos resíduos sólidos considerados indesejáveis:

A estabilização das primeiras coletividades humanas determinou amontoados de resíduos sólidos. A rejeição a tudo o que viesse a constituir resíduo foi aumentando e generalizou-se na civilização, havendo então, nas sociedades em plena evolução preocupação de tratar convenientemente tais resíduos.

Isaia, Isaia e Roth (1999) indicam que o atual modelo de desenvolvimento econômico instiga o desperdício, pois, utensílios são planejados para terem uma curta duração e a quantidade de resíduos sólidos no ambiente é incrementada.

A problemática do lixo urbano está relacionada à sua origem e produção, da mesma forma que o conceito de inesgotabilidade e dos reflexos de comprometimento do meio ambiente, especialmente quanto à poluição do solo, do ar e dos recursos hídricos (LIMA, 1995). De acordo com o autor, o fato mais preocupante é o de que a população cresce em ritmo acelerado, o que implica na expansão automática da industrialização para que possa atender às novas demandas, incrementando o volume de lixo produzido. A ausência de tratamento dessa massa pode contribuir de forma significativa com a degradação da biosfera e deteriorar a qualidade de vida do planeta.

Isaia, Isaia e Roth (1999, p.20) esclarecem que:

A geração de resíduos sólidos é proporcional ao aumento da população e desproporcional à disponibilidade de soluções para o gerenciamento dos detritos resultando em sérias defasagens na prestação dos serviços tais como a diminuição gradativa de atendimento, à redução do percentual da malha urbana atendida pelo serviço de coleta e o seu abandono em locais inadequados.

A composição dos resíduos sólidos urbanos é um reflexo de hábitos culturais e de consumo da sociedade, além de depender do nível de renda e avanços tecnológicos (PRESA, 1982).

Segundo Noguera (2000), a produção, acondicionamento, coleta e destino final são abordados como problemas pontuais e não como um desafio global. Isto

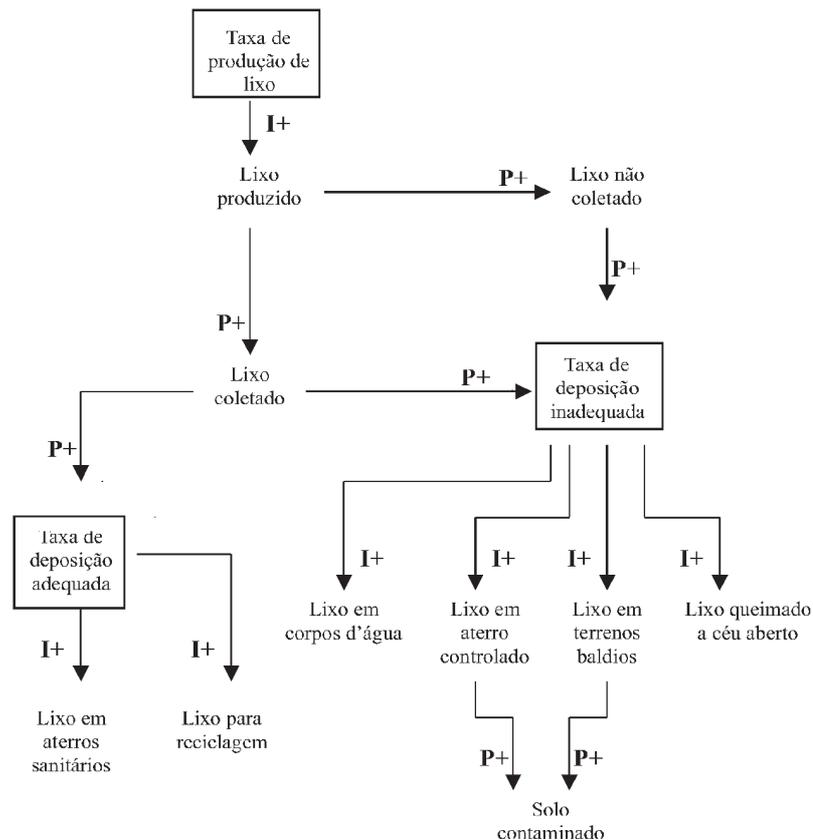
pode ser verificado em algumas prefeituras, onde medidas isoladas são tomadas sobre o destino final.

De acordo com Mansur e Monteiro (1993 apud SANTOS 2002, p. 40):

O ideal para o usuário principalmente no que diz respeito à saúde pública é a coleta diária, com exceção aos domingos. Entretanto, três vezes é o ideal para o sistema considerando-se a relação custo benefício e, duas vezes é o mínimo admissível sob o ponto de vista sanitário, para países de clima tropical.

As preocupações atuais com as questões ambientais elevam a importância de analisar os resíduos sólidos urbanos brasileiros.

A figura 1 mostra o diagrama da dinâmica da produção, coleta, tratamento e deposição do lixo em destinos adequados e inadequados, além de possíveis conseqüências de uma má gestão de RSU.



Fonte: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - Pnud (2004)

Legenda: O sinal positivo caracteriza a natureza das influências. O diagrama mostra a influência de I (influência direta) sobre P (proporcionalidade qualitativa) e vice-versa e significa que, se I está crescendo, P também estará e assim por diante.

Figura 1 - Dinâmica do lixo.

De acordo com o IBGE (2002 apud PNUD, 2004), em 1989, foram coletadas aproximadamente 96 mil toneladas/dia de lixo no país, enquanto, em 2000, foram 228 mil t/dia, como pode ser visualizado no quadro 2. Isso implica aumento de 237,2% no período ou, em média, 21,6% ao ano. Apesar da pequena evolução constatada de melhora no destino final adequado entre 1989 e 2000 (o destino final inadequado diminuiu de 71,2% em 1989 para 59,5% em 2000), o problema ainda é incipiente e exige medidas emergenciais.

Ano	Quantidade de lixo coletado, por tipo de destino final				
	Total (t/dia)	Adequado (t/dia)	%	Inadequado (t/dia)	%
1989	96.287	27.754	28,8	68.533	71,2
2000	228.413	92.487	40,5	135.926	59,5

Fonte: IBGE (2002 apud PNUD (2004))

Quadro 2 - Quantidade de lixo coletado, por tipo de destino final, Brasil, 1989 e 2000.

A gestão dos resíduos sólidos urbanos é um grande desafio para toda a sociedade. O Brasil apresenta expressiva produção de RSU, conforme o IBGE (2000), são aproximadamente 45 milhões de toneladas anuais, sendo que grande parcela possui destino inadequado, resultando em problemas de saúde e ambientais como a emissão de metano na atmosfera que contribui com a intensificação dos gases causadores do efeito estufa.

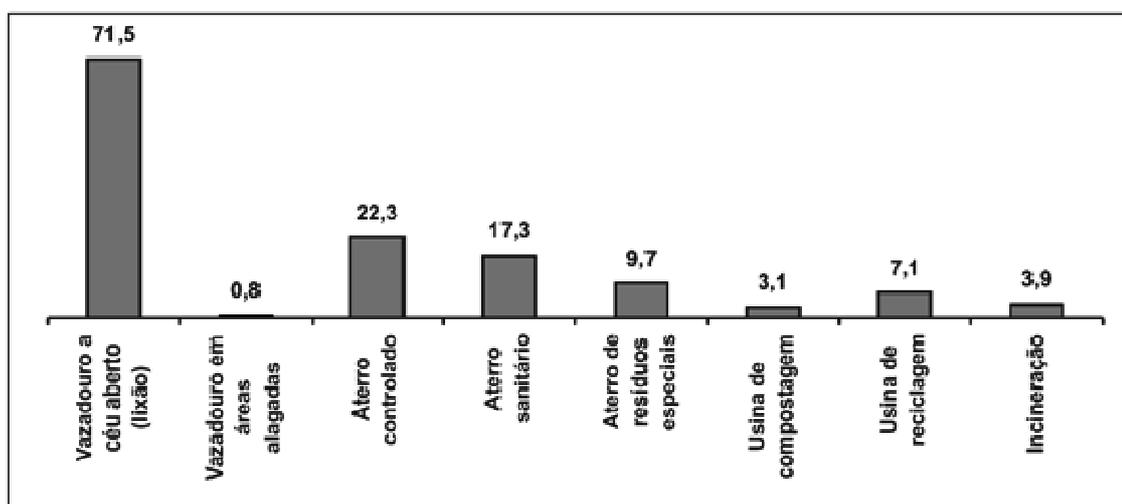
A quantidade de lixo coletado no Brasil, região sul e no Rio Grande do Sul, segundo o IBGE (2000), diante do destino final é apresentada no quadro 3 que evidencia o grave problema de disposição de RSU em lixões e a pequena quantidade de material utilizado para incineração, compostagem ou triagem:

Local	Total	Vazadouro a céu aberto (lixão)	Vazadouro em áreas alagadas	Aterro controlado	Aterro sanitário	Estação de compostagem	Estação de triagem	Incineração	Locais não-fixos	Outra
Brasil	228.413	48.321,7	232,6	84.575,5	82.640,3	6.549,7	2.265	1.031,8	1.230,2	1.566,2
Sul	19.874,8	5.112,3	36,7	4.833,9	8.046,0	347,2	832,6	30,1	119,9	516,1
Rio Grande do Sul	7.468,3	1.146,9	20,0	2 048,6	2 864,2	126,9	697,2	15,9	33,5	515,1

Fonte: IBGE (2000)

Quadro 3 - Quantidade diária de lixo coletado (T/dia), por unidade de destino final do lixo coletado, segundo os locais.

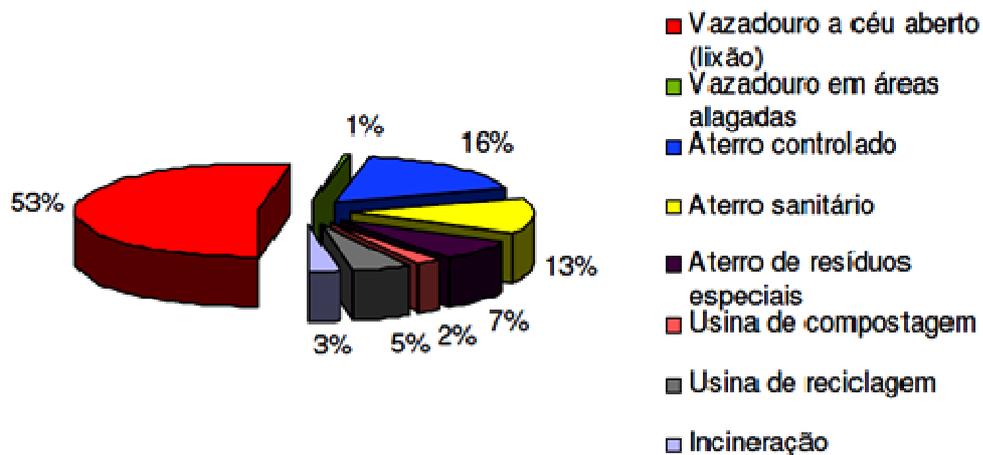
A figura 2 detalha o percentual de distritos com serviços de limpeza urbana ou coleta de lixo em cada unidade de destino final de lixo coletado em 2000, sendo que um mesmo distrito pode conter mais de um destino final, razão pela qual os percentuais superam 100%.



Fonte: IBGE — Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2000 apud PNUD, 2004)

Figura 2 - Percentual de distritos com serviços de limpeza urbana e/ou coleta de lixo, por unidades de destinação final do lixo coletado.

O gerenciamento do lixo, em sua maioria, ocorre de forma inadequada (Figura 3). Estatisticamente a disposição final do lixo no Brasil está assim representada:



Fonte: IBGE (2000)

Figura 3 - Distritos com serviços de limpeza urbana e/ou coleta de lixo, por unidades de destinação final do lixo coletado.

Os efeitos maléficos provocados pelos resíduos sólidos quando acumulados às margens de cursos d'água ou canais de drenagem e encostas, resultam em assoreamento e deslizamento de taludes, respectivamente. A poluição atmosférica gerada pela queima de resíduos a céu aberto e a contaminação de lençóis d'água por substâncias químicas presentes na massa de resíduos são exemplos dos efeitos sobre a saúde humana e o meio ambiente. Os resíduos, quando mal acondicionados ou dispostos a céu aberto, também se constituem em foco de proliferação de vetores transmissores de doenças (LIMA, 1995).

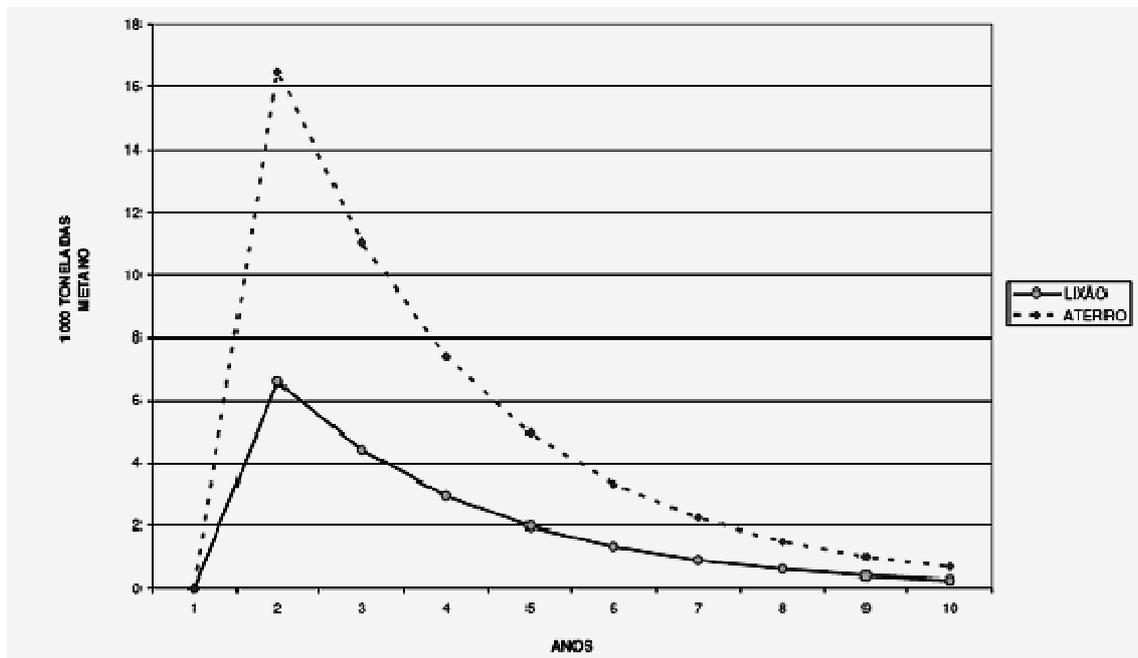
Conforme Oliveira et al. (2003), aproximadamente 72% do total nacional de resíduos é disposto de forma indevida e compõe a carga poluidora que escorre pelas águas pluviais urbanas e rurais.

A decomposição contínua da matéria orgânica presente nos lixões gera o chorume. A percolação das águas das chuvas ao longo do tempo, possibilita que o lixiviado/percolado na massa de resíduos contraia características levemente ácidas, devido a processos químicos que ali ocorrem. Nestas condições, a água dissolve elementos e compostos que contaminam o lençol freático e as águas subterrâneas via substâncias e organismos patogênicos, metais pesados e substâncias perigosas (ISAIA, ISAIA e ROTH, 1999). Esta constatação também é abordada por Bidone (1999) que afirma que a decomposição da matéria orgânica em aterro sanitário gera

um líquido de cor escura, o chorume, que se lixiviado causa contaminação do solo e cursos d'água e se infiltrado causa contaminação do lençol freático.

O metano (CH₄) é um gás incolor combustível decorrente da ação das bactérias no material em decomposição, podendo acarretar em incêndios e explosões, em razão da penetração do gás nos solos adjacentes e também a morte da vegetação das cercanias, devido à redução do oxigênio no solo. Esse, juntamente com o gás carbônico, liberado durante o processo de decomposição anaeróbia dos resíduos, resulta no aquecimento da superfície, ou seja, no efeito estufa (ISAIA, ISAIA e ROTH, 1999).

A figura 4 ilustra a influência da forma de deposição na evolução temporal das emissões para duas situações de depósito apenas de restos de alimentos dispostos em vazadouro a céu aberto (lixão) e dispostos em aterro sanitário. Esses cálculos sugerem que os resíduos de alimentos depositados em aterro sanitário emitem mais de o dobro de metano do que aqueles depositados em lixões a céu aberto.



Fonte: EPE (2008c)

Figura 4 - Emissão de metano por tipo de disposição final de RSU.

Em relação às doenças, de acordo com a Organização Mundial de Saúde - OMS (1998), no Brasil, 80% das doenças e 65% das internações hospitalares, implicando em gastos de US\$ 2,5 bilhões por ano, relacionam-se com água contaminada e falta de esgotamento sanitário dos dejetos, sendo que, as enfermidades verificadas são desde gastroenterites à doenças graves que podem ser fatais e oferecer proporções epidêmicas.

A disposição inadequada do lixo está diretamente relacionada à presença de vetores de diversas doenças. A oferta de alimento, abrigo e água atrai vetores como urubus, ratos, baratas e mosquitos que encontram no acúmulo descontrolado de resíduos o ambiente propício à sua participação nos ciclos das doenças. Recentemente uma epidemia de dengue atingiu o Brasil. A presença do mosquito *Aedes aegypti* na cidade do Rio de Janeiro registrou cerca de 200 mil casos e 50 óbitos (PEQUENO, 2002).

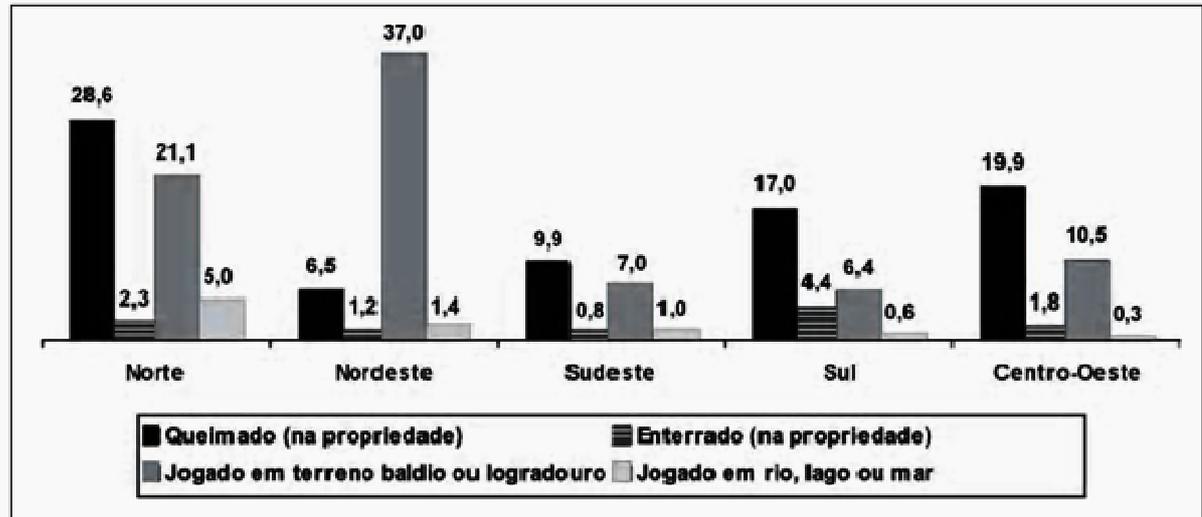
Deste modo, entende-se que o correto tratamento dado aos resíduos sólidos tem influência direta nas condições de saúde pública. Diversas enfermidades e endemias são decorrentes da forma de acondicionamento e destinação dos resíduos. Conforme o quadro 4, o Banco Mundial (1993) associa algumas doenças aos problemas ambientais:

Principais doenças ligadas à precariedade do ambiente doméstico	Problema ambiental
Tuberculose	Superlotação
Diarréia	Falta de saneamento, de abastecimento de água, de higiene
Doenças tropicais	Falta de saneamento, má disposição do lixo, foco de vetores de doenças nas redondezas
Verminoses	Falta de saneamento, de abastecimento de água, de higiene
Infecções respiratórias	Poluição do ar em recinto fechado, superlotado
Doenças respiratórias crônicas	Poluição do ar em recinto fechado
Câncer do aparelho respiratório	Poluição do ar em recinto fechado

Fonte : Banco Mundial, 1993

Quadro 4 - Estimativa do impacto da doença devido à precariedade do ambiente doméstico nos países em desenvolvimento – 1990.

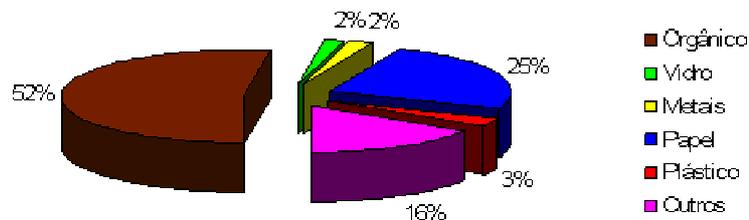
A figura 5 destaca a grande quantidade de lixo queimado, inclusive na região sul do país e demonstra o percentual de lixo jogado em terreno baldio ou logradouro na região nordeste.



Fonte: IBGE (2000a)

Figura 5 - Percentual de domicílios particulares permanentes por situação e destino do lixo não coletado segundo grandes regiões.

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2000), mostra que 99,4% dos municípios brasileiros têm coleta de lixo, o que denota uma melhora do destino final do lixo coletado no país nos últimos anos. A figura 6 demonstra a composição média dos resíduos coletados no país.



Fonte: Philippi Jr. (1999)

Figura 6 - Composição percentual média do lixo brasileiro em peso.

A coleta seletiva aumenta a vida útil dos aterros sanitários e assim inicia-se um círculo virtuoso que transforma a poluição em insumo produtivo através da separação de resíduos secos e úmidos, o que aumenta a oferta de matéria-prima secundária que resulta em um acréscimo da reciclagem e a conservação dos recursos naturais via conservação de energia e diminuição do uso de recursos naturais.

Em comparação a outros países, o Brasil situa-se em nível significativamente inferior em relação à reciclagem e destino final adequado aos resíduos. Na Suíça, 22% do lixo era reciclado em 1998, enquanto menos de 1% era registrado no Brasil para a mesma categoria. Naquele país, apenas 22% dos resíduos sólidos tinham como destino os aterros, enquanto no cenário brasileiro eram 99%. No Japão, 75% tinham como destino final a incineração, enquanto na Suíça eram 59% e no Brasil, quantidade inferior a 1%. A compostagem como destino final, na Áustria, era de 18%, na Suíça 7% e no Brasil, menos de 1% (OLIVEIRA, 2000).

O quadro 5 mostra o destino dos resíduos sólidos urbanos em alguns países. O Brasil apresenta um cenário pessimista, com grande percentagem de RSU destinados a aterros e/ou lixões (89%), enquanto países como a Suécia destinam apenas 9,7% de seus resíduos a esta categoria de destino.

Pais	Aterros e/ou lixões	Incineração com recuperação de energia	Compostagem+ reciclagem
Brasil	89%	-	11%
Tailândia	30% (aterro)	54%(inclui lixões)	16%
França	41%	32%	27%
Suécia	9,7%	46,7%	43,6%

Fonte: Cempre (2005)

Quadro 5 - Destino dos resíduos sólidos urbanos.

Porto Alegre (2002 apud SANTOS, 2002) aborda o caso do estado do Rio Grande do Sul onde, das 497 cidades, 46% tratam seus resíduos com licenciamento operacional emitido pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), sendo este o estágio em que todos os pré-requisitos de segurança expressos na lei

ambiental são acatados e são responsáveis por 71% dos entulhos. Todavia, desta realidade não compartilham 54% dos municípios. Sendo que, destes, 25% estão em processo de adaptação à legislação com licenças prévias ou de instalação de equipamentos. Entretanto, outros 44% sequer começaram as negociações para apropriar seus depósitos à legislação e freqüentemente são localizados próximos a nascentes e leitos de rios ou em áreas alagadiças, onde o agravo ambiental é elevado.

Na pesquisa realizada em Porto Alegre – RS, Reis et al. (2002) conclui que as classes com maior poder aquisitivo produzem quantidades mais elevadas de resíduos potencialmente recicláveis e produzem menos matéria orgânica, provavelmente em razão da utilização de alimentos previamente processados e também por realizarem mais freqüentemente refeições em restaurantes. Constatou-se um aumento considerável de materiais descartáveis, quando os resultados desta pesquisa foram comparados com dados de 1997.

Já a pesquisa realizada por Botega (2004) no Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Maria denota que 54% dos alunos da Instituição não realizam a separação de resíduos na origem e que, entre os professores e funcionários, o percentual é de 31%. Ou seja, em um estabelecimento de ensino – onde se supõe um maior conhecimento sobre causas e problemas ambientais, ainda é elevada a quantidade de pessoas com uma conduta descomprometida com o meio ambiente. Importante ressaltar que, o público investigado apresenta um grau de conhecimento e anos de estudo superior ao que pode ser verificado na população em geral e que isto contribui para a proposição de que há um descompasso entre a aquisição de conhecimento e a prática ambientalmente sustentável, o que denota que as instituições de ensino precisam encontrar maneiras de envolver os professores, funcionários e alunos nas novas metas mundiais de qualidade e preservação ambiental.

SANTOS (2002) obteve, em sua pesquisa realizada no município de Santa Maria, os seguintes dados: 57% dos entrevistados realizam a separação dos resíduos sólidos domésticos recicláveis e 43% raramente ou nunca o realizam e ainda, segundo estes, o procedimento não é efetuado porque inexistente um sistema eficiente de coleta seletiva na cidade. Os entrevistados delataram que separar os resíduos seria ineficaz pois, no momento da coleta, todo material é misturado e

compactado pelo caminhão da empresa responsável pelos serviços, a PRT Prestação de Serviços Ltda¹.

Ainda conforme o levantamento de dados realizado por SANTOS (2002, p. 41), 63% (329) pessoas entrevistadas afirmaram que a coleta seletiva dos resíduos sólidos domésticos é inexistente no município e esclarece, “a coleta seletiva existe e é precária e pouco abrangente com uma taxa de eficácia muito insignificante”.

¹ Empresa prestadora de serviços desde 04 de abril de 1997 até 02 de fevereiro de 2010, quando teve o contrato rompido pela Prefeitura Municipal de Santa Maria.

7. GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A Constituição Federal (BRASIL, 1988) promulga que é de competência dos municípios os assuntos de interesse local, especialmente quanto à organização dos serviços públicos, como a limpeza urbana.

De acordo com o Decreto Estadual do Rio Grande do Sul, nº 38.356 de abril de 1998, no anexo único, art. 1º, a gestão de resíduos sólidos é definida da seguinte maneira:

A gestão dos resíduos sólidos é de responsabilidade de toda a sociedade e deverá ter como meta prioritária a sua não-geração, devendo o sistema de gerenciamento desses resíduos buscar sua minimização, reutilização, reciclagem, tratamento ou destinação adequada.

Segundo o IBAM (2007), o conceito de gestão integrada de resíduos sólidos envolve diversos atores e o processo como um todo de forma a possibilitar o desenvolvimento sustentável. As estratégias, ações e procedimentos devem visar o consumo responsável, a mínima geração de resíduos e a promoção do trabalho com a participação de diversos segmentos da sociedade.

Conforme Goldenfum [2005], o enfoque convencional e o gerenciamento integrado são visivelmente distintos, conforme pode ser observado pela figura 7.

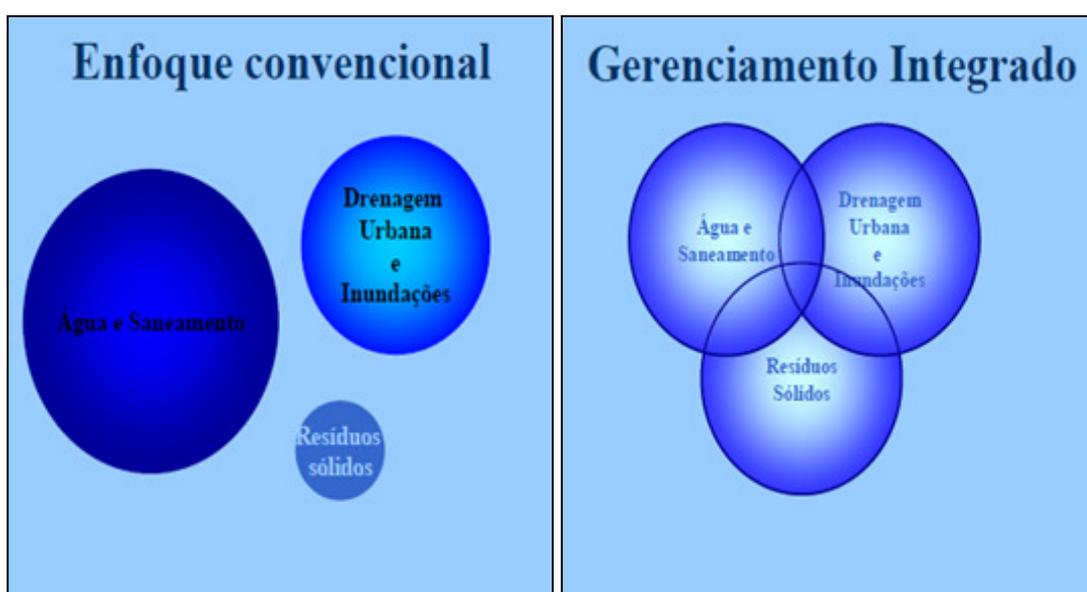


Figura 7 - Enfoque tradicional e enfoque sobre o gerenciamento integrado.

O gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos é “o envolvimento de diferentes órgãos da administração pública e da sociedade civil com o propósito de realizar a limpeza urbana, a coleta, o tratamento e a disposição final do lixo” (IBAM, 2001, p. 8)

O plano de gestão integrada deve atender todas as etapas, desde a geração até a disposição final de resíduos sólidos, com a finalidade de proteger o meio ambiente e melhorar a qualidade de vida dos cidadãos. Este é um problema complexo que deve requerer grande abrangência, ou seja, uma visão sistêmica e integrada dos resíduos sólidos (VALLE, 2004).

Gestão integrada significa, segundo Nunesmaia (2002), uma forte participação da população na definição de prioridades no modelo de gestão que se dá por tomada de decisões democráticas, articulada com as escolhas tecnológicas. Além disto, a comunidade possui um papel fundamental no controle e acompanhamento. Enquanto isto, a gestão socialmente integrada é definida a partir da importância agregada ao social – em especial a inclusão social, aos aspectos sanitários, ambientais e econômicos e à participação da comunidade.

O modelo de gestão de resíduos sólidos urbanos socialmente integrado defendido por Nunesmaia (2002) tem como suporte cinco pontos:

- 1) O desenvolvimento de linhas de tratamento (tecnologias limpas) de resíduos, priorizando a redução e a valorização;
- 2) a economia (viabilidade);
- 3) a comunicação/educação ambiental (o envolvimento dos diferentes atores sociais);
- 4) o social (a inclusão social, o emprego);
- 5) o ambiental (os aspectos sanitários, os riscos, a saúde humana).

Um elemento principal do modelo apresentado é a associação da redução de resíduos em sua fonte geradora através de políticas sociais municipais e a integração dos atores (catadores, indústrias, municípios, produtores de resíduos) que também está elencada como fator importante.

A hierarquização das prioridades da gestão de resíduos sólidos em alguns países é demonstrada por Nunesmaia (2002), conforme o quadro 6:

Local	1°	2°	3°	4°	5°	6°
Brasil	Não geração de resíduos	Minimização da geração	Reutilização de materiais	Reciclagem	Tratamento	Aterro sanitário
França	Prevenção	Valorização por reuso	Reciclagem ou valorização energética	Aterro sanitário de resíduos não valorizados		
Áustria	Prevenção quantitativa e qualitativa	Valorização (quando justificado do ponto de vista ambiental e econômico)	Se a valorização não é justificada, eliminação por via biológica, técnica ou químico-física	Somente os resíduos que não podem ser mais reciclados são encaminhados para o aterro sanitário		
Alemanha	Prevenção quantitativa e qualitativa	Reciclagem de materiais	Valorização térmica	Eliminação (tratamento final)		
Dinamarca	Prevenção	Reciclagem	Incineração com recuperação de energia	Aterro sanitário		
Quebec (Canadá)	Redução na fonte	Reutilização	Reciclagem	Valorização	Aterro sanitário	
Bahia (Estado)	Não geração de resíduos	Mininização da geração	Reutilização de materiais	Reciclagem	Tratamento	Disposição final
Bélgica (Bruxelas)	Prioridade para a prevenção, ou a redução da produção dos resíduos ou de sua nocividade	Valorização dos resíduos por reciclagem	Reaproveitamento	Reutilização ou qualquer ação visando a obtenção de matéria-prima secundária, ou a utilização de resíduos como fonte de energia		

Fonte: Nunesmaia (2001)

Quadro 6- Prioridades apresentadas por alguns países, quanto a seus princípios de prioridade do modo de gestão de resíduos sólidos.

O desenvolvimento da gestão de resíduo sustentável é defendido por Nunesmaia (2001) que acredita que, tendo por partida as grandes fontes geradoras de resíduos, como a fração orgânica proveniente das feiras livres, dos supermercados e da poda ou frações secas oriundas do comércio e de órgãos públicos e o entulho, torna-se possível a implantação de planos de gestão. A cada fonte de resíduo (potencialmente significativa) estão associados os caminhos sustentáveis para a gestão socialmente integrada.

Por conseguinte, a gestão dos resíduos sólidos não se restringe à coleta, mas também à fase de transferência do lixo coletado para tratamento, reaproveitamento e disposição final (OLIVEIRA et al., 2003).

São óbvias as implicações da gestão inadequada dos resíduos sólidos no meio ambiente, refletidas na degradação do solo, comprometimento de mananciais, poluição do ar e na saúde pública (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2000).

A gestão de resíduos sólidos deve ser analisada em seu conjunto. É preciso valorizar a necessidade de mudanças no comportamento e hábitos do cidadão, da sociedade moderna, relativos à redução do consumo e da produção. A consolidação dessas mudanças é um grande desafio para a política de educação ambiental junto à sociedade (NUNESMAIA, 2002).

Os governos nacionais e internacionais, as organizações, a sociedade e sobretudo, o ambiente local constituem os agentes capazes de tornar mais simplificado o trabalho e a execução eficaz de projetos. A capacidade de gerar um desenvolvimento sustentável local depende de recursos financeiros, da capacidade dos cidadãos e do capital social e a participação da sociedade iniciada no nível local deve estender-se ao nível nacional e global (VIDAL, 2005).

O desenvolvimento local constitui-se em uma estratégia que deve considerar a jurisdição como um todo. A gestão deve fomentar novos conhecimentos, ampliar a difusão de informações e favorecer o intercâmbio de experiências (FERNANDES, 2007).

O desenvolvimento local, para Buarque (2002), é resultado direto da capacidade dos atores das sociedades locais de se estruturarem e se mobilizarem, com base nos seus potenciais e na sua matriz cultural, com um planejamento que define e explora prioridades e especificidades. Assim, é possível refletir sobre o desenvolvimento de forma associada a um processo de múltiplas dimensões, interligando o desenvolvimento econômico, social, político, ambiental e cultural.

Noguera (2000) realizou uma pesquisa em 427 municípios do estado do Rio Grande do Sul, entre 1996 e 1997, para diagnosticar a situação da coleta, disposição e gestão dos resíduos sólidos urbanos e, ressaltou o seguinte sobre o poder executivo e a gestão de RSU:

- ✓ há falta de gestão sobre os resíduos sólidos urbanos;
- ✓ falta de planejamento;
- ✓ falta de conhecimento das autoridades em geral sobre o tema;
- ✓ falta de recursos alocados nesta área;
- ✓ falta de maquinaria adequada e de programação da maquinaria para trabalhar na coleta e destino final.

A implementação de políticas, passo essencial na busca coordenada por uma maior sustentabilidade deve ser consistente e, os tomadores de decisão podem contar com três opções, segundo Milanez (2002):

a) instrumentos de comando e controle, que utilizam as leis, normas e punições, obrigando a comunidade a mudar seus atos;

b) instrumentos econômicos, que, por meio de tributos, subsídios ou incentivos fiscais estimulam a mudança;

c) instrumentos voluntários, baseados na iniciativa individual das pessoas, estimuladas a partir de meios cognitivos e sensitivos.

Conforme o autor, cada conjunto de instrumentos apresenta diferentes vantagens e limitações, devendo os três serem usados em conjunto e sendo necessário considerar as particularidades da comunidade.

O Projeto de Lei que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos encontra-se em trâmite no Congresso Nacional Brasileiro. Ele rege como suas diretrizes:

I - proteção da saúde pública e da qualidade do meio ambiente;

II - não-geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento de resíduos sólidos, em como destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos;

III - desenvolvimento de processos que busquem a alteração dos padrões de produção e consumo sustentável de produtos e serviços;

IV - adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias ambientalmente saudáveis como forma de minimizar impactos ambientais;

V - incentivo ao uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados;

VI - gestão integrada de resíduos sólidos;

VII - articulação entre as diferentes esferas do Poder Público, visando a cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos;

VIII - capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos;

IX - regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação de serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira;

X - preferência, nas aquisições governamentais, de produtos recicláveis e reciclados;

XI - transparência e participação social;

XII - adoção de práticas e mecanismos que respeitem as diversidades locais e regionais;

XIII - integração dos catadores de materiais recicláveis nas ações que envolvam o fluxo de resíduos sólidos;

XIV – educação ambiental.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, na condição de um relatório preliminar, segundo KAPAZ (2001), se direciona para a redução progressiva da utilização de determinados tipos de artefatos que se tornam resíduos pois, estabelece metas para a substituição de frascos descartáveis por outros retornáveis, como também a obrigatoriedade da participação dos fabricantes de materiais descartáveis no sistema de resíduos, no sentido da sua valorização e reciclagem.

Deste modo, o atual panorama brasileiro sobre resíduos sólidos apresenta uma pressão constante exercida no meio ambiente e que demanda uma solução emergente. O projeto de lei para a PNRS visa solucionar os problemas recorrentes causados pela ausência de normatização no país mas é apenas um instrumento que deve ser aliado à outras ferramentas de gestão.

A implementação de uma boa política de gestão de resíduos deve destacar o uso de tecnologias limpas, tendo por meta a redução do fluxo de resíduos em sua fonte de origem. (DESACHY, 1996; NUNESMAIA, 2001)

Assim, o desafio de construir uma sociedade sustentável passa pela gestão dos resíduos sólidos, sendo que, reduzir o impacto do homem sobre o meio ambiente é vital para assegurar equidade para gerações futuras.

8. RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E BIOMASSA

9.1 Biomassa e energia

A definição de biomassa, conforme a ANEEL (2008, p. 67) é:

Qualquer matéria orgânica que possa ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica é classificada como biomassa. De acordo com a sua origem, pode ser: florestal (madeira, principalmente), agrícola (soja, arroz e cana-de-açúcar, entre outras) e rejeitos urbanos e industriais (sólidos ou líquidos, como o lixo). Os derivados obtidos dependem tanto da matéria-prima utilizada (cujo potencial energético varia de tipo para tipo) quanto da tecnologia de processamento para obtenção dos energéticos.

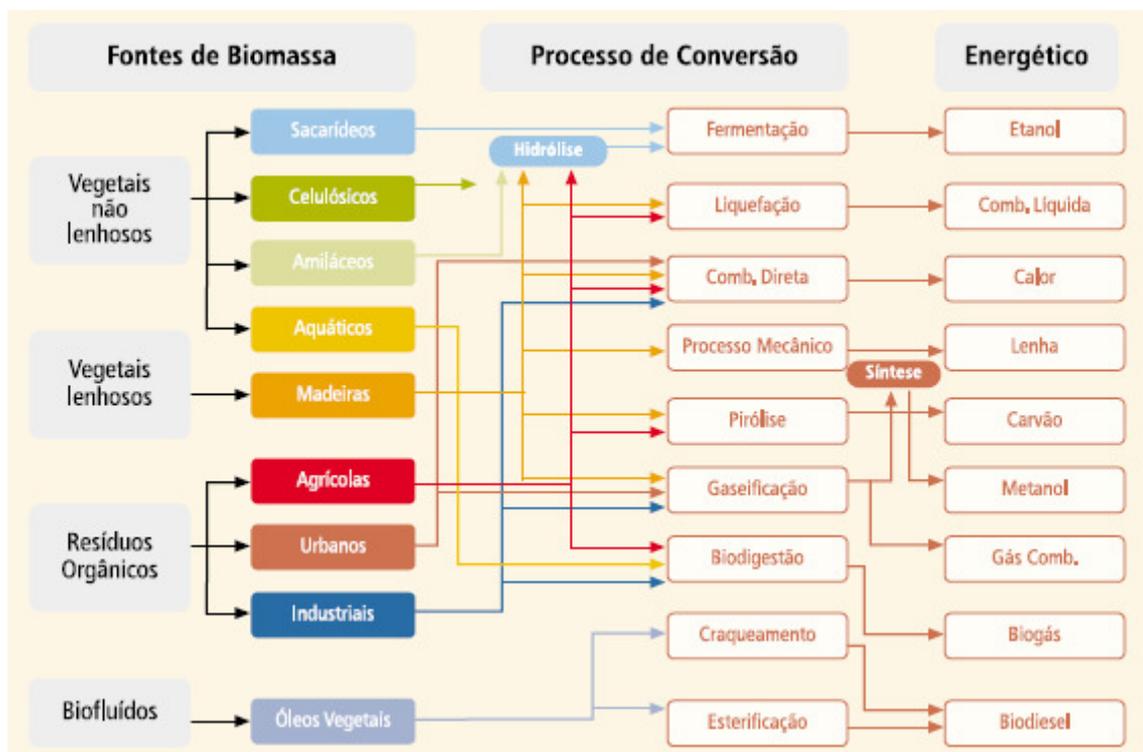
A quantidade de biomassa existente na terra é de cerca de dois trilhões de toneladas, o que significa cerca de 400 toneladas *per capita*. Em termos energéticos, corresponde a aproximadamente 3.000 EJ por ano, ou seja, oito vezes o consumo mundial de energia primária (da ordem de 400 EJ por ano) (RAMAGE e SCURLOCK, 1996).

Enquanto isto, conforme a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL (2008), a quantidade estimada de biomassa existente na Terra é de cerca de 1,8 trilhão de toneladas e este volume, quando confrontado com o grau de eficiência das usinas em operação no mundo no ano de 2005, aponta para uma capacidade de geração de 11 mil TWh por ano no longo prazo – ou seja, mais da metade do total de energia elétrica produzida em 2007, que foi de 19,89 mil TWh, segundo o estudo da *Statistical Review of World Energy* da BP Global (2008).

Conforme projeções da Agência Internacional de Energia (1998), o peso relativo da biomassa na geração mundial de eletricidade, deverá passar de 10 TWh em 1995 para 27 TWh em 2020 (AEI, 1998 apud ANEEL, 2008).

No estado de São Paulo, a produção de biomassa é intensa. A utilização da cana-de-açúcar é comparável à produção de energia hidráulica, sendo que o estado importa 40% da eletricidade que consome e exporta álcool para o restante do país. Considerando que na produção de etanol cerca de 28% da cana é transformada em bagaço, isto significa, em termos energéticos, que o bagaço equivale a 49,5%, o etanol a 43,2% e o vinhoto a 7,3% (ANEEL, 2005).

O potencial de utilização elementar da biomassa na matriz energética, especificamente na geração de energia, é promissor. A figura 8 mostra as fontes de biomassa, seus processos de conversão e o material energético obtido. A biomassa é um recurso energético importante na matriz energética e o uso de biomassa gaseificada para geração de energia contribui para a redução do aquecimento global por ser neutro em emissões de dióxido de carbono durante todo o ciclo de crescimento e queima. Atualmente, cerca de 27% da produção bruta de energia primária no Brasil é baseada em biomassa (PNUD, 2004).



Fonte: MME (1982 apud ANEEL, 2005)

Figura 8 - Processo de conversão energética da biomassa.

Oliveira et al. (2003, p. 8) destaca a geração de resíduos brasileiros de 228 mil toneladas/dia, sendo cerca de 83 milhões de toneladas de produção de lixo por ano:

Esta produção de lixo permite, atualmente, atingir uma oferta de energia elétrica de aproximadamente 112 TWh, cerca de 30% do consumo nacional e gerar receitas superiores a US\$ 22,4 bilhões por ano. Apesar de

significativos, estes valores podem aumentar se forem contabilizados os custos de todas as conseqüências da falta de racionalização na destinação final de RSU, como as que afetam os setores de saúde e segurança públicas, (des)emprego e meio ambiente.

Deste modo, “os problemas ambientais dos resíduos sólidos urbanos podem ser transformados em solução do déficit em energia com o abatimento de gases do efeito estufa e geração de empregos” (OLIVEIRA, 2000, p. v).

Ainda segundo o autor, os benefícios englobam a economia de energia assim como sua geração, a redução do consumo de matéria-prima, o aumento da vida útil dos depósitos de resíduos e a diminuição dos custos ambientais como as emissões de gases do efeito estufa, a geração de empregos que exigem pouca qualificação, o que resulta em solução a problemas sociais e então, a necessidade de reduzir a dependência energética que está concentrada em poucos segmentos da matriz energética também é solucionada.

9.2 Transformação de RSU: aspectos gerais

As soluções mais adequadas para dispor os resíduos sólidos visando evitar problemas sanitários e ambientais, segundo Cavinatto e Rodrigues (1997), são a incineração, compostagem e aterro sanitário.

De acordo com a Agência de Comunicação da UFSC - AGECOM (2009), os aterros sanitários apresentam uma camada de impermeabilização de base, sistema de coleta e tratamento do lixiviado, compactação e cobertura diária dos resíduos e possuem drenos, que são tubos de concreto colocados desde a base para a coleta e tratamento de gases e são nestes pontos que a medição da vazão de biogás é realizada.

Uma forma de coletar gases do aterro é por meio da extração do biogás através de tubos verticais perfurados. Podem ser colocados tubos de sucção horizontais quando o lixo ainda está sendo depositado no aterro e assim ele poderá ser extraído desde o início da sua produção (WILLUMSEN, 2001).

A falta de legislação técnica específica para captação, queima e geração de energia a partir de biogás, aliada à falta de investimento, resulta em poucos aterros no país em situação adequada (FIGUEIREDO, 2007, p. 86 – 86).

Mansur e Monteiro (1993) destacam que existem várias formas de tratamento e disposição final para os resíduos sólidos urbanos, sendo que, geralmente ocorrem associadas e as mais conhecidas são a compactação, trituração, incineração, compostagem e aterros.

O aproveitamento energético do lixo, conforme destaca Oliveira (2000), ocorre através do poder calorífico, sendo por meio da queima direta ou da gaseificação, do aproveitamento calorífico do biogás ou GDL - produzido a partir do lixo orgânico disposto em aterro energético, da produção de combustível sólido a partir dos restos alimentares, a celulignina, que é queimada em caldeira e movida a turbina a vapor ou em combustor externo e movida a turbina a gás, sendo também possível o aproveitamento do ciclo combinado.

A reciclagem e a transformação de resíduos sólidos urbanos formam os sistemas de aproveitamento energético e devem ser consorciados. A reciclagem se traduz no reaproveitamento dos materiais, enquanto a transformação visa a utilização dos resíduos para fins diversos, como para produção de combustível ou adubo (OLIVEIRA et al., 2003).

A reciclagem possibilita o ganho de eficiência pela redução de consumo de recursos naturais, otimização das áreas destinadas para depósitos, conservação de energia, além de fomentar o desenvolvimento comunitário. Enquanto isto, a transformação minimiza o custo com matéria-prima e contribui com a queda da demanda por destinação final e assim, com a proliferação de doenças pelo lixo. Além disto, o zelo pelos recursos naturais favorece uma maior competitividade dos produtos nacionais que atenderiam a padrões internacionais cada vez mais rígidos. No aspecto social, a coleta seletiva incorpora mão-de-obra pouco qualificada, beneficiando a população de menor renda (OLIVEIRA et al., 2003).

Desta forma, o uso de RSU para energia deve ser amparado em um sistema de coleta seletiva. O país tem potencial para ofertar 50 TWh de energia elétrica, que representa 15% do total da energia elétrica produzida no país, sendo que $\frac{1}{4}$ é produzido pela usina hidrelétrica Itaipu. O total de 10 milhões de toneladas de carbono são evitadas em gases de efeito estufa e é possível um faturamento de R\$9,5 bilhões, conforme Oliveira (2000).

O aproveitamento energético do lixo é uma realidade internacional evidenciada pelas mais de 1700 usinas em funcionamento. Ademais, somando as duas vertentes de oferta de energia provenientes do lixo (conservação e geração) e convertendo-as em potência instalada, pode-se atingir 10 GW, ou seja, aproximadamente 85% do complexo Itaipu e 25% do consumo nacional. O custo de investimento é menor do que de outras alternativas usualmente utilizadas, apresenta um preço de comercialização da eletricidade gerada 28% abaixo do Custo Marginal de Expansão e remuneração esperada pela conservação de US\$12/MWh, de 25% menor do que o normalmente gasto pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL (OLIVEIRA, 2006).

A geração de energia elétrica nos dois maiores aterros da cidade, Bandeirantes e São João, já é uma realidade no município de São Paulo. Estão em operação duas termelétricas, com 20 e 24,8 MW de potência instalada, respectivamente. Tendo como referência um fator de capacidade de 80% e considerando o atual consumo médio do consumidor residencial brasileiro, em torno de 150 kWh/mês, a geração de energia nesses dois aterros é suficiente para atender entre 500 e 600 mil habitantes EPE (2008c). Dentro de uma perspectiva de longo prazo, o Plano Nacional de Energia 2030 (EPE, 2007) considera a possibilidade de instalação de até 1.300 MW nos próximos 25 anos em termelétricas utilizando resíduos sólidos urbanos, indicando de que são esperados avanços importantes no aproveitamento energético do lixo urbano.

Conforme um estudo realizado por Castilhos Jr. et al. (2009 apud AGEKOM, 2009), aterros sanitários de três cidades do estado de Santa Catarina (Içara, Biguaçu e Itajaí) têm potencial para gerar energia elétrica para 17.200 residências. Juntos, os aterros recebem 44 mil toneladas de lixo por mês.

Ainda segundo a pesquisa, o aterro sanitário do município de Biguaçu foi criado em 1991, recebe aproximadamente 20 toneladas por mês de resíduos e a previsão é de que receberá mais 1,3 milhão de toneladas até 2013, ano determinado para seu fechamento. Ao todo são 34 drenos que produzem, em média, 2.056,2 Nm³/h (volume de gás em m³, sob determinada pressão 'N', por hora) de biogás, com concentração de 57,3% de metano. Esta quantidade de gás pode conceber 2.350.000 kWh/mês de energia elétrica. Ao considerar que uma residência gasta em média 250 kWh/mês de energia elétrica, o aterro da cidade poderia gerar energia para 9.400 residências.

Já os aterros sanitários de Içara e Itajaí apresentam uma produção de biogás inferior devido a possuírem um tamanho menor e serem mais novos em relação ao de Biguaçu. O aterro de Itajaí poderia produzir energia elétrica para 5.800 residências e o de Içara para 2.000 casas (CASTILHOS JR. et al., 2009 apud AGECOM, 2009).

Evidencia-se que o montante total reaproveitado do lixo ainda é ínfimo em relação ao volume gerado, reforçando a imprescindibilidade de mais estudos e estímulos para a área.

Abaixo são descritas algumas ferramentas de transformação dos resíduos sólidos em energia.

8.1. Compostagem

A compostagem acelerada de resíduos sólidos urbanos é propiciada através da tecnologia Dranco (Figura 9), na qual os resíduos passam por uma pré-seleção, onde os recicláveis são separados. A parte orgânica segue para o triturador, e em seguida para a peneira. Os resíduos peneirados seguem para o separador magnético, logo após para o reator, onde será transformado em húmus e biogás. O que não é peneirado é direcionado para um container.



Fonte: Oliveira et al. (2003)

Figura 9 - Esquema de funcionamento da tecnologia Dranco.

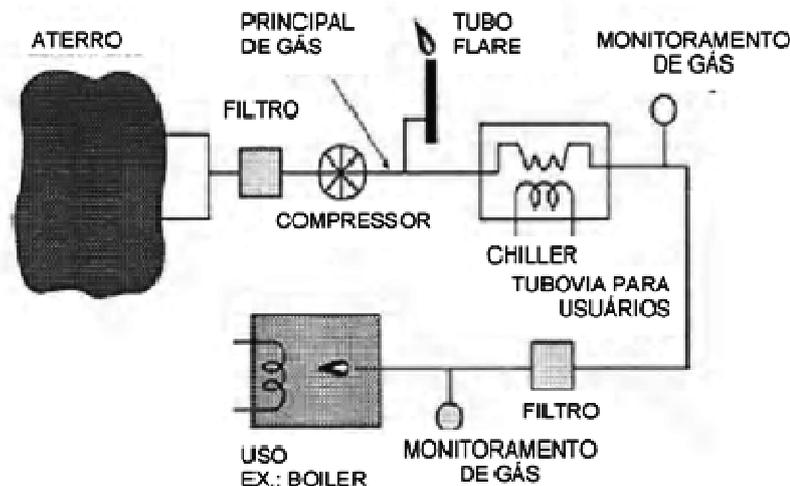
8.2. Gás de lixo - GDL

Os resíduos depositados em aterros produzem uma decomposição anaeróbica e surge o gás de lixo. Conforme Willumsen (1999), o gás contém cerca

de 50% de metano, que pode ser utilizado para propósitos energéticos. O restante da composição contém cerca de 45% de CO₂, 3% de nitrogênio, 1% de oxigênio e 1% de outros gases.

Esta tecnologia visa resgatar os gases oriundos da disposição em aterros evitando sua emissão descontrolada para a atmosfera.

Uma planta de gás de lixo (Figura 10) consiste de um sistema de extração e um sistema de utilização. O sistema de coleta pode conter tubos verticais perfurados ou canais e em alguns casos com membrana protetora, sob a qual o gás produzido é coletado. O gás é succionado do aterro por bombas ou por um compressor direcionando o gás para o sistema de produção. O gás pode ser usado como combustível para máquinas, movendo um gerador elétrico ou para produzir água quente para aquecimento domiciliar ou processo, sendo que, para estes fins o gás não precisa ser purificado. Em alguns casos o gás é composto em sua maioria por metano, e pode até ser utilizado na rede de gás natural (OLIVEIRA et al., 2003).



Fonte: Oliveira et al. (2003)

Figura 10 - Esquema de funcionamento de uma planta de gás de lixo.

O Centro Nacional de Referência em Biomassa – Cenbio (2009), ligado ao Instituto de Eletrotécnica e Energia - IEE da USP, possui um sistema de produção de energia elétrica e iluminação no aterro sanitário Essencis, em Caieiras, que fica

localizado a 35 km da cidade de São Paulo. Este é o maior da América Latina e, por hora, produz cerca de 10.000 m³ de biogás e dessa quantia, 300m³ são reaproveitados pelo projeto do Cenbio (Figura 11).



Fonte: Cenbio (2009)

Figura 11 – Planta de geração de energia elétrica por meio do biogás em aterro de São Paulo, Brasil.

O GDL possui como vantagens a redução da emissão de metano (um dos gases potencializadores de efeito estufa - cada tonelada de metano emitida na atmosfera tem um impacto de aquecimento equivalente a 21 toneladas de dióxido de carbono, sobre um período de tempo de 100 anos. Além disto, o ciclo de vida do metano na atmosfera é de aproximadamente 20 vezes mais rápido que o do dióxido de carbono), o baixo custo para o descarte de lixo, além de permitir a utilização para geração de energia ou como combustível doméstico. Algumas de suas desvantagens podem ser destacadas como a ineficiência no processo de recuperação do gás (permite um aproveitamento de aproximadamente 40% do total de GDL produzido), a inviabilidade de utilização do metano para lugares remotos, o alto custo para atualizar a planta, possibilidades de ocorrência de auto ignição e/ou explosão pelas elevadas concentrações de metano (HENRIQUES, 2004).

Em relação à sua aplicação, há diversas possibilidades de caráter energético. Embora sua principal aplicação seja como combustível em um motor de combustão interna a gás, que conduz a um gerador de energia elétrica, também pode ser focado para outros fins. Dentre suas aplicações mais recorrentes, evidencia-se o uso do gás de lixo em boiler a gás para a produção de água quente para aquecimento ou para calor de processo. (MUYLEAERT 2000; WILLUMSEN 2001)

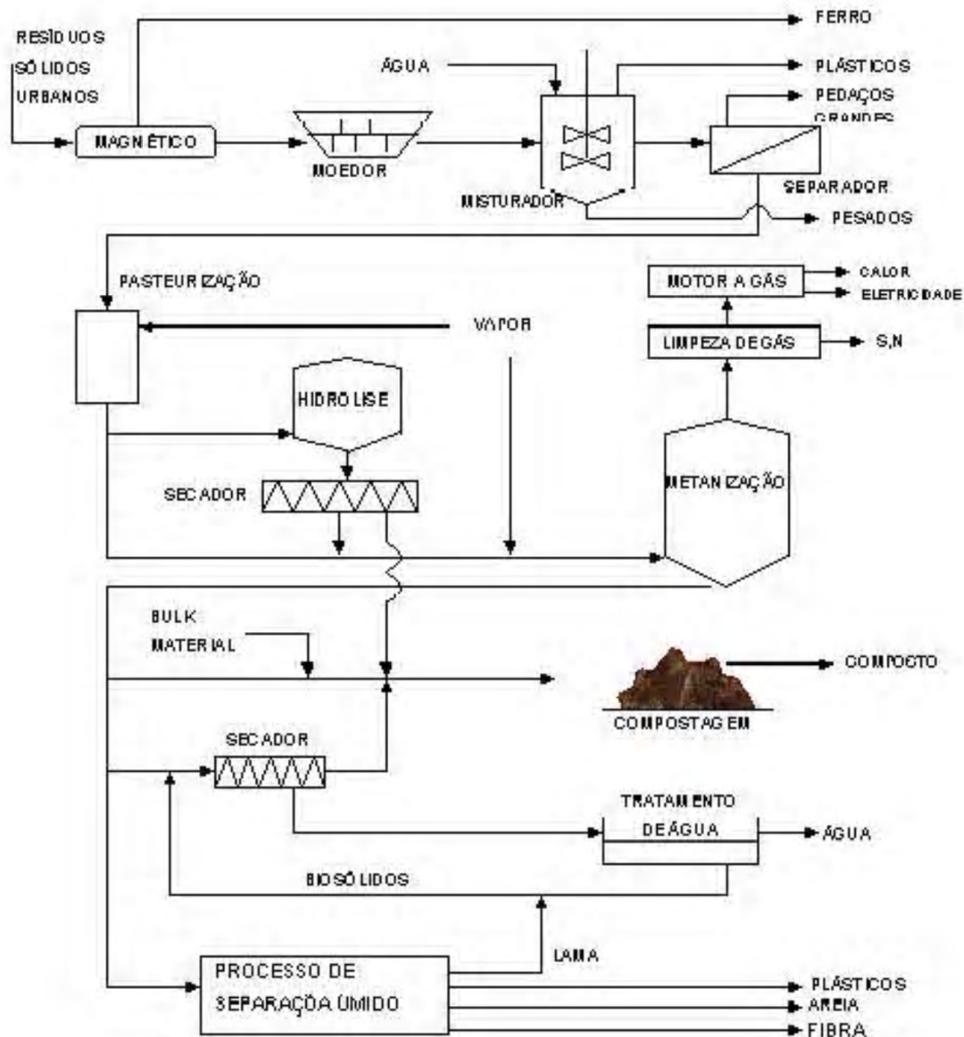
8.3. Digestão Anaeróbica Acelerada

Esta tecnologia objetiva a destinação adequada dos resíduos, propõe-se a utilização dos seus sub-produtos, sendo eles o biogás e composto orgânico. Analogamente à tecnologia de gás de lixo, a digestão acelerada contribui para evitar as emissões de metano. A digestão anaeróbica consiste na degradação do material orgânico na ausência de oxigênio. Isto produz 55% do volume de metano (CH₄) e 45% de dióxido de carbono (CO₂) em forma gasosa e um produto composto que serve como condicionador de solo (HENRIQUES, 2004).

Tanto a digestão anaeróbica quanto compostagem aeróbica oferecem uma rota para recuperação de nutrientes da fração orgânica dos resíduos sólidos. Todavia, a compostagem aeróbica é consumidora de energia, requer entre 50 e 75 kWh de energia elétrica gerada por tonelada de resíduos que entram. Em contraste, a digestão anaeróbica produz energia, entre 75 - 150 kWh de energia elétrica gerada por tonelada de resíduos sólidos. Analisando os dados obtidos e aplicando uma eficiência de 31% usada nas plantas de energia dos Estados Unidos utilizando combustíveis fósseis, a eletricidade gerada com metano por tonelada de resíduo processado pela digestão anaeróbica é calculada para estar entre 48 - 104 kWh/t de resíduos sólidos urbanos (VERMA, 2002 apud HENRIQUES, 2004).

Segundo Henriques (2004 apud VERMA, 2002), atualmente já se acredita que a melhor prática ambiental será a de obter energia de resíduos e tecnologias para a recuperação de energia que abordam a combustão de resíduos e a digestão anaeróbica. Diante da dificuldade da parte úmida dos RSU em oferecer uma boa recuperação de energia, a digestão anaeróbica é uma alternativa que oferece

vantagens para esta fração. A figura 12 mostra um esquema simplificado de um processo de digestão anaeróbica.



Fonte: Verstraete (2002)

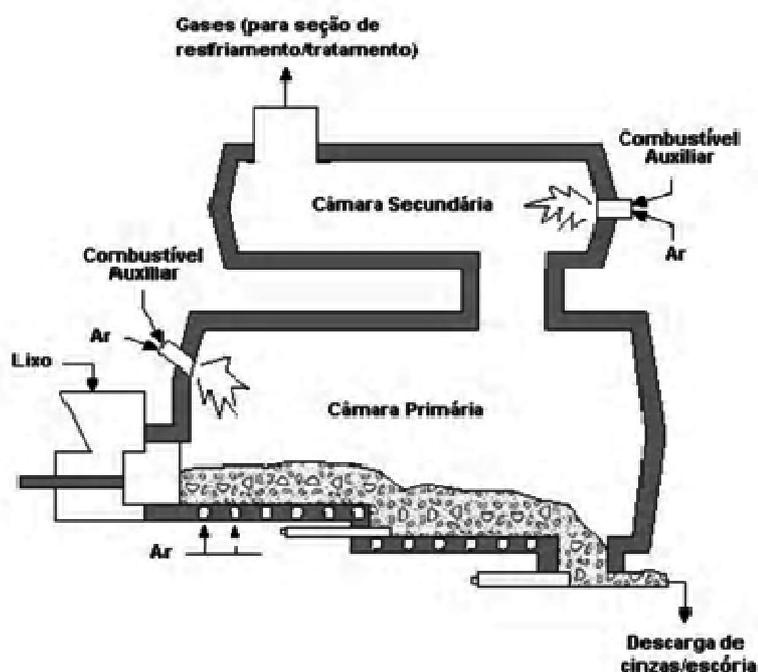
Figura 12 - Exemplos de unidades de processo utilizadas com digestores anaeróbicos de RSU.

Ainda segundo Henriques (2004), o gás obtido durante a digestão anaeróbica acelerada inclui metano, dióxido de carbono, alguns gases inertes e compostos sulfurosos, sendo que normalmente entre 100 e 200 m³ de biogás são produzidos por tonelada de resíduo sólido orgânico digerido. O biogás pode ser convertido em energia por meio de uso como combustível para motor de combustão interna ou

para turbinas para geração de energia elétrica, ou no uso direto do gás como um combustível para queima em fogões ou caldeiras, e uma depuração para transporte em gasodutos. Estas opções abrangem três componentes: um sistema de coleta; um sistema de tratamento; e um sistema de geração ou recuperação energética.

8.4. Incineração

O processo de incineração (Figura 13), de acordo com Oliveira et al. (2003), consiste geralmente em dois estágios, sendo que, primeiramente o resíduo é queimado em uma temperatura suficientemente alta para que algumas substâncias presentes se tornem gases e outras se modifiquem em pequenas partículas. Essa mistura de gases e partículas é então queimada a uma temperatura mais alta por um intervalo de tempo suficiente para que haja a combustão completa. Os gases provenientes do processo passam por um sistema de abatimento de poluição antes de serem enviadas para a atmosfera via uma chaminé. A energia é recuperada da corrente quente de gases por aquecedores convencionais e o vapor produzido também é utilizado. Após a incineração, os resíduos são tirados da grelha. A quantidade de cinzas após o processo de incineração é cerca de 10% em volume do material original. O resíduo é normalmente tratado para que haja a recuperação de materiais ferrosos e os não ferrosos podem também ser recuperados em certas circunstâncias. Uma pequena quantidade de finas partículas é carregada para fora da câmara de combustão pela exaustão dos gases e isso é coletado no precipitador ou no filtro. Em algumas plantas depois do processo de combustão a cinza é carregada para a produção de material de construção civil.



Fonte: Oliveira et al. (2003)

Figura 13 - Esquema de combustão de resíduos.

Dentre as diversas tecnologias para incineração de resíduos, salientam-se: a combustão de sais fundidos, na qual os resíduos são aquecidos a cerca de 900°C e destruídos ao serem misturados com carbonato de sódio (Na_2CO_3) fundido; os incineradores de leito fluidizado, onde o material sólido granulado - como calcário, areia ou alumina - é suspenso no ar ("fluidizado") por meio de um jato de ar e os resíduos são queimados no fluido a cerca de 900°C , e a oxidação dos gases de combustão é completada em uma câmara de combustão secundária; e os incineradores de plasma, que podem atingir temperaturas de até 10.0000°C por meio da passagem de uma forte corrente elétrica através de um gás inerte, como argônio. O plasma é constituído por uma mistura de elétrons e íons positivos, incluindo núcleos, e pode decompor compostos com êxito, produzindo emissões muito menores do que os incineradores tradicionais (BAIRD, 2002).

A incineração usa a decomposição térmica via oxidação para tornar os resíduos menos volumosos e menos tóxicos, ou até mesmo atóxicos ou eliminá-los. Os materiais são levados a uma elevada temperatura (1.000°C , no mínimo). Os materiais orgânicos são reduzidos a seus constituintes minerais, principalmente o gás carbônico (CO_2), vapor d'água (H_2O) e sólidos inorgânicos inertes (cinzas). A

fumaça gerada no processo pode ser coletada por filtros, ciclones ou colunas de lavagem. Deste modo, incinerar pode gerar energia térmica e matérias-primas (as cinzas e o material particulado coletado) para outros setores industriais, por exemplo, as cinzas podem ser utilizadas para fabricação de produtos cerâmicos (os pós obtidos no processo podem substituir argamassas, artefatos diversos, pisos, tijolos estruturais, além de outras aplicações cerâmicas e como agregados para a construção civil). As preocupações acerca dos gases gerados pela incineração são desnecessárias pois, estes gases são resfriados e trocadores de calor – o que também permite reaproveitar a energia térmica – e são neutralizados quimicamente pelas colunas lavadoras em que a água arrasta as partículas sólidas presentes nos gases e forma lamas e suspensões que recebem tratamento adequado. Os lavadores, filtros e precipitadores obedecem à legislação ambiental e são amplamente utilizados por siderurgias, refinarias de petróleo, fábricas de cimento, entre outras (NASCIMENTO, ALMEIDA FILHO e ZAKON, 2000).

No quadro 7 são apresentadas algumas vantagens da incineração:

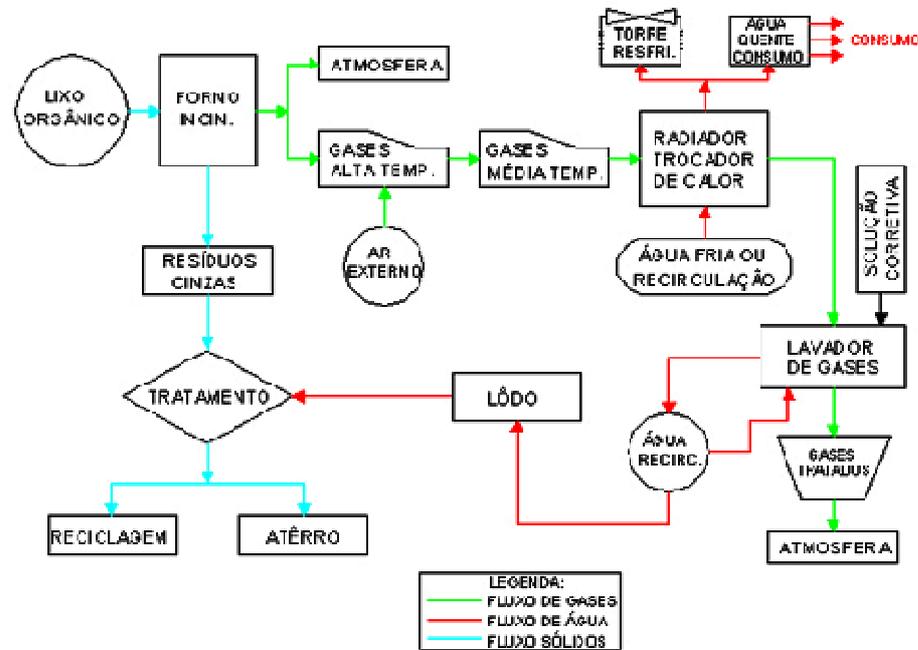
Redução de peso e volume de material a descartar ↓	Redução do impacto ambiental ↓	Destoxificação ↓	Co-geração de energia elétrica ↓
O volume do material original pode ser reduzido em 90% e o peso em 80%, e as cinzas geradas são em geral inertes, o que diminui a crescente necessidade de áreas de aterros sanitários.	Minimiza a preocupação com a monitoração do lençol freático, já que os resíduos tóxicos podem ser destruídos, em vez de estocados.	Destrói bactérias, vírus e compostos orgânicos tóxicos (por exemplo, o óleo ascarel, usado como agente refrigerador em transformadores de energia elétrica), e permite descontaminar solos que contenham resíduos tóxicos, para devolvê-los ao lugar de origem.	Os gases quentes da incineração podem ser usados na geração de vapor d'água para hospitais, hotéis, restaurantes, indústrias, quartéis e outros estabelecimentos.

Fonte: Nascimento, Almeida Filho e Zakon (2000)

Quadro 7 - Algumas vantagens do processo de incineração.

Reis e Silveira (2002) realizaram experimento em fornos especiais, aliando o aproveitamento da energia térmica liberada na incineração, para o aquecimento de

água ou geração de vapor e o reaproveitamento dos resíduos de cinza, visando o uso na construção civil. Obtiveram como resultado a viabilidade técnica e ambiental do projeto e o fluxograma para o aproveitamento da energia é demonstrado na figura 14.



Fonte: Reis e Silveira (2002)

Figura 14 - Fluxograma da incineração de lixo para aproveitamento de energia térmica.

Um grande número de países recupera energia por meio de incineradores (Quadro 8).

País	Incineração de resíduos como tratamento do lixo urbano (%)	Fração com recuperação de energia (%)
Dinamarca	65	100 (maioria aquecimento)
França	42	68
Japão	72	Poucas plantas
Holanda	40	50
Suécia	55	100 (maioria aquecimento)
Estados Unidos	16	60
Reino Unido	8	Poucas plantas

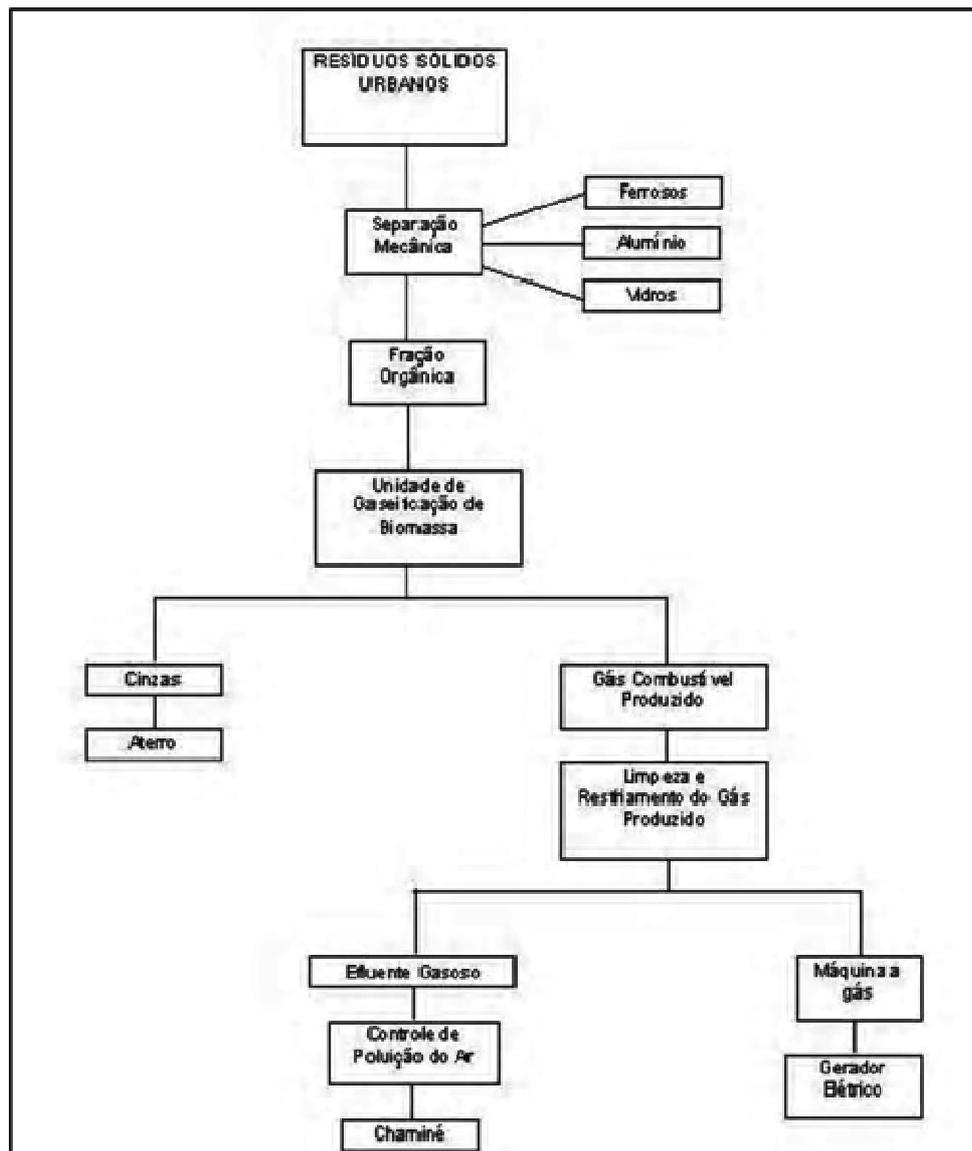
Fonte: IEA (1997)

Quadro 8 - Uso da incineração e recuperação de energia em vários países.

8.5 Gaseificação

O processo de gaseificação é baseado em um reator de leito fluidizado operando a pressão atmosférica acoplado a um vaso. O gás produzido neste processo é resfriado e limpo em equipamentos convencionais, sendo que este gás possui alto conteúdo energético e é limpo o suficiente para ser queimado em boiler a gás (ou até em turbinas a gás) sem necessitar de uma limpeza. A produção de gás desta forma possibilita uma eficiência de até 30% de eletricidade (MORRIS, 1999).

Morris (1999) descreve o processo pelo qual os resíduos sólidos urbanos são submetidos: estes resíduos são recebidos e direcionados para a remoção da fração não combustível (Figura 15). A parte orgânica remanescente é triturada e classificada de acordo com o tamanho (deve ser menor que 5 cm). É necessário que a umidade máxima de 20% seja mantida para otimizar a recuperação do calor. A fração orgânica é introduzida no reator e misturada com um agitador e guiada hidraulicamente. A carga passa então pela principal reator térmico onde a temperatura alta (900 - 1200°C) faz a conversão da parte orgânica em gás. As cinzas resultantes deste processo são afastadas da base do reator e não há emissão fugitiva de gases do sistema de cinzas. O gás flui do topo do reator por tubos até um recipiente mais limpo onde passa por uma série de limpadores mecânicos para remover particulados ou qualquer partícula sólida que não tenha reagido mas tenha sido levada pelo fluxo do gás. Então é resfriado por trocadores de calor para a temperatura requerida pelas máquinas de combustão interna, turbinas ou caldeiras e um precipitador eletrostático (de baixa amperagem e alta voltagem) completa a limpeza do gás e o processo de resfriamento. Um sistema de separação auto-suficiente de óleo/piche/água recebe o condensado do precipitador eletrostático. Óleos e piches estão separados e são reinjetados no reator. O calor residual recuperado do reator é utilizado para pré-aquecer a carga e reduzir a umidade para o limite aceitável. A qualidade do gás é monitorada regularmente e o gás alimenta máquinas de combustão interna para geração de energia. Outra maneira de se obter energia é através do uso em caldeiras para a geração de vapor.



Fonte: Kumar (2000)

Figura 15 - Diagrama de fluxo de uma planta de energia de RSU baseada na gaseificação.

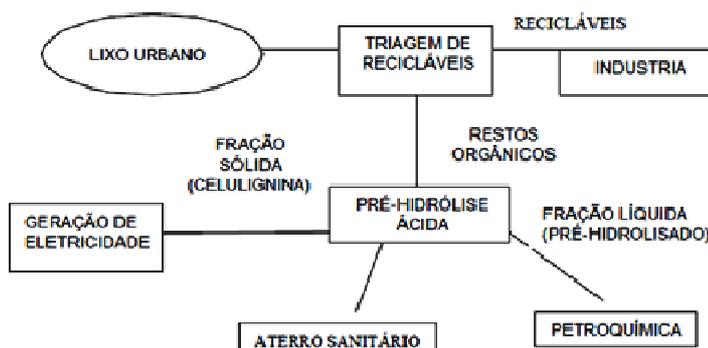
De acordo com Henriques (2004), a gaseificação tem como principal vantagem a redução da quantidade volumétrica de RSU destinadas ao aterro, sendo que a redução de peso chega a 75% e redução de volume pode alcançar até 90%. Ademais, produz apenas de 8% a 12% de cinza enquanto durante a incineração se produz entre 15% e 20%. O gás advindo do processo de gaseificação possui também como vantagem ter 30% a menos de volume do que seria produzido com uma mesma massa RSU incinerado e deste modo, o material necessário para a limpeza dos gases é menor e mais barato.

8.6 Biomassa-Energia-Materiais – B.E.M.

O Programa B.E.M. é liderado por Pinatti (1996) em São Paulo e possui como objetivo desenvolver as tecnologias dos materiais lignocelulósicos (madeira, bagaço de cana, capim, resíduos agrícolas, parte orgânica do lixo, etc.) e de digestão material (monazita, zirconita, etc.). Isto tem sido feito através de reatores de aço carbono revestido com metais refratários e, neste programa, as biomassas são transformadas em duas commodities: a celulignina utilizada como combustível, ração animal e madeira sintética, entre outros produtos e o pré-hidrolisado (solução de açúcares) usado em produtos químicos tais como furfural, álcool, xilitol. Em comparação com os resíduos orgânicos do lixo, apresenta por meio deste processo com a celulignina, o teor de carbono sobe de cerca de 30%. Uma característica é que há uma queda nos níveis de potássio e sódio em relação ao material original para a celulignina e assim, ela passa a ser um combustível possível para ser queimado em turbinas a gás de ciclo combinado. O outro aspecto é que o processo gera uma porosidade na parede celular do produto, gerando um gás que desencadeia um processo de erupção na parede celular e deixa o material todo poroso, o que facilita a difusão gasosa no processo de combustão. A queima da celulignina ocorre como a queima de qualquer composto de origem carbônica, gerando dióxido de carbono, gás de efeito estufa entre outros, porém ainda não se tem um estudo detalhado desta combustão (HENRIQUES, 2004).

Aproximadamente 70% do material é transformado em celulignina catalítica que pode gerar energia elétrica a partir da queima de biomassa para produção de vapor. Os 30% restantes são convertidos em solução de açúcares que apresenta um terço de furfural, insumo da indústria petroquímica e o restante em fertilizante (OLIVEIRA, 2000).

A figura 16 mostra o fluxograma da tecnologia B.E.M.



Fonte: Oliveira (2004)

Figura 16 - Fluxograma da tecnologia B.E.M.

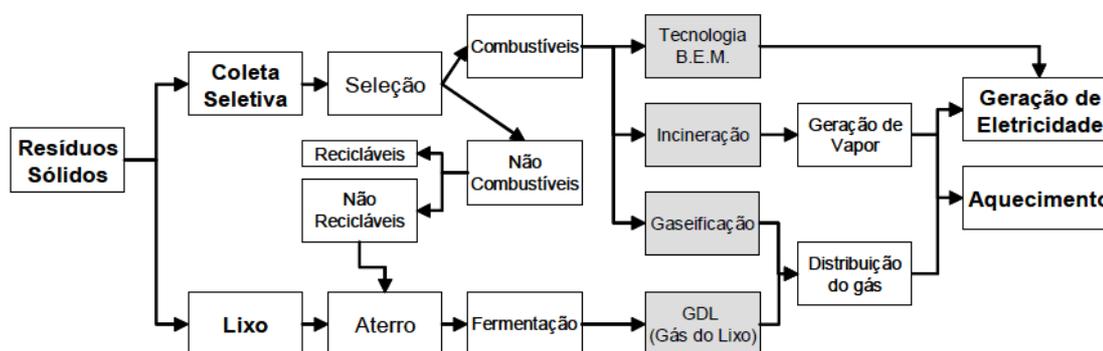
8.7 Avaliação das tecnologias para transformação de RSU

Quando o lixo é aterrado, produz-se uma mistura de gases composta basicamente por CO₂ e metano (CH₄) e deve-se salientar que o metano é de 20 a 50 vezes (depende do período adotado) pior do que o CO₂ em termos de aquecimento global. Em decorrência disto, países europeus sobretaxam os aterros sanitários. As alternativas apresentadas reduzem a emissão de metano nos aterros e geram um impacto ambiental positivo, já que o metano é um potente gás de efeito estufa. Deve ser somado ainda o benefício de se evitar a emissão de dióxido de carbono oriundo da queima de combustíveis fósseis já que estes foram substituídos pelo lixo na geração de energia (HENRIQUES, 2004).

Conforme Henriques (2004), a geração de energia a partir dos resíduos sólidos urbanos permite a geração de energia elétrica e soluciona a problemática da emissão do gás metano decorrente da decomposição natural do lixo. O metano tem um potencial de aquecimento global vinte e uma vezes maior que o dióxido de carbono, assim, queimar o lixo e gerar emissão de CO₂ é melhor do que deixá-lo se decompor e haver a emissão de CH₄.

Conforme o Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima (IPCC, 2007), que salienta a contribuição do metano em vinte e uma vezes mais para o aquecimento global do que o dióxido de carbono (CO₂), o CH₄ proveniente dos aterros sanitários corresponde em até 20% de todo o metano produzido, isto denota a importância de estudar alternativas para esta substância de maneira a zelar pelo meio ambiente.

O aproveitamento energético dos RSU pode ocorrer de diversas formas, a figura 17 mostra algumas das alternativas de tratamento para obtenção de energia.



Fonte: Sabiá et al. (2005)

Figura 17 - Rotas energéticas possíveis com o uso de resíduos sólidos.

Para um melhor detalhamento, o quadro 9 apresenta os aspectos positivos e negativos de cada tecnologia abordada:

Processo	Positivo	Negativo
Gás de lixo	Elimina gases poluentes; Uso para diversos fins.	Ineficiência do processo (40%); Explosões espontâneas; Emissões fugitivas; Uso de grandes áreas; Vazamento de chorume.
Digestão acelerada seco – 1 estágio	Pouca água no processo; Higienização completa; Menos sólidos voláteis no pré-tratamento; Requer menos calor.	Equipamentos caros; Inibidores podem ser diluídos na água.
Digestão acelerada úmido – 1 estágio	Equipamento para mexer com a lama é mais barato.	Alto consumo de água; Elevado consumo de energia para aquecer grandes volumes.
Digestão acelerada – 2 estágios	Flexibilidade do projeto; Mais confiável para resíduos domésticos pobres em celulose; Menos metais pesados no composto orgânico.	Complexo; Alto investimento inicial; Se não ocorre a metanogênese completa produz menos biogás.
Digestão acelerada batelada	Simple e robusto; Planta confiável; Barato, aplicável em países em desenvolvimento; Pouca água; Poucos metais pesados no composto orgânico.	Entupimento; Risco de explosão ao esvaziar o reator; Pequena produção de biogás Muito espaço.
Incineração	Alimentação contínua de RSU Pequena área para instalação Redução de material destino ao aterro.	Gases de combustão; Equipamento caro; Impactos secundários.

Fonte: Henriques (2004)

Quadro 9 - Vantagens e desvantagens de algumas tecnologias.

Segundo Henriques (2004, p. 152-153), considerando a existência de aproximadamente 12.000 lixões em todo país e a quantidade de lixo nacional de 160.000 t/dia, então:

A produção diária de metano oriunda da decomposição dos resíduos em aterro seria da ordem de 5,4 bilhões de m³/ano. Anualmente, o consumo nacional fica na ordem de 15 bilhões de m³. Este então é um valor expressivo quando comparado com o consumo nacional e quanto ao potencial energético. Com base nesta proposta, e considerando a eficiência das máquinas de 35%, obtêm-se o valor de aproximadamente 16,16 T Wh/ano. No caso do processo de digestão anaeróbica acelerada, há alguns cenários para serem analisados. Com a produção de cerca de 100 m³ de biogás por tonelada de resíduos, esta quantidade seria de 1,9 bilhões de m³/ano e caso fossem 250 m³ de biogás por tonelada de resíduo esta quantidade seria de 4,8 bilhões de m³/ano. Este número considera que serão enviados ao processo somente a parte orgânica dos resíduos, cerca de 65%, e que haverá uma produção de biogás. Com esse gás é possível obter no máximo 23,24 T Wh/ano de energia.

A autora apresenta de forma mais pormenorizada a relação entre as tecnologias e a obtenção de TWh ao ano (Quadro 10):

Tecnologia		TWh/ano
GDL	Ciclo aberto	16,16
	Ciclo combinado	20,70
Incineração	EPA - Federal Environmental Protection Agency (E.U.A.)	30,89
	CENERGIA - Centro de Economia Energética e Ambiental	45,44
	MENEZES et al. (2000)	0,03
Digestão acelerada	Ciclo aberto/100	7,23
	Ciclo combinado/100	9,30
	Ciclo aberto/250	18,07
	Ciclo combinado/250	23,24

Fonte: Henriques (2004)

Quadro 10 - Aproveitamento energético segundo algumas tecnologias.

Na análise de Oliveira (2000), o potencial de geração de energia elétrica utilizando os resíduos sólidos urbanos é de 6,8 (TWh/ano) para a incineração, nenhum para a gaseificação, 2,1 (TWh/ano) para o GDL, 3 (TWh/ano) para o consórcio e 22 (TWh/ano) para o B.E.M.

Em relação ao custo benefício (US\$/MWh), com uma taxa de desconto de 20% ao ano e sem impostos, a tecnologia Dranco, conforme análise de Oliveira et al. (2003), apresenta um índice de 45.70, enquanto o gás do lixo contempla 46.34 e, finalmente, a incineração possui um custo da energia gerada de 43.61. Outros dados destas tecnologias estão dispostos no quadro 11.

	Digestão acelerada (Dranco)	Gás de lixo	Incineração
Toneladas/dia	200	300	500
MW	3	3	16
Investimento (US\$/kW)	1.500	1.000	1.563
Vida útil (anos)	30	15	30
Prazo de instalação (meses)	9	12	18
Custo de combustível (US\$/MWh)	-10.66	0	-8.18
Custo de operação e manutenção (US\$/MWh)	10.70	7.13	7.67

Fonte: Oliveira et al. (2003)

Quadro 11 - Dados sobre a tecnologia Dranco, gás de lixo e incineração.

Em pesquisa no município de Itajubá no estado de Minas Gerais, com população estimada em 86.673 habitantes (IBGE, 2007), a análise dos custos e da receita da implantação de unidades de geração de energia do biogás do aterro sanitário são viáveis mesmo considerando a pior situação. Na situação otimista, em quatro anos, começa a haver retorno do capital investido, somando no fim do empreendimento (estimada de vida útil do aterro de 20 anos) um lucro de R\$ 16.600.992,58. Já na situação pessimista, começa a haver retorno após cinco anos, em proporções menores da situação anterior, totalizando um lucro de R\$ 6.579.910,79 (GONÇALVES, 2007).

Desta forma, pode-se considerar que alguns destes processos têm como desvantagem um valor elevado de investimento inicial, ou um grande consumo de água, principalmente para as plantas de digestão anaeróbica acelerada. A incineração tem uma resistência de aceitação por parte da população por esta acreditar que os gases oriundos deste processo são altamente tóxicos, todavia,

como já mencionado, há uma constante evolução da tecnologia e há alternativas de aproveitamento do material oriundo do processo. Enfim, cada procedimento possui suas especificidades e deve ser avaliado diante das necessidades delineadas pelos gestores dentro das perspectivas de suas localidades, mas ressalta-se que todos devem ser visualizados como uma melhora na condição da disposição final dos resíduos sólidos urbanos.

8.8 O mercado de crédito de carbono

A United States Environmental Protection Agency - USEPA (1998) elenca quatro principais formas de relação entre os resíduos sólidos urbanos e o efeito estufa:

- ✓ emissão de dióxido de carbono: decorrente do consumo de energia para extração e produção dos bens;
- ✓ emissão de dióxido de carbono: oriunda do consumo não-energético de combustíveis no processo de produção dos bens;
- ✓ emissão de metano dos aterros sanitários em que os materiais e os restos de alimentos são depositados e se decompõem;
- ✓ fixação de carbono das parcelas dos materiais que não se decompõem nos aterros sanitários.

A redução da emissão de gases do efeito estufa permite a comercialização de créditos de carbono e o aproveitamento energético dos resíduos sólidos é reconhecido como uma das iniciativas de grande potencial, pois, inibe o metano oriundo da decomposição do lixo e o dióxido de carbono proveniente da queima do gás natural pela geração elétrica (OLIVEIRA et al., 2003).

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB (2000 apud OLIVEIRA et al., 2003), o setor de tratamento de resíduos raramente recupera ou queima o metano e calculou-se que, a cada tonelada de lixo no país, emite-se 6,5% de metano, cujo potencial de aquecimento global (GWP), fator de normalização com relação ao dióxido de carbono para 100 anos é 21, no entanto, o GWP pode ser considerado 20 em razão da reabsorção pela fotossíntese, então isto significa que cada tonelada de lixo disposta em aterro sem recuperação e tratamento

do biogás emite 1,3 tonelada de dióxido de carbono equivalente – as usinas termelétricas a gás natural em ciclo combinado e, segundo IPCC (1996), apresentam fator de emissão de 449 toneladas de CO₂ por gigawatt/hora.

A emissão evitada pelo aproveitamento energético de cada tecnologia em relação à quantidade de lixo consumida e unidade energética gerada com gás natural evitada é visualizada no quadro 12.

	GDL	Incineração	Dranco
T lixo/ MWh	4,2	1,3	2,8
Emissão evitada pelo consumo do lixo (t CO ₂ eq/MWh)	5,41	1,50	3,61
Emissão evitada pela substituição do gás natural (t CO ₂ eq/MWh)	0,449	0,449	0,449
Emissão evitada (t CO ₂ eq/MWh)	5,87	1,95	4,06

Fonte: Oliveira et al. (2003)

Quadro 12 - Emissões evitadas por cada tecnologia – GDL, incineração e Dranco.

A Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2008b), vinculada ao Ministério de Minas e Energia, aborda a questão da emissão de gases do efeito estufa por reservatórios e usinas hidrelétricas em nível internacional, mas afirma ainda não existir um consenso satisfatório que atenda aos questionamentos. Os fatores de emissão utilizando alguns combustíveis podem ser visualizados no quadro 13.

Combustível	Energia térmica		Eficiência térmica	Energia elétrica		Fator de emissão utilizando (tCO ₂ /MWh)
	(tC/TJ)	(tCO ₂ /TJ)		(tCO ₂ /TJ)	(tCO ₂ /GWh)	
Gás natural	15,30	56,10	0,45	124,67	448,93	0,449
Carvão nacional	26,20	96,07	0,31	309,89	1115,93	1,116
Óleo diesel	20,20	74,07	0,30	246,89	889,05	0,889
Óleo combustível	21,10	77,37	0,36	214,91	773,88	0,774

Fonte: IPCC (2006 apud EPE, 2008b)

Quadro 13 - Fatores de emissão de CO₂ segundo alguns combustíveis.

O Brasil chegará em 2030 consumindo 2,4% da energia mundial, e sendo responsável por 1,5% das emissões totais de CO₂ e as previsões do International Energy Outlook - IEO (2008 apud EPE, 2008a) mostram que os países não-OECD² já ultrapassam o montante de emissões de CO₂ dos países OECD em 2004.

A figura 18 apresenta os dados históricos e as projeções para a emissão de dióxido de carbono no mundo, nos países pertencentes à OECD e os não pertencentes.



Fonte: EPE (2008a)

Figura 18 - Emissões de dióxido de carbono, evolução e cenários das emissões de CO₂ no mundo, países membros da OECD e não-Membros de 1990 a 2030.

A projeção da EPE (2008a, p. 139):

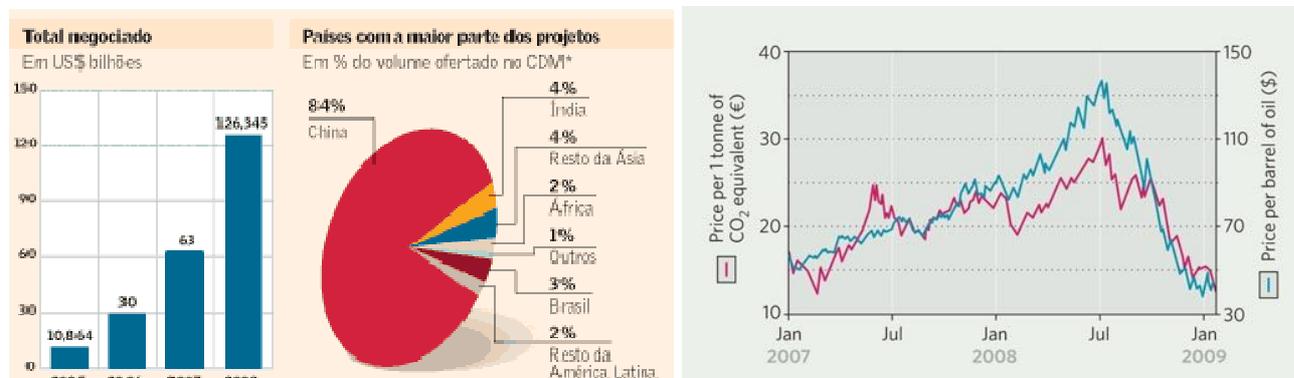
A previsão para o total de emissões de CO₂ (dióxido de carbono) chega a 42,3 bilhões de toneladas em 2030, com crescimento anual médio de 1,7% no período de 2005 a 2030. As emissões de CO₂ apresentam projeção de taxa de crescimento superior ao crescimento na demanda de energia (1,6%), representando aumento na participação de fontes fósseis na matriz energética mundial. Para o Brasil, a taxa de crescimento projetada de 2,3% é superior à mundial, sendo o valor previsto para 2030 igual a 693 milhões de toneladas de CO₂ (contra 356 MtCO₂ em 2005). Mesmo assim, o Brasil ainda continuaria com um indicador favorável em relação ao restante do mundo, com 1,62 tCO₂/tep em 2030, enquanto a média mundial seria de 2,46 tCO₂/tep. O conjunto dos países não-OECD emitiria, em 2030, uma média de 2,60 tCO₂/tep.

Apesar de não ser um dos principais poluidores mundiais, o Brasil é uma das mais importantes potências em desenvolvimento e, para corresponder a esta posição, as questões ambientais devem ser evidenciadas.

A figura 19(a) mostra a evolução do total negociado em US\$ bilhões no mercado de crédito de carbono e os países com projetos na área. A figura 19(b)

² Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico - OECD

apresenta o preço por tonelada de carbono de CO₂ equivalente (linha vermelha) e preço por barril de petróleo (linha azul) entre 2007 e 2009.



Fonte: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (2009) Fonte: Nature (2009)

Figura 19 - Mercado de crédito de carbono – primário e secundário (a) e evolução do preço (b).

Segundo Oliveira et al. (2003), a tonelada de dióxido de carbono é negociada no mercado internacional, reduzindo assim, o custo de cada unidade energética gerada pelas tecnologias apresentadas. O GDL, se negociado a US\$5/t CO₂ gera uma receita potencial de 29,35, enquanto a incineração obtém 9,75 e a tecnologia Dranco 20,30 considerando os mesmos dados. É possível descontar estes valores do custo benefício (US\$/MWh) apresentado anteriormente (Dranco com um índice de 45.70, gás do lixo com um custo de energia gerada de 46.34 e a incineração de 43.61).

Considerando o valor de US\$ 5 por tonelada comercializada de CO₂, o índice custo benefício (US\$/MWh), com taxa de desconto de 20% ao ano, sem impostos, descontada a receita com créditos de carbono, para o gás do lixo é 16,99, para a tecnologia Dranco é 35,95 e, por fim, a incineração adquire o valor de 38,61. Ao comparar com usinas termelétricas a gás natural, os custos de energia gerada é cerca de US\$ 43,32/MWh, o que denota que as alternativas de aproveitamento do lixo são mais viáveis economicamente do que a energia gerada por termelétricas a gás natural com ciclo combinado, mesmo considerando o custo de investimento, anos de construção e custos de operação e manutenção. Oliveira et al. (2003, p. 23) ainda contribui com outros dados para concretizar este contexto:

A tecnologia que tem maior eficiência, ou seja, a que gera a mesma quantidade de energia com a menor quantidade de resíduos é a incineração, seguida por DRANCO e GDL. A maior quantidade de emissões evitadas (ton de CO₂/MWh) é conseguida por GDL, DRANCO e incineração nesta ordem (5,87; 4,06 e 1,95 respectivamente). Seguindo esta análise, a maior receita provinda da comercialização dos certificados de carbono (CER's) vem na mesma seqüência acima.

Deste modo, com o aumento de exigências ambientais e tendência de aumento dos preços de combustíveis fósseis, a oportunidade de tecnologias de aproveitamento de lixo é consolidada.

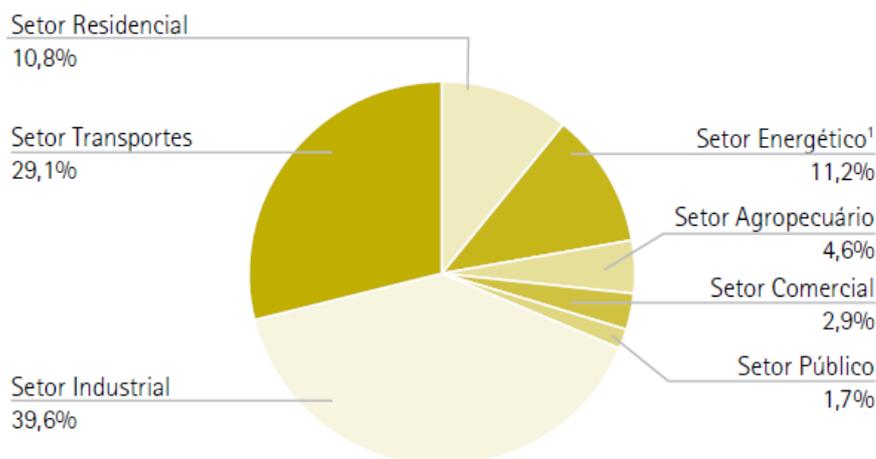
9. MATRIZ ENERGÉTICA

O desenvolvimento econômico e a energia possuem uma relação intrínseca e, deste modo, deve ser planejada considerando os aspectos econômicos, sociais e ambientais, de forma intersetorial e interdisciplinar. Todavia, a realidade do uso e produção da energia no mundo apresenta problemas gigantescos (FREITAS et al., 2007).

O Brasil registrou sua maior crise energética em 2001, que teve como uma das principais causas a redução de investimentos na área de geração de energia e de construção de linhas de transmissão. Acrescido a essa realidade, ocorreu um aumento considerável da demanda, chegando a 4,5% ao ano. O ponto de ruptura se deu exatamente no ano de 2001, com a escassez das chuvas em todo o país, especialmente nas cabeceiras dos rios, onde estão os principais reservatórios das hidrelétricas brasileiras (SABIÁ et al., 2005).

O consumo de energia tem crescido 4.6% por ano desde 1970, duplicando a cada 15 anos e no período de 1970 a 1996 o consumo de energia triplicou. O crescimento da população brasileira na década de 90 foi de 1.3% ao ano enquanto o consumo de energia *per capita*, 3.3% ao ano. Deste modo, a questão a ser formulada, portanto, é se o país poderá manter seu crescimento de forma sustentável nas próximas décadas (GOLDEMBERG, 1998).

Em 2008, a oferta interna de energia brasileira cresceu 5,6%, atingindo 252,2 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (tep) e o consumo de eletricidade, incluindo os montantes atendidos pela autoprodução (geração própria de consumidores), cresceu 4,0%. Na figura 20 é demonstrado o consumo final de energia por setor (EPE, 2009).



Fonte: EPE (2009)

¹ Setor energético agrega os centros de transformação e/ou processos de extração e transporte interno de produtos energéticos, na sua forma final.

Figura 20 - Consumo final energético por setor no Brasil.

Clementino (2001) aponta que crises como a do ano de 2001 podem ser evitadas ou amenizadas se forem adotadas políticas de monitoramento, planejamento e diversificação dos meios geradores de energia. Tolmasquim (2003) ainda afirma que o aproveitamento energético de resíduos expande a vida útil das reservas de matéria-prima e energia, na medida em que reduz a demanda por esses recursos.

O Brasil desponta com uma grande dependência de usinas hidrelétricas – que representam 80% da oferta de energia brasileira. A construção indiscriminada de usinas de grande porte tem causado sérios danos sociais e ambientais. Bermann (2007) destaca alguns:

- ✓ alteração do regime hidrológico, comprometendo as atividades à jusante do reservatório;
- ✓ comprometimento da qualidade das águas devido ao caráter lântico do reservatório, dificultando a decomposição dos rejeitos e efluentes;
- ✓ assoreamento dos reservatórios, em razão do descontrole no padrão de ocupação territorial nas cabeceiras dos reservatórios, submetidos a processos de desmatamento e retirada da mata ciliar;
- ✓ emissão de gases de efeito estufa, especialmente o metano, em virtude da decomposição da cobertura vegetal submersa definitivamente nos reservatórios;

- ✓ aumento do volume de água no reservatório formado, decorrente da pressão sobre o solo e subsolo pelo peso da massa de água represada, em áreas com condições geológicas desfavoráveis provocando sismos induzidos;
- ✓ problemas de saúde pública, pela formação dos remansos nos reservatórios e devido à proliferação de vetores transmissores de doenças endêmicas;
- ✓ dificuldades para assegurar o uso múltiplo das águas, em decorrência do caráter histórico de priorização da geração elétrica em detrimento dos outros possíveis usos como irrigação, lazer, piscicultura, entre outros.

As usinas hidrelétricas, conforme relatório da WWF Brasil (2004), inundam aproximadamente 34.000 km² de terras para formação de reservatórios e ocasionam o deslocamento de cerca de 200 mil famílias ribeirinhas.

A construção de barragens e formação de reservatórios, segundo Freitas et al. (2007), possui como conseqüências a perda de recursos florestais e da fauna terrestre e aquática, além da remoção da população e emissões de gases efeito estufa devido à emissão do metano pelas florestas inundadas.

O aumento dos riscos de inundação sobre as populações abaixo do reservatório pode ser comprovado com casos reais como o da precariedade da usina hidroelétrica de Jatapu em Roraima, que, conforme o Jornal Folha da Boa Vista (2009), a represa pode romper devido a rachaduras e infiltrações (Figura 21).

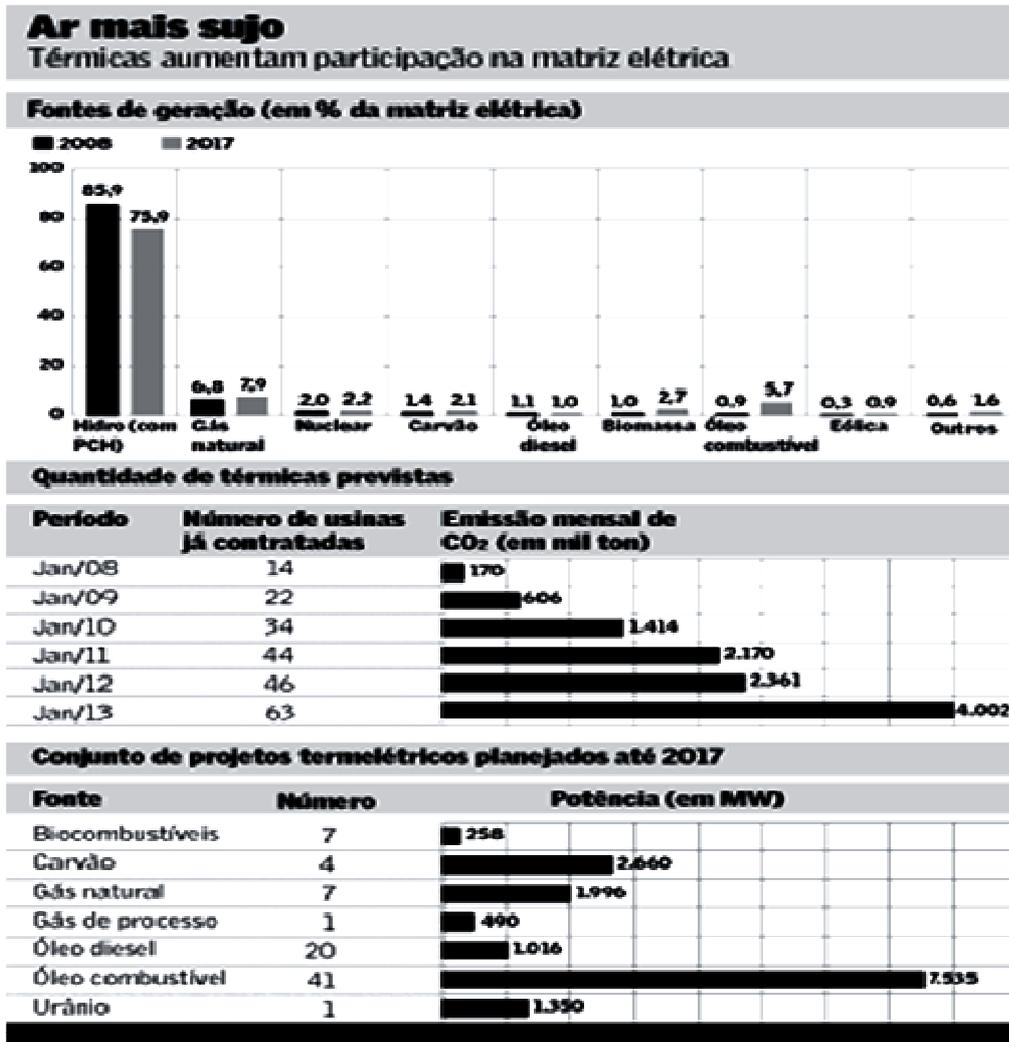


Fonte: Jornal Folha da Boa Vista (2009)

Figura 21 - Vista parcial da hidrelétrica de Jatapu - Roraima.

Já a usina hidrelétrica de Espora em Goiás rompeu devido à intensidade da chuva. Todavia, um relatório preliminar sugere que o rompimento da barragem pode ter sido provocado por imperícia técnica durante a execução das obras e um inquérito civil público foi aberto. Grande quantidade de terras cultiváveis ficou submersa, houve perda da biodiversidade do local e em função da queda de algumas pontes, cidades ficaram isoladas (Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica – ABMS, 2008).

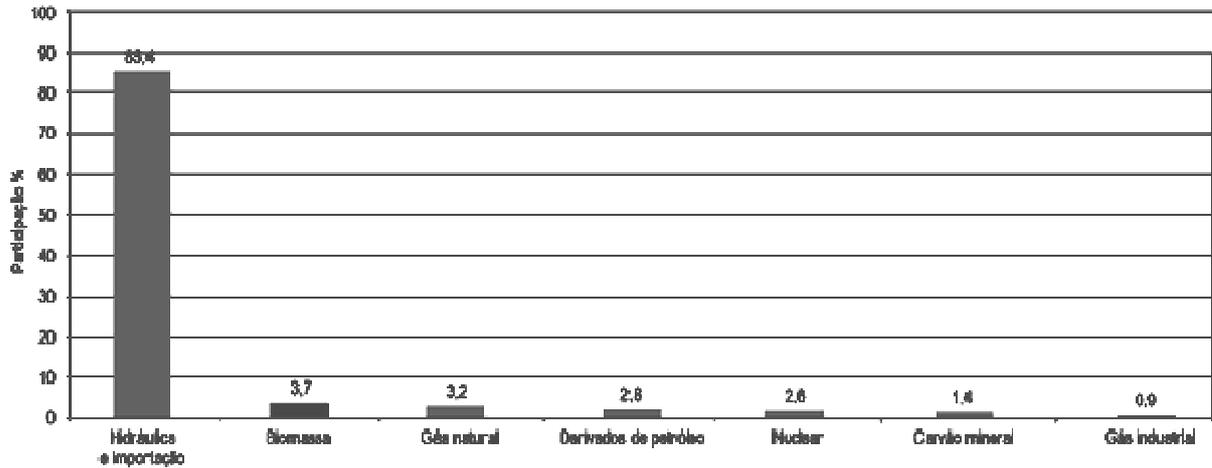
Apesar dos aspectos negativos, o plano decenal 2008-2017 da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL (2008b) aponta para a construção de 71 novas usinas hidrelétricas até 2017. Este incremento na matriz energética torna o país depende em grande parte de uma única fonte de energia e não explora outras possibilidades de geração de energia que podem resultar em ganhos para o país. O plano aponta a necessidade de expandir a capacidade instalada dos atuais 99,7 mil para 154,7 mil megawatts (MW). Ademais, também enfatiza que o país continuará dependendo de energia mais cara e poluente (Figura 22) para atender o crescimento da demanda e apresenta a necessidade de novas 81 termelétricas, sendo 41 movidas a óleo combustível, 20 a diesel, 8 a gás natural, 7 a biocombustíveis e 4 a carvão e serão responsáveis por 13.685 MW, excluindo a usina nuclear Angra 3. (Epe, 2008b) As novas térmicas aumentarão em 172% as emissões de CO₂ verificadas em 2008, estimadas em 14,4 milhões de toneladas. Outrossim, cabe enfatizar que o plano decenal possui um aspecto estratégico pelo fato de tornar a matriz energética mais variada.



Fonte: Valor Econômico (2009)

Figura 22 - Aumento de térmicas na matriz energética do país.

A Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (2008), assegura que a utilização da biomassa como fonte de energia elétrica tem sido crescente no Brasil, principalmente em sistemas de cogeração (pela qual é possível obter energia térmica e elétrica), sendo que, em 2007, ela foi responsável pela oferta de 18 TWh (terawatts-hora), segundo o Balanço Energético Nacional (BEN, 2008). Este volume foi 21% superior ao de 2006 e, ao corresponder a 3,7% da oferta total de energia elétrica, obteve a segunda posição na matriz da eletricidade nacional. Na relação das fontes internas, a biomassa só foi superada pela hidreletricidade, com participação de 85,4% (incluindo importação), como observado na figura 23.

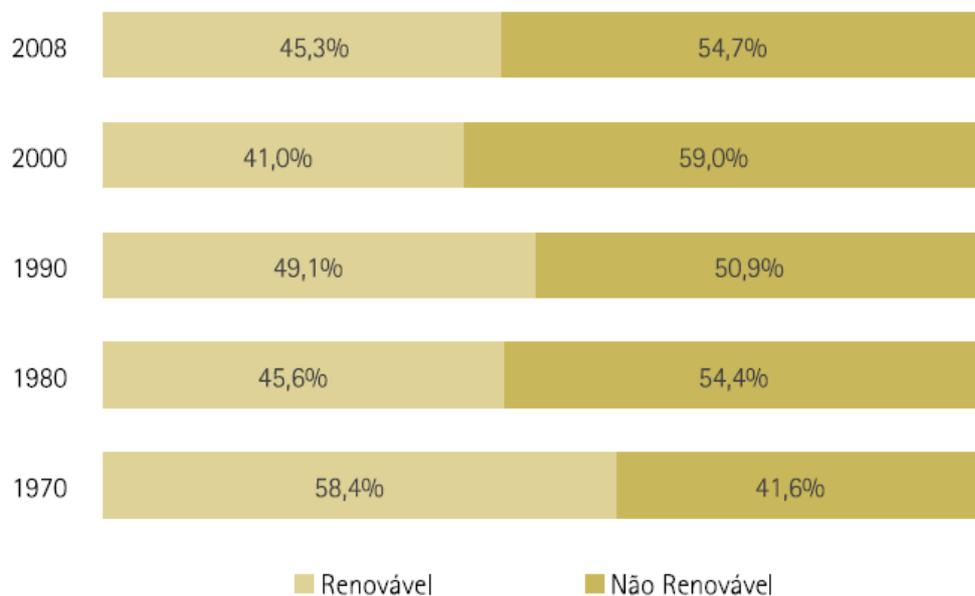


Fonte: MME (2007 apud ANEEL, 2008)

Figura 23 - Matriz de oferta energética brasileira em 2007.

Apesar do uso de biomassa ser crescente ao longo do tempo, ainda é insignificante em valores absolutos.

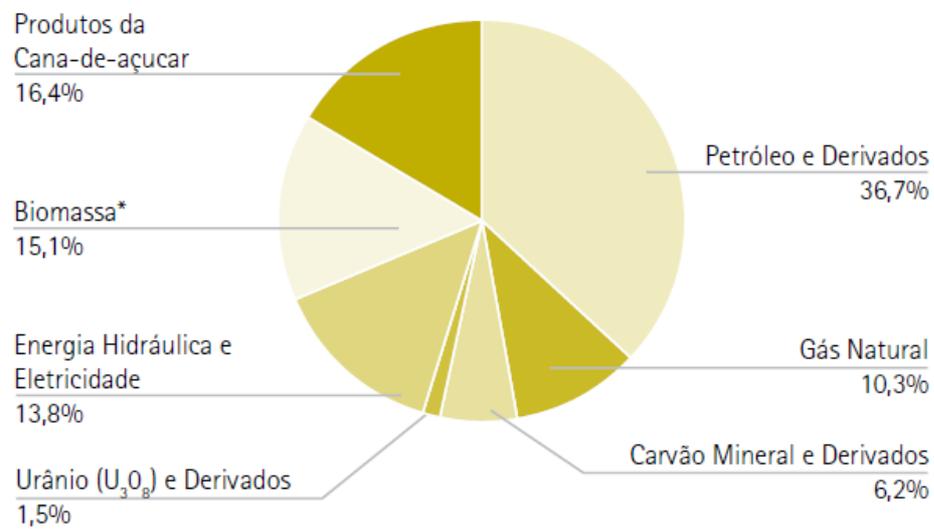
Segundo a Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2009), a relação entre fontes renováveis e não-renováveis na oferta interna de energia brasileira é apresentada na figura 24, onde é constatado que ao longo do tempo (de 1970 a 2008) não existe uma política no país que incentive o uso de energias renováveis.



Fonte: EPE (2009)

Figura 24 - Participação de fontes renováveis e não renováveis na oferta interna de energia de 1970 a 2008.

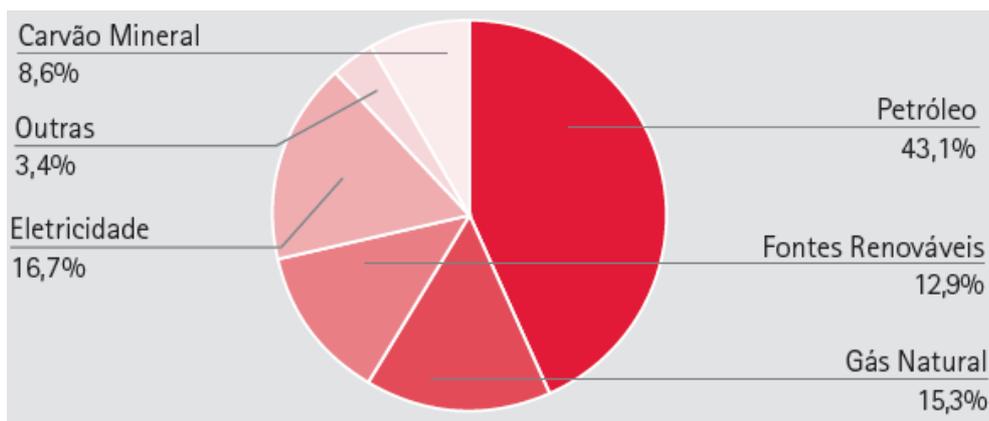
A Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2009) definiu como se dá a participação da oferta de energia interna no país, conforme figura 25. Em 2007, 54,1% era atribuído à energia não renovável, em 2008 este percentual aumentou para 54,7% (petróleo e derivados, gás natural, carvão mineral e derivados e urânio e derivados). Em relação à energia renovável, em 2007 era de 45,9% e em 2008 atingiu 45,3% (energia hidráulica e eletricidade, lenha e carvão vegetal, produtos da cana-de-açúcar e outras energias renováveis).



Nota: * Inclui lenha, carvão vegetal e outras renováveis
Fonte: EPE (2009)

Figura 25 - Oferta interna de energia – participação em 2008.

No contexto mundial, a situação torna-se ainda mais preocupante, conforme observado na figura 26, que denota a grande dependência de fontes de energia naturais.



Fonte: EPE (2008a)

Figura 26 - Consumo final de energia por fonte no mundo em 2006.

Segundo a EPE (2007, p. 225), “a importância da eficiência energética para o desenvolvimento sustentável de um país é crescente”. Diante do contexto do setor energético nacional, é decisivo o uso de investimentos para promover a eficiência energética em virtude de alguns fatores como o preço crescente dos energéticos no mundo, o atendimento energético no Brasil ainda ser um desafio, por se tratar de uma questão de segurança energética, além da consideração aos impactos ambientais.

Dias (2004, p. 289) afirma que a humanidade está dependendo cada vez mais de energia elétrica e, “essa dependência crescente poderá levá-la a crises e situações imprevisíveis, caso não utilize os recursos ambientais de que dispõe, de forma sustentada”.

Conforme Freitas et al. (2007, p. 213), em relação às questões energéticas:

O século XXI despontará do desafio energético convencional e alternativo. As dificuldades que se colocam para a espécie humana – como resultado das agressões à biota e à biodiversidade, pela exploração inadequada e irracional dos recursos naturais e do crescimento econômico-industrial em bases excessivamente irracionais, tanto para fins energéticos, quanto para consumo direto – tem levado as sociedades a um estilo de vida socialmente injusto do ponto de vista humano e socioambiental.

10. DEFINIÇÃO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O termo "desenvolvimento sustentável" ganhou relevância internacional após a divulgação da publicação do relatório "O Nosso Futuro Comum", também designado por "Relatório de Brundtland", resultado do trabalho de uma comissão nomeada pela Organização das Nações Unidas - ONU (1987).

O Relatório de Brundtland define o desenvolvimento sustentável como aquele que permite satisfazer as necessidades das gerações atuais sem comprometer a possibilidade de as futuras gerações satisfazerem as suas.

Este documento, ao aprofundar a compreensão das implicações do desenvolvimento sustentável, sugere que deverá haver mudanças de valores e atitudes para com o meio ambiente e coloca o ensino formal, entre outros, como parceiro na transmissão de conhecimentos aplicáveis à gestão correta dos recursos. Salienta que a educação deveria ser mais abrangente e englobar as ciências sociais e naturais, para que se pudesse entender a interação dos recursos naturais com os seres humanos e defende o estabelecimento de uma educação ambiental a todos os níveis do ensino formal, o que levaria a modificar o senso de responsabilidade dos alunos com o estado do meio ambiente e os ensinaria a controlá-lo, protegê-lo e melhorá-lo.

Segundo Chambers et al. (2000 apud BELLEN, 2004), grande parte das análises considera o meio ambiente como externo, separado das pessoas e do mundo do trabalho, enquanto acredita-se que o mundo natural não pode ser separado do mundo do trabalho. Em termos de fluxo de matéria e energia, não existe o termo externo, sendo que a economia humana é um subsistema da ecosfera, uma das premissas básicas do sistema. A sustentabilidade exige que se passe da gestão dos recursos para a gestão da própria humanidade e desta forma, se o objetivo é viver de uma maneira sustentável, deve-se assegurar que os produtos e processos da natureza sejam utilizados numa velocidade que permita sua regeneração, porém, a sociedade opera como se este sistema fosse apenas uma parte da economia.

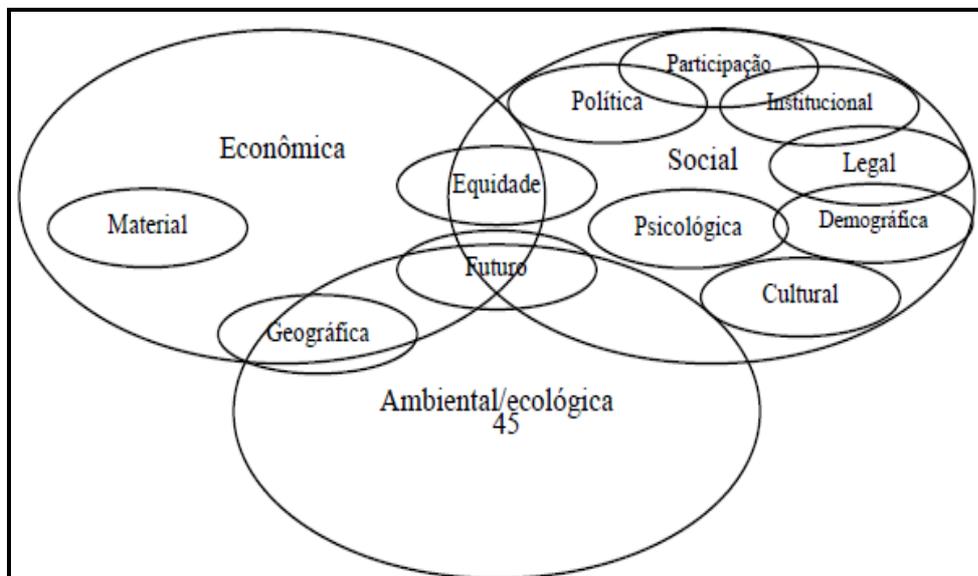
O sétimo objetivo do estudo do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD (2004) visa garantir a sustentabilidade ambiental por meio

de três metas: integrar os princípios no desenvolvimento sustentável nas políticas e programas públicos e reverter a perda de recursos ambientais; reduzir pela metade até 2015 a proporção de pessoas sem acesso à água potável; melhorar a qualidade de vida dos habitantes de 100 milhões de moradias inadequadas até o ano de 2020.

A meta 11 do relatório do PNUD (2004) dentro do objetivo de garantir a sustentabilidade ambiental prevê alcançar uma melhora na vida das pessoas de 100 milhões de habitantes de bairros degradados até 2020, e neste meta, o indicador 31 propõe melhores condições de saneamento.

A relação entre os resíduos e a Agenda 21 apresenta ligação com a sustentabilidade. Segundo a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – CMMAD (1991), desenvolvimento sustentável é definido como aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem suas necessidades.

Milanez (2002) define três dimensões para a sustentabilidade, sendo elas a dimensão ambiental/ecológica, a social e a econômica e estão amparadas por suas sub-dimensões, conforme figura 27.



Fonte: Milanez (2002)

Figura 27 - Relação entre dimensões e sub-dimensões da sustentabilidade.

Sachs (1993) subdivide o desenvolvimento sustentável em cinco aspectos, sendo eles:

- a) Sustentabilidade social: processo de desenvolvimento sustentado por outro crescimento e subsidiado por meio de uma visão do que seja uma sociedade boa e enfatiza a igualdade na distribuição de renda e bens entre ricos e pobres;
- b) Sustentabilidade econômica: sugere que a eficiência econômica deve ser avaliada segundo termos macrossociais;
- c) Sustentabilidade ecológica: utiliza recursos naturais causando um dano mínimo, utiliza produtos ou recursos renováveis e/ou abundantes de forma não agressiva ao meio ambiente, reduz o volume de resíduos e poluição, promove a auto-limitação no consumo de materiais pelos países ricos e os indivíduos;
- d) Sustentabilidade espacial: defende uma configuração rural-urbana mais equilibrada e melhor distribuição territorial de assentamentos humanos e atividades econômicas;
- e) Sustentabilidade cultural: procura raízes endógenas de processos de modernização e sistemas agrícolas, buscando mudanças culturais que traduzam o conceito de ecodesenvolvimento em conjunto com soluções específicas para o local, o ecossistema, a cultura e área da região.

Conforme Sorrentino (2005, p. 19), pode-se enunciar duas grandes tendências para o desenvolvimento sustentável:

A primeira volta-se para a proposição de soluções que se coadunem com a necessidade de preservação da biodiversidade, conservação dos recursos naturais, desenvolvimento local e diminuição das desigualdades sociais, por meio de novas tecnologias, políticas compensatórias, tratados internacionais de cooperação e de compromissos multilaterais, estímulo ao ecoturismo, certificação verde de mercados alternativos, entre outros. A segunda volta-se para finalidades semelhantes, mas por intermédio da inclusão social, da participação da tomada de decisões e da promoção de mudanças culturais nos padrões de felicidade e desenvolvimento.

Enquanto isto, Carvalho (1991) acredita que no conceito de desenvolvimento sustentável cabem todos os significados, pois, é sinônimo de sociedade racial do terceiro milênio, de indústrias limpas, crescimento econômico, de forma disfarçada da continuação imperialista sobre o terceiro mundo, de utopias românticas e enfim, tudo nele parece caber.

Born (2000, p. 5) defende que a sustentabilidade ambiental “depende de um variado conjunto de ações e esforços, que se estende pela educação fundamental à inovação tecnológica, passando pela mudança de padrões de consumo e produção”.

Os padrões de consumo determinam a quantidade e o tipo de lixo produzido, sendo que, enquanto não forem modificados, a quantidade de lixo aumentará e alcançará volumes difíceis de serem coletados e dispostos diariamente. Estes padrões também influenciam o dispêndio energético e alguns custos de construção. A revisão destes padrões e o investimento em pesquisa e tecnologia são condições para a sustentabilidade das cidades (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2000).

De acordo com Ribeiro (1998), para que uma forma de vida seja sustentável é necessário que a taxa de utilização dos recursos seja no mínimo igual à de reposição ou de geração de substitutos para esses recursos. Além da dimensão física, a sustentabilidade apresenta a faceta econômica, social, territorial e política.

11. A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A adoção de novos comportamentos diante da natureza, valores de respeito, participação, compromisso e responsabilidade social são apresentados por Castro (1999) como concepções da educação ambiental.

O Fórum Global (1992 apud GADOTTI, 2000, p. 95-96), classifica alguns princípios básicos:

A educação ambiental deve ter como base o pensamento crítico e inovador, em qualquer tempo ou lugar, em seu modo formal e informal, promovendo a transformação e a construção da sociedade. Pode ser individual e coletiva, tendo o propósito de formar cidadãos com consciência local e planetária, que respeitem a autodeterminação dos povos e a sabedoria das nações; envolvendo uma perspectiva holística, enfocando a relação entre o ser humano, a natureza e o universo de forma interdisciplinar; tem a obrigação de estimular a solidariedade, a igualdade e o respeito aos direitos humanos, valendo-se de estratégias democráticas e interação entre as culturas, integrar conhecimentos e aptidões, valores, atitudes e ações, converter cada oportunidade em experiências educativas das sociedades sustentáveis, além disso, deve ajudar a desenvolver uma consciência ética sobre todas as formas de vida com as quais compartilhamos este planeta, respeitar seus ciclos vitais e impor limites à exploração dessas formas de vida pelos seres humanos.

Amaral (2001) define a Conferência de Tbilisi, na Geórgia, em 1977 como um importante marco para as questões da educação ambiental, pois considera o meio ambiente em sua totalidade, envolvendo aspectos naturais e aqueles originários da ação humana, englobando os meios físico, social, econômico, político, técnico, histórico-cultural, moral e estético. Em 1972, ocorrera a Conferência de Estocolmo que reconheceu a política ambiental como mecanismo para a solução dos problemas ambientais.

A declaração aprovada em Tbilisi destacou que a educação ambiental deve preparar o indivíduo e a coletividade, mediante a compreensão dos problemas contemporâneos e proporcionar conhecimentos e qualificações para ações que visem a melhoria da qualidade de vida e proteção ao meio ambiente. Incentivou os movimentos de ações voluntárias, mas não deixou de ressaltar a responsabilidade dos governos em todas as nações, de serem agentes estimuladores, facilitadores e promotores da educação ambiental (AMARAL, 2001).

A educação possui uma dimensão política intrínseca por duas razões, conforme Loureiro (2005, p. 71-72):

a) O conhecimento transmitido e assimilado e os aspectos técnicos desenvolvidos fazem parte de um contexto social e político definido. O que se produz em uma sociedade é resultado de suas próprias exigências e contradições. Assim, o domínio do conhecimento técnico-científico confere ao indivíduo maior consciência de si mesmo e capacidade de intervir de modo qualificado no ambiente. O saber técnico é parte do controle social e político da sociedade.

b) As relações sociais que se estabelecem na escola, na família, no trabalho ou na comunidade possibilitam que o indivíduo tenha uma percepção crítica de si e da sociedade, podendo, assim, entender sua posição e inserção social e construir a base de respeitabilidade para com o próximo. As relações estabelecidas em cada campo educativo, formal ou não, constituem espaços pedagógicos de exercício da cidadania. Tal compreensão política da educação só é legitimada na modernidade, a partir do momento em que pressupõe que a história das sociedades humanas não é previamente determinada, mas resultante de processos dinâmicos estabelecidos, construídos e transformados por sujeitos históricos: os cidadãos, seja em suas ações individuais ou coletivas.

Gadotti (2000, p. 96) defende que a educação ambiental aborda uma “mudança radical de mentalidade em relação à qualidade de vida, que está diretamente ligada ao tipo de convivência que mantemos com a natureza e que implica atitudes, valores, ações”.

O excessivo dano ambiental pode estar relacionado à má economia, ou seja, associado a políticas governamentais mal orientadas e mercados distorcidos que estabelecem preços impróprios para os recursos naturais. O desenvolvimento sustentável requer que o governo corrija estas falhas de mercado e a falta de reformas políticas (PANAYATOU, 1994).

A educação ambiental segundo Noal et al. (2000, p. 107), deve ser:

...realizada pelos educadores, em diferentes espaços escolares, contribuindo diretamente com a capacidade de exercer nossa criatividade, bem como de deixar fluir a criatividade do grupo com o qual estamos trabalhando, principalmente se for um grupo de crianças e adolescentes. Não estamos com isto descartando a importância nem a possibilidade de trabalhar também de forma muito rica a questão ambiental na educação de adultos.

Os autores ainda defendem o envolvimento afetivo e lúdico dos que a ela se dedicam, pois a falta deste envolvimento traz obstáculos à criação de raízes, sendo esta fundamental pois a mudança de atitudes e hábitos deve nos fazer repensar nossas práticas (NOAL et al., 2000).

Müller (1999) acredita que a educação ambiental deve ser orientada para a resolução de problemas concretos do meio ambiente por meio de um enfoque transdisciplinar e participação ativa de cada indivíduo e da coletividade, sendo que é caracterizada por incorporar no processo de aprendizagem e ensino as dimensões políticas, éticas, socioeconômicas, culturais e históricas. Além disto, menciona atividades socioculturais tais como encontros, reuniões, palestras semestrais, cursos e eventos com participação de especialistas de diversas áreas do conhecimento, obtendo uma abordagem científica e estando inserido no calendário de eventos da escola.

Gadotti (1987, p. 155) salienta a importância de ato de consciência no meio social, econômico e político:

O ato educativo corresponde a este esforço de leitura do meio social, econômico e político. Esta leitura é um ato de tomada de consciência do nosso mundo...porque a educação não pode ser uma outra coisa a não ser uma obra libertadora do homem e do mundo, operada junto e não um ato individual de manipulação e de domínio do mundo.

Morin (1999, p. 212) também salienta o processo de formação da consciência:

A “consciência” do conhecimento pode transmitir-se e ser ensinada como qualquer outro conhecimento. Mas existem problemas ou situações que necessitam de uma tomada de consciência pessoal. Pode-se, certo, ajudar o outro a tomar consciência, mas uma tomada de consciência é mais do que um conhecimento: trata-se de um ato reflexivo que mobiliza a consciência de si e engaja o sujeito numa reorganização crítica do seu conhecimento ou mesmo na interrogação dos seus pontos de vista fundamentais.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente e o Ministério da Educação (BRASIL, 1997), a educação ambiental tem um caráter holístico e deve ser contextualizada na realidade e buscar uma abordagem menos fragmentada, sendo resultante da articulação entre as ações de diversos setores do poder público, da integração regional e da sociedade civil, apresentando um caráter interdisciplinar e interinstitucional, além de valorizar diferentes pontos de vista e constituir-se em uma ferramenta para a implementação do desenvolvimento sustentável.

Segundo o Programa Nacional de Educação Ambiental – ProNEA, que orienta os governos sobre a perspectiva da sustentabilidade ambiental, deve-se considerar:

A educação ambiental deve se pautar por uma abordagem sistêmica, capaz de integrar os múltiplos aspectos da problemática ambiental contemporânea. Essa abordagem deve reconhecer o conjunto das inter-

relações e as múltiplas determinações dinâmicas entre os âmbitos naturais, culturais, históricos, sociais, econômicos e políticos. Mais até que uma abordagem sistêmica, a educação ambiental exige a perspectiva da complexidade, que implica em que no mundo interagem diferentes níveis da realidade (objetiva, física, abstrata, cultural, afetiva...) e se constroem diferentes olhares decorrentes das diferentes culturas e trajetórias individuais e coletivas (BRASIL, 2005, p. 34).

A legislação brasileira também aborda a educação ambiental. Conforme a Lei n. 9795 de 27 de abril de 1999 que dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências, no art. 1º, a educação ambiental é compreendida como “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...”. Além disso, no art. 3º, inciso I, incumbe o poder público de recuperar e melhorar o meio ambiente.

A responsabilidade de instigar a educação ambiental é do Estado e dos cidadãos, conforme Leff (1999, p. 128):

Um processo histórico que reclama o compromisso do Estado e da cidadania para elaborar projetos nacionais, regionais e locais nos quais ela se defina através de um critério de sustentabilidade que corresponda ao potencial ecológico e aos valores culturais de cada região.

Reigota (1998) afirma que a educação ambiental deve ser compreendida como educação política, pois, ela reivindica e prepara os indivíduos para exigir justiça, cidadania e ética nas relações com a natureza.

A educação ambiental, segundo Etges (1998) implica em um processo reflexivo e consciente que mobilizem a participação do indivíduo em conjunto com a mudança de métodos de investigação e formação.

Na percepção de Moraes (1998, p. 38), a educação ambiental é um resultado de transformações:

Necessidade de criação de condições que permitam as transformações culturais e sociais necessárias, as quais devem ocorrer numa relação de recorrência e sinergia: as mudanças de comportamentos individuais devem se reverter na constituição de novas relações sociais que por sua vez resultem em estímulos e condições para a constituição de uma nova visão de mundo pelos seres humanos.

Estas novas perspectivas da educação ambiental rompem com o modelo convencional e emerge a hipótese de que só será possível zelar pela natureza se,

concomitantemente, se transformar a sociedade, pois apenas reformá-la não seria suficiente (LAYRARGUES, 2002).

Dias (1992, p. 83) salienta a necessidade de envolvimento de todos os membros da sociedade na promoção da educação ambiental:

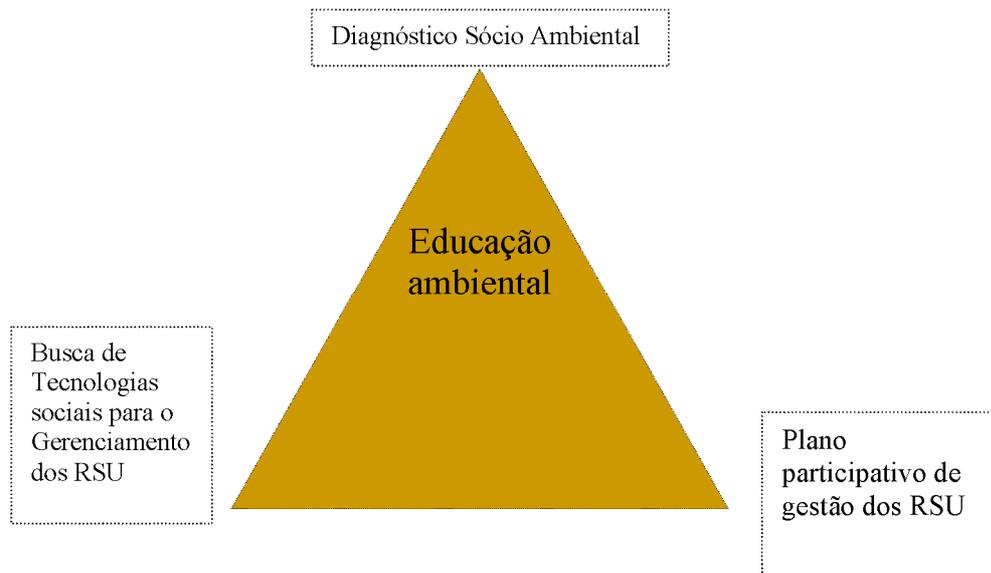
Pelos seus objetivos e funções, a Educação Ambiental é necessariamente uma forma de prática educacional sintonizada com a vida da sociedade. Ela só pode ser efetiva se todos os membros da sociedade participarem, de acordo com suas habilidades, das complexas e múltiplas tarefas de melhoria das relações das pessoas com seu meio ambiente. Isto só pode ser alcançado se as pessoas se conscientizarem do seu envolvimento e das suas responsabilidades.

A participação dos sujeitos no processo de educação ambiental deve ocorrer de maneira a tornar sua reflexão em ação:

O sujeito da ação política é aquele capaz de identificar seus problemas e participar dos destinos e decisões que afetam seu campo de existência individual e coletivo. A palavra política é entendida com seu conceito mais amplo, como o viver e interferir em um mundo coletivo (GASPARINI, 2007, p. 281).

Loureiro (2000) defende que a educação ambiental é uma práxis educativa e social que possui como fim a construção de valores, conceitos, habilidades e atitudes que visem o entendimento da realidade e atuação de atores individuais e coletivos no ambiente.

Para a construção da gestão integrada dos resíduos sólidos, Lopes (2006) apresenta uma estrutura (Figura 28) a ser seguida pelos municípios para interagir com a comunidade. Entre os pilares, primeiramente deve ser feito o levantamento das necessidades e potencialidades do município através da construção de um diagnóstico sócio-ambiental dos resíduos urbanos, assim, buscam-se alternativas para o gerenciamento e, a partir destas análises, são apresentadas possibilidades para a construção participativa de um Plano de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos Urbanos, tendo como princípio básico em todos os processos, a educação ambiental.



Fonte: Lopes (2006)

Figura 28 - Esquema para a construção da gestão integrada dos resíduos sólidos.

A análise entre o lixo e a educação ambiental é abordada por Layrargues (2005) que, após análise da literatura, concluiu que há uma predominância da discussão acerca dos aspectos técnicos, psicológicos e comportamentais da gestão do lixo, em detrimento dos aspectos políticos. O autor salienta que a discussão está deslocada do eixo da formação da cidadania como atuação coletiva na esfera pública pois observou um “expressivo silêncio no que se refere á implementação de alternativas para o tratamento do lixo” (LAYRARGUES, 2005, p. 181). Ademais, as questões sobre o lixo não se tornaram objeto de demanda social específica pela criação de políticas públicas.

12. METODOLOGIA

12.1 Localização e características da área estudada

O município de Santa Maria está localizado na região central do Rio Grande do Sul e, conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2004) possui 243.611 habitantes e um Índice de Desenvolvimento Humano – IDH de 0.806 segundo o PNUD (2000).

Durante 26 anos (desde 1982 até 2008) o município utilizou o lixão da Caturrita (Figura 29), local onde os resíduos sólidos urbanos eram dispostos à céu aberto e que gerou sérios danos ambientais ao longo do tempo. No ano de 2002, a Prefeitura do município deveria apresentar local para novo aterro, o que não ocorreu. No mesmo ano a empresa PRT vence licitação para continuar fazendo a coleta e se compromete a fazer uma usina para separar materiais recicláveis, além de instalar um sistema de drenagem e impermeabilizar o depósito com argila, todavia, pouco foi concretizado. Em 2005 a Prefeitura planeja, como solução provisória, impermeabilizar um terreno próximo ao lixão e cobrir o lixo com argila até construir um aterro. Isto não ocorreu. No mesmo ano, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler - Fepam entrou com ação judicial solicitando a interdição imediata do local. Ainda em 2005, a Justiça aceita pedido da prefeitura para construir duas células (depósitos provisórios). Estas células deveriam ser erguidas em dois meses, mas projeto é abandonado. Cerca de 180 famílias de catadores são expulsas do lixão ou proibidas de entrar no local pela Brigada Militar. A Prefeitura monta um esquema de fornecimento de cestas básicas por 90 dias e colocação dos filhos de catadores na escola, porém, após 11 dias, 80 catadores voltam ao lixão, mesmo diante da proibição da Justiça. Em 2008, a Prefeitura Municipal de Santa Maria assinou contrato emergencial diante do esgotamento da capacidade do lixão de receber novos resíduos e buscou alternativas para depositar o lixo em novo local. Após a alternativa provisória, a licitação realizada determina que a empresa que prestaria os serviços para a Prefeitura municipal seria a PRT. O

lixão da caturrita possui cerca de 4 hectares e o município continua responsável pelo tratamento desta área (Jornal Diário de Santa Maria, 19/03/2008a).



Fonte: Padoin (2009)



Fonte: Jornal Diário de Santa Maria (2008a)

Figura 29 - Lixão da Caturrita (a) e (b).

A PRT – Prestadora de Serviços Ltda teve seu contrato rompido pela Prefeitura Municipal de Santa Maria, após ter assumido de forma emergencial há 13 anos (desde 04 de abril de 1997 até 02/02/2010). O rompimento foi unilateral e ocorreu devido à incapacidade técnica da empresa de executar os serviços na quantidade e qualidade previstas na licitação. A nova empresa também contratada de forma emergencial é a Revita Engenharia SA, também responsável pelo aterro do município e utiliza dois caminhões para coleta containerizada, sete para lixo comum, um veículo médio para coleta seletiva, um caminhão para lavagem dos containeres (que deve ocorrer a cada duas coletas) e o fornecimento de um veículo com motorista e custeio das despesas por oito horas diárias de segunda-feira a sábado para ajudar a fiscalizar a coleta municipal, além disto, os custos serão R\$ 15.000,00 a menos do que era cobrado pela empresa anterior. Durante o período de seis meses do contrato emergencial a Revita será avaliada sobre a prestação de serviços que executará em Santa Maria (Jornal A Razão, 2 e 3/02/2010).

De acordo com a Prefeitura Municipal de Santa Maria (2002 apud SANTOS, 2002), considera-se que cada indivíduo produz aproximadamente 650 gramas de resíduos por dia, totaliza-se 4.800 toneladas ao mês no município. Sendo que, a

matéria orgânica representa mais da metade dos resíduos sólidos produzidos (60%), enquanto o restante (40%) deve-se ao papel e papelão, plásticos, metais, vidros e demais resíduos.

Segundo o Jornal A Razão (2009), Santa Maria produz 150 toneladas de lixo por dia, sendo 4.500 toneladas ao mês, sendo que, destes, 3.300 toneladas são recolhidas através da coleta tradicional e 1200 toneladas por meio de contêineres (a prefeitura pagava R\$ 176.680,00 mensais por esta coleta e havia 400 unidades em funcionamento na cidade). O custo mensal pela coleta convencional, containerizada, de reciclagem e disposição no aterro era de R\$ 700 mil, variando conforme o peso recolhido. Conforme a Secretaria de Proteção Ambiental (2009 apud A RAZÃO, 2009), o preço pago pela prefeitura por tonelada de lixo na coleta seletiva era de R\$ 54,73 m³ (eram recolhidos cerca de 200 m³ mensais), pela disposição final do lixo era pago R\$ 48,31/tonelada, na coleta tradicional e transporte do lixo a administração pública pagava R\$ 89,21/tonelada e na coleta por contêineres era pago R\$ 441,70/contêiner (está incluso todo serviço, desde a coleta, transporte, aluguel dos contêineres e disposição do lixo).

Isaia et al. (2000) destaca que os resíduos sólidos gerados no município, cuja sistemática de recolhimento e disposição final carece de ampliações e adequações, é um dos principais e mais urgentes problemas sócio ambientais da cidade. Nos moldes correntes, o lançamento de resíduos é efetuado nas ruas, terrenos baldios, sangas e arroios tributários do Arroio Cadena, curso hídrico cuja bacia hidrográfica abrange a quase totalidade da área urbanizada.

O serviço de coleta, transporte, armazenamento e destino final dos resíduos sólidos domésticos eram realizados pela empresa PRT³, sendo assim, é um serviço terceirizado pelo município. Contudo, o serviço de coleta não abrange a totalidade da área urbana, pois o caminhão coletor não realiza coletas em diversas ruas. Estima-se que a taxa de cobertura efetiva da coleta do município seja de 80% e, sendo assim, das 160 toneladas de resíduos sólidos produzidos por dia, aproximadamente 30 toneladas não são coletas e são dispostas em locais inapropriados. O curso principal e os tributários do Arroio Cadena – cuja bacia hidrográfica abrange cerca de 60% da área urbana de Santa Maria – foram

³ Até o dia 02 de fevereiro de 2010, após esta data, passando para a responsabilidade da empresa Revita Engenharia SA.

“institucionalizados” pela comunidade como o segundo local de destinação final de seus resíduos (ISAIA, ISAIA e ROTH, 1999).

12.1.1 Central de Tratamento de Resíduos da Caturrita (CTRC)

Após o fechamento do lixão, a Central de Tratamento de Resíduos da Caturrita – CTRC (Figura 30) foi instalada em março de 2008, com licença de operação emitida pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Hoessler - FEPAM. O empreendimento possui uma área de 24,7ha, localizada junto à estrada Vicinal para a Boca do Monte, distante 8,7km do centro da cidade e, após diferentes empresas proprietárias, atualmente é pertencente à empresa Revita Engenharia S.A., pertencente à holding controladora Solví.



Fonte: Salamoni, Pinheiro e Nummer (2009)

Figura 30 - Vista geral da área do empreendimento.

Na figura 31 é demonstrada uma visão aérea das unidades prediais.



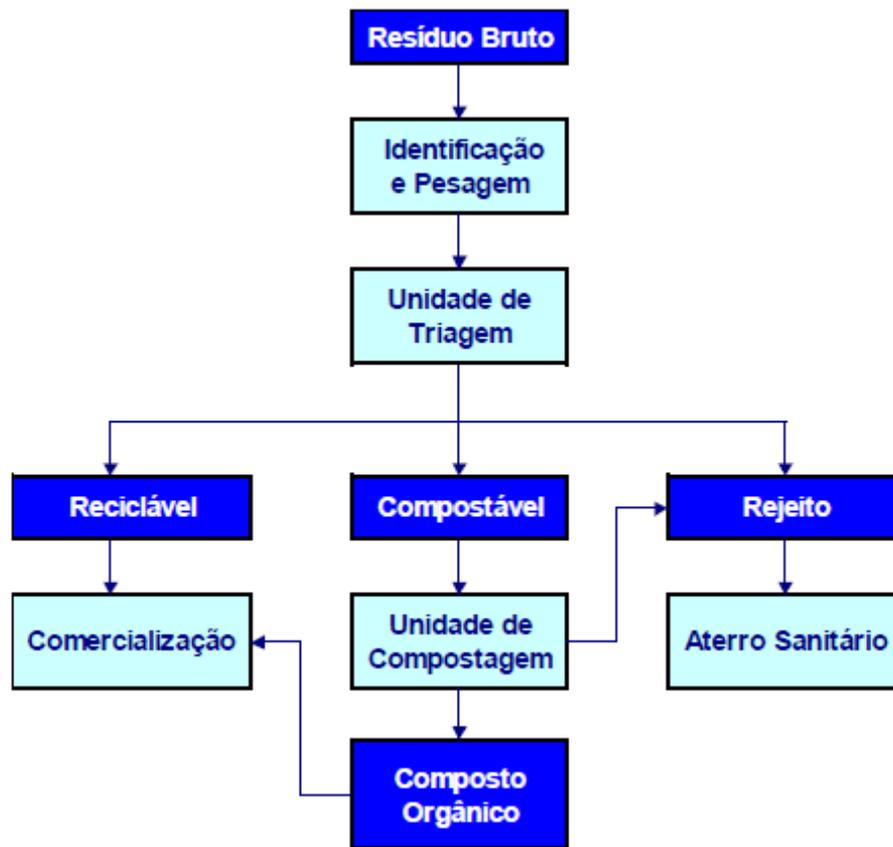
Fonte: Revita (2009)

Figura 31 - Vista aérea das unidades prediais.

A CTRC recebe resíduos de 20 municípios da região central, de outros municípios da região serrana e da região da fronteira do Estado. Atualmente o empreendimento está atendendo cerca de 450.000 habitantes do Estado do Rio Grande do Sul (250.000 da cidade de Santa Maria) e recebendo uma média diária de 280 toneladas de resíduos sólidos domiciliares (SALAMONI, PINHEIRO e NUMMER, 2009).

Segundo o Jornal Diário de Santa Maria (10/03/2008b), a empresa tem capacidade para receber e dar o destino final para até 300 toneladas de lixo por dia. Santa Maria tem levado entre 150 a 200 toneladas de lixo por dia para a Central, no entanto, outras prefeituras, como as de Itaara, Júlio de Castilhos e São Pedro do Sul, também são clientes.

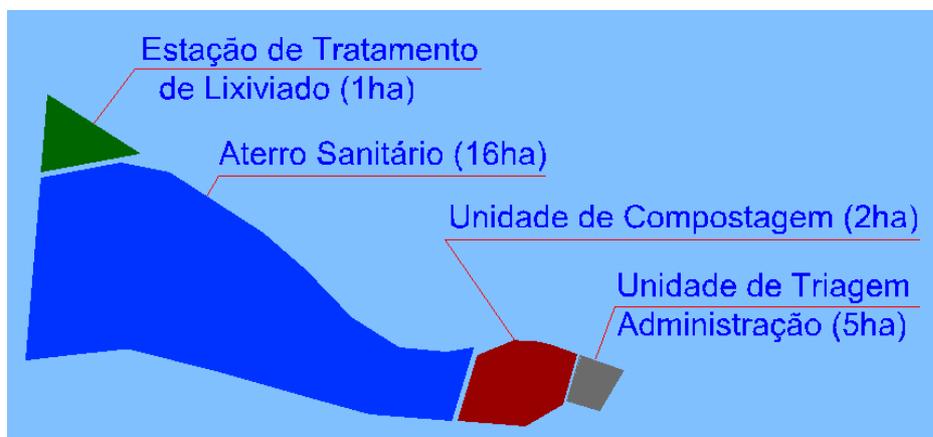
A figura 32 apresenta um fluxograma dos processos a que os resíduos sólidos estão submetidos quando encaminhados à CTRC.



Fonte: Salamoni, Pinheiro e Nummer (2009)

Figura 32 - Fluxograma da movimentação de RSU na CTRC.

Na figura 33 são mostradas as unidades da CTRC.



Fonte: Revita (2009)

Figura 33 - Unidades da CTRC.

12.1.2 Processo do lixo

O tratamento dos resíduos sólidos é dividido em três partes: unidade de triagem, compostagem e aterro sanitário.

Segundo o Jornal Diário de Santa Maria (10/03/2008b), o caminhão com os resíduos chega à Central de Tratamento de Resíduos da Caturrita (CTRC), é pesado, o lixo é encaminhado por esteira até a unidade de triagem onde há a separação dos materiais que são compactados e posteriormente vendidos, o lixo orgânico é encaminhado para a unidade de compostagem onde se torna adubo e está em processos legais para vir a tornar-se comercializado futuramente. O material que não possui material agregado (inclusive sacolas plásticas) é encaminhado ao aterro sanitário, compactado e coberto por camada de terra.

12.1.2.1 Descrição do processo

A figura 34 mostra a chegada de um caminhão à CTRC com os resíduos sólidos do município de Santa Maria.



Figura 34 - Chegada do caminhão como os RSU à Central de Tratamento.

Após a chegada do caminhão, é feita a pesagem (Figura 35) do total de resíduos sólidos encaminhados até a CTRC.



Figura 35 - Pesagem.

A descarga dos resíduos, após a pesagem pode ser verificada pela figura 36.



Figura 36 - Descarga dos resíduos.

Os resíduos descarregados pelo caminhão estão apresentados na figura 37.



Figura 37 - Resíduos descarregados.

Após a descarga, os RSU são encaminhados por esteiras até a unidade de triagem, conforme a figura 38.



Figura 38 - Unidade de triagem.

Em seguida, o material inorgânico a ser comercializado é prensado (Figura 39).



Fonte: Salamoni, Pinheiro e Nummer (2009)

Figura 39 - Detalhe da prensa vertical.

Um caminhão faz o transporte dos fardos de rejeito compactado levados para comercialização, conforme figura 40.



Figura 40 - Material separado pela triagem e compactado para comercialização.

Em relação ao material orgânico, há a utilização para compostagem no próprio local (Figura 41).



Fonte: Revita (2009)

Figura 41 - Unidade de compostagem.

O material que não é utilizado para a decomposição ou selecionado pela triagem, é encaminhado ao aterro sanitário, no qual é compactado, conforme figura 42.



Fonte: Salamoni, Pinheiro e Nummer (2009)

Figura 42 - Compactação de resíduos em rampa.

O processo seguinte é de assentar uma camada de terra sob os resíduos no aterro (Figura 43).



Figura 43 - Aterro sanitário recebendo camada de terra.

A captação do gás metano ocorre por meio de drenos e na figura 44 é mostrada a fase de construção do tubo.



Fonte: Revita (2009)

Figura 44 - Drenos sendo construídos.

Os drenos na superfície que liberam o metano para a atmosfera são demonstrados na figura 45.



Figura 45 - Drenos instalados na superfície.

Na figura 46 é visualizado o processo de queima do metano para transformação em carbono, sendo liberado para a atmosfera.



Fonte: Revita (2009)

Figura 46 - Queima do metano para transformação em carbono, sendo liberado para a atmosfera.

As lagoas de chorume são apresentadas na figura 47.



Fonte: Revita (2009)

Figura 47 - Lagoas de chorume.

12.3 Projetos atuais em relação aos resíduos sólidos

O município está com um projeto intitulado ecopontos (Figura 48), onde foram implantadas 15 lixeiras seletivas em pontos estratégicos da cidade para perceber a aceitação e viabilidade desta proposta pela população.



Figura 48 - Ecopontos: projeto piloto para recebimento de materiais recicláveis.

Ademais, no dia 18 de dezembro de 2009 ocorreu a 5ª Conferência Municipal de Meio Ambiente, que teve caráter deliberativo, dando o posicionamento de quais os passos futuros o poder público deverá seguir nesta área. Os eixos debatidos foram:

- ✓ Eixo I: desenvolvimento urbano com planejamento sustentável (anexo 1);
- ✓ Eixo II: Resíduos sólidos (anexo 2);
- ✓ Eixo III: Drenagem urbana e recursos hídricos (anexo 3);
- ✓ Eixo IV: Educação Ambiental (anexo 4).

Os principais resultados do eixo II, referente a resíduos sólidos foram no sentido de construir e operar um aterro sanitário municipal (público), implantação de um órgão municipal responsável pela execução, monitoramento e fiscalização da limpeza urbana, elaboração de um Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, analisar e revisar o contrato com a empresa de coleta de resíduos

sólidos e fiscalizar com mais rigor o transporte e recebimento de resíduos sólidos de outros municípios.

Em relação ao eixo IV, sobre a educação ambiental, foi definido que será implementado e efetivado uma Política Municipal de Educação Ambiental, será elaborada a Agenda 21 municipal, os funcionários das Secretarias Municipais receberão capacitação sobre questões ambientais, a prática de educação ambiental multidisciplinar será incentivada nos planos pedagógicos, projetos de educação ambiental receberão recursos, da mesma forma que a construção da Agenda 21, construção e financiamento de um processo de informação e sensibilização, reformulação do Plano Ambiental Municipal, registrar no caderno da 6ª Conferência Municipal de Meio Ambiente as diretrizes aprovadas nas Conferências Municipais anteriores e salientar as dificuldades de implementação das mesmas e, por fim, desenvolver ações de educação ambiental para que os resíduos produzidos possuam destino final correto.

12.4 Entrevistas

A pesquisa-ação possui duas concepções, de acordo com Costa (1994), sendo a de caráter psicossocial para o convencimento das pessoas na direção de uma mudança desejada por decisão anterior e a de caráter político-social, que é a da reflexão acerca de mudança que o próprio grupo deseja.

Thiollent (1996) define a pesquisa-ação como sendo um tipo de pesquisa social com base empírica, sendo realizada com estreita relação com uma ação ou resolução de um problema coletivo.

Conforme Vasconcellos (1997), a pesquisa-ação utilizada na educação ambiental inicia no diálogo entre a ciência e o senso comum e usa técnica de pesquisa histórica, observação participante e entrevistas.

Andrade (1999, p. 32) afirma que o objetivo da entrevista é:

Averiguar fatos ou fenômenos; identificar opiniões sobre fatos ou fenômenos; determinar, pelas respostas individuais, a conduta previsível em dada circunstância; descobrir os fatos que influenciam ou que determinam opiniões, sentimentos, condutas, comparar a conduta de uma pessoa no presente e no passado, para deduzir comportamentos futuros, etc.

Na pesquisa realizada neste trabalho, por meio de entrevistas, tem-se como ação a entrega de folder explanatório que tem como objetivo de despertar o interesse dos gestores para soluções alternativas e ambientalmente corretas para os resíduos sólidos urbanos de Santa Maria. Ademais, outro propósito fora de instigar os gestores municipais a questionar o atual contexto dos RSU e perceberem a necessidade de mudança.

Um objetivo prático e outro objetivo de conhecimento são defendidos por Thiollent (1996). O objetivo prático consiste no melhor equacionamento do problema abordado, buscando soluções e propostas de ação para auxiliar o agente na atividade transformadora da situação. Já o objetivo de conhecimento envolve a obtenção de informações que seriam de difícil acesso por intermédio de outros procedimentos.

O objetivo prático foi considerado no trabalho por meio de sugestão de uso do lixo urbano para energia no município, enquanto o objetivo de conhecimento fora atendido na medida em que seria complexo obter o posicionamento de todos os gestores municipais que foram entrevistados sobre o problema dos resíduos na cidade.

O propósito principal neste trabalho foi perceber a administração dos resíduos pela municipalidade, adquirindo uma visão pela gestão municipal acerca dos RSU produzidos na cidade e assim constatar quais são as prioridades da gestão pública e seu posicionamento sobre os aspectos ambientais.

As entrevistas ocorreram por meio de um questionário (apêndice 3) que se propôs a identificar a gestão dos resíduos sólidos na perspectiva atual e futura, sendo que, por meio das entrevistas é possível identificar melhor as expressões, sentimentos e crenças de cada entrevistado, os quais possuem responsabilidades na esfera municipal e assim, no processo decisório sobre as questões envolvendo os resíduos sólidos urbanos e sua relação com o meio ambiente.

Conforme Freitas et al. (2007, p. 210), “certamente, políticos terão dificuldade para serem eleitos se não tiverem, pelo menos, uma clara preocupação com as questões do meio ambiente, da energia e dos recursos hídricos”.

13. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento bibliográfico auxiliou fornecendo subsídios para a formulação do questionário aplicado nas entrevistas realizadas com os gestores municipais e para amparar a discussão acerca dos problemas gerados pelos RSU e a possibilidade para aproveitamento por meio da transformação em energia, sendo este um setor estratégico para o país.

As entrevistas foram previamente agendadas, ocorreram em dezembro de 2009 e, em algumas situações houve certa relutância em responder às perguntas por alegações de não conhecimento acerca do assunto. Todavia, os resíduos sólidos são resultados das atividades de todo ser humano, além disto, é de responsabilidade do município a sua gestão. Deste modo, entende-se que os principais representantes da sociedade, responsáveis pela condução do município e assim sendo, pessoas formadoras de opinião, possuem um conhecimento prévio do assunto e que a colaboração de cada um era indispensável.

Foram realizadas nove entrevistas com gestores municipais e profissionais ligados à área. Houve entrevista com o Prefeito Municipal, o Vice-Prefeito, Secretário Municipal do Meio Ambiente, Secretário Municipal de Controle e Mobilidade Urbana, engenheiro ambiental da Revita Engenharia SA, Secretário Extraordinário de Supervisão de Projetos Intersetoriais e do Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, Secretário Municipal de Desenvolvimento Econômico, Inovação e Projetos Estratégicos, Secretário Municipal de Infra-estrutura, Habitação e Serviços e com funcionária do Escritório da Cidade. As entrevistas realizadas são descritas a seguir:

❖ **Entrevista com o Gestor A:**

A entrevista com o Gestor A só pode ocorrer com a análise prévia das perguntas que iriam ser realizadas. Após esta análise (aparentemente também houve consulta ao Secretário Municipal de Proteção Ambiental), o Gestor optou por não realizar a entrevista, justificando o tema ser muito técnico e ele não possuir conhecimento. Após a explanação do objetivo da entrevista de reunir posição de

autoridades municipais e de demonstrar que as perguntas sobre o lixo municipal são básicas e não são técnicas, o prefeito concedeu entrevista rápida e sucinta:

O que é feito em Santa Maria com os RSU atualmente?

Antigamente era o lixão, hoje vai para aterro sanitário privado.

Conhece se RSU podem ser aproveitados para energia?

Sim.

Santa Maria possui perspectivas para uso de RSU para energia?

Sim. Há uma empresa canadense que já ofereceu seus serviços através do uso do lixo para combustível. A empresa recolhe o lixo, os catadores separam e o restante não reciclável passa por esteira onde diminui a umidade e corta em pedaços que são usados para combustível/energia. Além de gás também que é gerado.

Se fosse gerada energia, para onde seria aplicada?

Se o aterro for do município, para população ou vender para empresas de energia. Se privado, o mesmo deve assumir.

Quais os projetos futuros em termos de RSU?

Tornar público o Plano Ambiental do município, ampliação de ecopontos, ampliação de coleta seletiva, ampliação de número de containeres, melhora dos serviços em distritos – na área rural, pontos de recolhimento de pneus, pilhas, lâmpadas, bateria e lixo hospitalar.

Após a entrevista, foi entregue ao Gestor o folder (apêndice 1) explanatório acerca da possibilidade do uso de RSU para geração de energia.

❖ Entrevista com o Gestor B:

O Gestor atendeu prontamente à solicitação de entrevista.

O que é feito em Santa Maria com os Resíduos Sólidos Urbanos atualmente?

Muito já foi feito e muito falta fazer. Ainda tem regiões com atraso de coleta, outras com dificuldades enormes. Mas neste momento já foram implantados os primeiros pontos para coletar os reciclados. Há um plano para separação do lixo reciclado e não reciclado. Ao implantar os containeres para os reciclados, que gradativamente vai para toda cidade, a tendência é educar o povo para colaborar com o ganha pão de outras pessoas que vivem disso.

Conhece se os RSU podem ser aproveitados para energia?

Sim. Nosso secretário está atento para isto. E o prefeito tem lutado e pedido para a Secretaria do Meio Ambiente e Secretaria de Obras para que dê valor a este assunto.

Santa Maria possui perspectiva para uso dos RSU para energia?

É uma tentativa para o futuro. Muito ainda temos que fazer para a coleta que ainda não está em toda a cidade. Mas é uma boa perspectiva para o futuro. Até porque há os recursos do Banco Mundial para a Prefeitura de Santa Maria e existe o interesse de investir no meio ambiente.

Se fosse gerada energia, para onde seria aplicada?

Teria que analisar. Até porque existe tentativa de adaptar o contrato com a PRT para que se dê dentro da normalidade, senão haverá uma nova licitação dentro do que o município pode obrigar. No momento que existe uma licitação e concessão, e o lixo é uma concessão, o município pode colocar algumas cláusulas para o beneficiamento não da empresa, mas da população.

Quais os projetos futuros em termos de RSU?

Estes projetos devem ser entregues pela Secretaria do Meio Ambiente até 2010. Até porque tudo leva a crê que esta Secretaria será uma Fundação, e sendo uma Fundação terá mais condições de trabalhar com ONGs, tanto governamentais como não-governamentais, além de ser mais independente, mas sem deixar de ter laço com a Prefeitura. Os projetos deverão ser analisados. Hoje existem inovações e uma das exigências do Banco Mundial é justamente os resíduos sólidos, sendo que

há muita verba para lixo, para meio ambiente e o Escritório da Cidade está atento para estes projetos.

Ao fim da entrevista, foi entregue ao político o folder explanatório sobre o reaproveitamento dos resíduos sólidos urbanos.

❖ **Entrevista com o Gestor C:**

O Gestor C respondeu prontamente às perguntas formuladas, conforme segue:

O que é feito em Santa Maria com os Resíduos Sólidos Urbanos atualmente?

O gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos domiciliares que está a cargo do poder público municipal tem muito a avançar ainda. Nós estamos dentro dos parâmetros de um contrato fechado na gestão anterior dia 03 de julho de 2008 e que, na nossa ótica carece de alguns aperfeiçoamentos. Este contrato entre a Prefeitura Municipal de Santa Maria e a prestadora de serviço que é a empresa PRT foi fechado pelo período de um ano, renovável por mais 48 meses. No dia 03 de julho de 2009 nós aditamos este contrato, mas ao invés de renovarmos por mais 48 meses, o Prefeito Municipal optou por renovar somente por mais 12 meses, ou seja, renovamos até 03 de julho de 2010, todavia, existe uma cláusula deste aditivo que diz que, a partir do sexto mês, ou seja, 03 de janeiro de 2010, a Prefeitura, se não estiver havendo uma coleta com qualidade técnica suficiente, a Prefeitura poderá reincidir este contrato sem ônus.

Temos que avançar, pois, por exemplo, o contrato prevê uma coleta seletiva extremamente precária em relação ao porte da cidade. É uma coleta seletiva agendada, que sabemos que não é o melhor o melhor sistema para cidade de grande porte. Em razão disto, também se implantou os ecopontos, inicialmente um plano piloto, com 15 ecopontos onde nós estamos testando a receptividade da população para com esta sistemática e havendo esta receptividade, ou seja, uma percepção positiva pela população, nós pretendemos ampliar o sistema de coleta seletiva por meio de ecopontos.

Os resíduos sólidos no município carecem de aperfeiçoamento. Nosso sistema não condiz com as modernas técnicas de gerenciamento. O sistema implantado atualmente na cidade não condiz com modernas técnicas. E isto porque o

contrato celebrado na gestão passada não contempla toda gama de técnicas que estão hoje à disposição para se fazer um gerenciamento ecologicamente correto.

Também não vou ser omissivo, pois houve avanços. Por muitos anos Santa Maria teve que conviver com o lixão da Caturrita, então houve avanços, mas não suficientes para uma cidade deste porte. Estou falando em termos de gerenciamento na disposição final do resíduo, mas também a nível de coleta.

Conhece se os RSU podem ser aproveitados para energia?

Sim.

Santa Maria possui perspectiva para uso dos RSU para energia?

Na realidade este é um debate junto ao Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente - Condema porque uma das premissas deste governo é valorizar o Condema consultando-o e respeitando-o em suas deliberações. Portanto, nenhuma das atitudes na área ambiental tem sido tomadas sem passar pelo privo do Condema. Esta questão não é diferente. Temos um debate junto com o Condema e trazendo para o debate a Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Inovação e Projetos Estratégicos com o Secretário Cesar Augusto Busatto, e isto em função da necessidade de captar investidores que queiram investir nesta área de energia por meio do lixo.

Se fosse gerada energia, para onde seria aplicada?

Depende. Se o investidor for o próprio município, podemos utilizar para venda na rede da Aes Sul, já que temos uma dívida com esta, mas isto em planejamento, nada definido. Se houver outro investidor então ele definirá o destino desta energia gerada.

Quais os projetos futuros em termos de RSU?

O aterro sanitário é um aterro privado e não do município, que pertence à empresa Revita, antiga Tecnoresíduos. E simplesmente é disposto o resíduo no local, quando poderia haver outras alternativas, por exemplo, compostagem, ou um sistema como São Paulo para captação de gás para energia e este tipo de debate que precisamos iniciar com a sociedade. Na forma em que está hoje de simplesmente dispor os resíduos no aterro é um desperdício que a realidade ambiental do nosso planeta não comporta mais.

Após a entrevista, foi entregue ao Gestor o folder explicativo sobre o aproveitamento energético dos resíduos sólidos.

❖ **Entrevista com o Gestor D:**

O referido Gestor respondeu prontamente aos questionamentos, conforme segue:

O que é feito em Santa Maria com os Resíduos Sólidos Urbanos atualmente?

Eu não estou acompanhando. Na minha visão particular deveria ser revisado o conceito geral de resíduos sólidos, separando na origem. Isso me parece que não é feito em Santa Maria. E para isso muda todo processo de coleta, toda parte seletiva. Teria que ser revisado no meu ponto de vista. São questões que já estão ocorrendo em outras cidades e que não vemos em Santa Maria.

E sua Secretaria tem contato com a Secretaria de Proteção Ambiental?

Em relação à resíduos sólidos, praticamente não há contato nenhum, a menos que um container coincida em uma posição dentro do sistema viário que possa afetar a circulação, aí entramos em contato. Porém, no restante não acompanhamos.

Conhece se os RSU podem ser aproveitados para energia?

Não é exatamente com o que trabalhamos, mas há exemplos de aterros de grande porte em que os resíduos sólidos produzem gases capazes de ser fonte de energia. Alguns exemplos na vida profissional já acompanhei. Antigas pedreiras que se transformaram em aterros e que conheci e tinham esta finalidade.

Santa Maria possui perspectiva para uso dos RSU para energia?

Acho que sim. Tem um fator geográfico importante. Ela isoladamente talvez não possua tanta importância, mas se considerar que ao redor temos muitos municípios, acho que mais de 40 municípios, então há potencialidade. Trabalhando em conjunto seria um trabalho completamente diferente do que está sendo realizado hoje.

Se fosse gerada energia, para onde seria aplicada?

Não sou expert no assunto, mas acho que energia é uma questão mundial. Tudo que produz energia é interessante. Onde aplicar não haveria falta de destino, o mundo luta para conseguir energia em todos os aspectos, assim, fatalmente teria um destino muito rápido.

Quais os projetos futuros em termos de RSU?

O problema do lixo é reduzir a quantidade, separar na origem, dando vários destinos já no início, na captação. Seria uma forma de diminuir a grande quantidade de volumes gerados. Outra questão é que estes resíduos podem retornar à sociedade e minimizar o consumo de energia para produzi-los novamente e reaproveitar materiais e isso é importantíssimo. Seria a forma mais racional para agir com o RSU. Acho que a curto prazo é impossível, mas deve haver uma política, um plano setorial bem definido com estratégias, metas a serem cumpridas. Aí é uma questão de planejamento da cidade que levarão à uma mudança. A médio e longo prazo se poderia alterar essa matriz que está aí. Não estou acompanhando se já vem sendo feito algo em Santa Maria.

No final da entrevista, fora entregue ao Gestor o folder que aborda exemplos de aproveitamento energético do lixo.

❖ Entrevista com o Gestor E:**O que é feito em Santa Maria com os Resíduos Sólidos Urbanos atualmente?**

Todo resíduo é coletado pela empresa PRT que, conforme o contrato assinado, deve levar estes resíduos até um aterro licenciado, sendo uma licença de operação emitida pela Fepam, dentro dos padrões de aterro sanitário. A empresa PRT presta serviços para o município de Santa Maria e dentro do seu contrato, uma cláusula específica que a PRT é responsável de dispor os resíduos em aterro sanitário. Então há um contrato firmado entre as duas partes (PRT e Revita) e os valores que a Revita cobra pelos seus serviços é cobrado da PRT e não do município. Então a PRT traz o resíduo para a Revita, que faz o tratamento desses resíduos. Porém, além de Santa Maria, outros municípios da região também possuem contrato com a Revita e dispõe seu lixo no local. São cidades como Cruz

Alta, Julio de Castilhos, São Pedro, Mata, Toropi, Jaguari, São Vicente e virá, São Sepé, São Borja, Lavras do Sul e toda a Quarta Colônia, sendo que, entre 65% e 70% das descargas do mês que o empreendimento recebe são de Santa Maria e o restante dos outros municípios, então é uma média de 180 a 200 toneladas diárias de lixo de Santa Maria e 115 a 120 toneladas diárias de outros municípios. Ainda não há uma composição gravimétrica, mas acredito que 50% seja de lixo orgânico, 29% a 33% reciclado e o restante é rejeito. Isto não significa que tudo não possa ser reciclado, mas o mercado não favorece o reaproveitamento. Por exemplo, o jornal não é triado porque é pago apenas R\$ 0,04 por quilo, o armazenamento dele é complicado e não consegue retorno financeiro.

O tratamento inclui a triagem, em uma unidade de triagem, onde os ex-catadores do antigo lixão foram contratados para este trabalho (cerca de 69 catadores atualmente), onde os resíduos passam por esteiras e é triado. A parte sólida do resíduo é comercializado (pet, plásticos, papelão, papel branco, são mais de vinte tipos de matérias que são triados, compactados e comercializados). O preço de comercialização de alguns materiais é de R\$ 0,17 por quilo e chegam a 1,80 por quilo, então usamos um preço médio é de R\$ 0,33 por quilo e produzimos cerca de 270 a 300 toneladas de lixo ao mês que é comercializado nesta categoria. Com isto, evita-se de ir para o aterro 11% de peso e entre 35 a 40% de volume (existe uma porcentagem em peso em volume, por exemplo, a Pet é muito volumosa mas possui um peso pequeno que é comercializado), o que aumenta a vida útil do aterro, quanto mais vida útil, mas área é ganha e menos área será impactada porque não precisarei comprar novas áreas. Então, esta é a importância da triagem, porque financeiramente ela não é atrativa. A parte de composto vai para uma unidade de compostagem que após 120 dias de maturação, transforma-se em composto orgânico que pode ser utilizado na agricultura, mas não temos comercializado. Atualmente não comercializamos porque não temos a autorização do Ministério da Agricultura, estamos fazendo a documentação para licenciar como adubo orgânico e como os trâmites demoram, então acredito que mais um ano para poder comercializar este composto. O restante vai para o aterro sanitário.

Conhece se os RSU podem ser aproveitados para energia?

Sim.

Santa Maria possui perspectiva para uso dos RSU para energia?

A empresa é pioneira na geração de energia através do resíduo sólido urbano. Conheci o aterro de Caieiras, em São Paulo, que recebe cerca de 8.000 toneladas de lixo por dia, é o quarto ou quinto maior aterro do mundo em capacidade e possui uma área de aproximadamente 1 hectare só para tratamento do biogás. Então, trata o biogás no aterro, gera energia e abastece o próprio empreendimento com energia, mas também já estão analisando o repasse para a rede pública porque a capacidade do aterro é para gerar energia para 200 a 300 mil habitantes, então abasteceria Santa Maria, mas é um aterro de grande porte, que recebe 8.000 toneladas de resíduos por dia, enquanto Santa Maria recebe isto ao mês. O aterro nada mais é que um local de armazenamento de lixo. Então pode acontecer daqui há alguns anos haver uma tecnologia e queimar este lixo para gerar energia, já que o aterro vai estar ali armazenando os resíduos. Na Alemanha eles já operam assim. Queimam e geram energia.

Se fosse gerada energia, para onde seria aplicada?

Acredito que há diversas aplicações e o mais importante é o abastecimento público. Gerar energia para a cidade, para grandes empresas, ou para o próprio abastecimento, fazendo ele ser sustentável.

Quais os projetos futuros em termos de RSU?

A empresa tem um padrão de operação que prioriza a segurança do estabelecimento e empreendimento, pensando em até pelo menos 60 anos após o fechamento do aterro. Em relação às questões técnicas, ela modificou muito o projeto. Um exemplo é a proteção do solo. A empresa anterior trabalhava com a manta de proteção de 1 milímetro, esta já dobrou e trabalha com 2 milímetros. Na questão tecnológica acredito que devemos partir para a captação do biogás e gerar energia ao menos para o próprio estabelecimento. Acredito que isto não se estenda muito, acredito que em dois anos no máximo estaremos trabalhando com geração de energia alternativa em Santa Maria. Também está sendo estudado atualmente uma máquina que evapora o chorume, que é o grande problema de um aterro, então esta máquina já existe, está trabalhando em São Leopoldo em uma matriz da empresa e deve vir pra cá. Ela funciona através do biogás, se abastece à gás, faz um processo que evapora o chorume, filtra os gases poluidores e faz a emissão do chorume para a atmosfera praticamente sem problema ambiental nenhum. O grande

problema é a emissão no corpo hídrico, que não deve ocorrer. O empreendimento possui um ciclo fechado, sendo recirculado no aterro, vai para lagoa de tratamento, bombeia-se para o aterro novamente, não existe a emissão de gases poluidores. Quando as lagoas estão cheias como agora, faz-se um complemento de tratamento com a Corsan. Um caminhão pipa capta este chorume e leva para Corsan que conclui o tratamento. Com o biogás é feito somente a queima, sendo transformado de metano para carbono através dessa queima, onde foi instalado queimadores em cada ponto de drenagem de gás. Possuímos mais de 30 queimadores de biogás, sendo que ficam acessos e freqüentemente ficam transformando metano em carbono.

Com a conclusão da entrevista, o engenheiro ambiental recebeu o folder (Figura 53) que alerta sobre as possibilidades de aproveitamento energético por meio de resíduos sólidos urbanos.

❖ **Entrevista com o Gestor F:**

O Gestor respondeu cordialmente à solicitação de entrevista.

O que é feito em Santa Maria com os Resíduos Sólidos Urbanos atualmente?

Há uma empresa terceirizada que faz a coleta do lixo, não há coleta seletiva do lixo. A empresa que recolhe o lixo possui uma unidade de separação, mas, é um processo onde uma esteira percorre a unidade com lixo orgânico e reciclado. Isto iniciou há dois anos atrás com a instalação do aterro sanitário. Anteriormente havia o lixão da Caturrita que representa um grande passivo ambiental e está sob responsabilidade da Prefeitura a resolução deste problema.

Conhece se os RSU podem ser aproveitados para energia?

Sim. Estamos com um novo projeto para a cidade, em que parte será financiado pelo Banco Mundial e deve entrar em vigor em 2010 e que nosso objetivo é resíduo zero através de empreendedores ambientais (não chamaremos mais catadores ou selecionadores). É um sistema de coleta orgânica e inorgânica e que o inorgânico será em um só recipiente, não será separado e irá para associações de empreendedores ambientais (pretende-se criar várias associações, mas a princípio será com base em duas associações já existentes, como um plano piloto) onde será

feita a separação e a transformação deste material visando, através de novos produtos, o retorno à cadeia produtiva da cidade. Em relação ao orgânico, continua sendo enviado ao aterro sanitário, que é muito bom, está tudo dentro da lei. Quanto ao aproveitamento, sairia da minha atuação, mas há projetos de aproveitamento de restos de restaurantes para fazer alimentação de animais, por exemplo.

Santa Maria possui perspectiva para uso dos RSU para energia?

Não se sabe nada sobre o lixo de Santa Maria. Tanto que o primeiro passo que faremos é um diagnóstico. Será contratada uma empresa, via Banco Mundial, para fazer o diagnóstico do lixo inorgânico (quantidade, aproveitamento) gerado em Santa Maria e após isto serão analisadas quais as transformações. Imagina-se que poderá ser usado o resíduo da construção civil para a própria construção civil, embalagens de leite para fazer telha, pet para fazer vassouras e até mesmo casado de nylon. Mas primeiro teremos que saber qual a demanda deste produto para depois definirmos.

Temos alguns empecilhos técnicos porque temos um contrato com a empresa que recolhe o lixo, sendo que recolhe todo o lixo, ele não é separado. Então não conseguimos fazer um lixo seletivo agora em razão deste contrato. Então isso terá que ser resolvido juridicamente. Estes ecopontos são um Termo de Ajustamento de Conduta – TAC com esta empresa que faz o recolhimento do lixo. Estes containeres espalhados pela cidade, na minha percepção, não funcionam. Esta separação in loco do lixo inorgânico com plásticos, vidros, encarece muito o recolhimento. É melhor recolher todo lixo inorgânico em um único recipiente e em um local adequado fazer a separação.

Se fosse gerada energia, para onde seria aplicada?

Eu não sei se seria viável fazer o aproveitamento de energia no antigo lixão. É um problema imenso. Está gerando bastante metano, bastante chorume e há a nascente do arroio Ferreira e este chorume continua sendo despejado.

Não sei como seria a distribuição, mas poderia ser para residências, inclusive próximos ao local, já que é uma área de interesse social. A zona oeste é uma área com residências populares.

Quais os projetos futuros em termos de RSU?

Em relação ao lixo inorgânico, este projeto já citado com o Banco Mundial, de resíduo zero. Para os orgânicos, isto foge da minha alçada.

Após a entrevista, o Secretário recebeu o folder (Figura 54) desenvolvido pela orientanda e a orientadora deste trabalho, visando fornecer informações sobre a possibilidade de aproveitamento do lixo urbano.

❖ Entrevista com o Gestor G:

O Gestor atendeu prontamente aos questionamentos e demonstrou conhecimento na área.

O que é feito em Santa Maria com os Resíduos Sólidos Urbanos atualmente?

O lixo que é recolhido por uma empresa terceirizada, é levado para um local de aterro e esta mesma empresa faz uma seleção do lixo reciclável, que acaba sendo vendido para empresas que o processam, transformando em novos produtos. Mas achamos que este modelo é insuficiente, e que precisamos aperfeiçoá-lo. Inclusive há uma discussão com o Banco Mundial, sendo um financiamento para o desenvolvimento da cidade que inclui uma melhoria nesta economia social do lixo que ainda não está organizada na cidade.

Conhece se os RSU podem ser aproveitados para energia?

Sim e isto já vem sendo feito internacionalmente.

Santa Maria possui perspectiva para uso dos RSU para energia?

Possui. Em relação ao resíduo orgânico, há a possibilidade já discutida internacionalmente, tendo tecnologias consagradas, trazendo investidores para a cidade que possam se interessar em transformar este resíduo orgânico em energia. Esta é uma solução muito utilizada em países desenvolvidos e no Brasil ainda é uma solução inédita. Nós queremos continuar estas negociações com investidores que possuem este interesse e isto está diretamente relacionado com um dos eixos da nossa administração que é tornar a cidade referência em energia limpa. Transformarmos este lixo que hoje é depositado no aterro em energia com uma tecnologia consagrada internacionalmente que assegura que não haverá nenhum resíduo poluidor desta produção de energia é mais um passo que estaremos dando

na direção de fazer de Santa Maria uma referência como cidade que investe em energia limpa e contribui com a redução do gás carbônico e, portanto, com o efeito estufa.

Se fosse gerada energia, para onde seria aplicada?

Isto já possui uma normatização federal. Se vier uma empresa investidora produzir energia a partir do lixo orgânico, provavelmente ela terá que vender esta energia para o sistema elétrico nacional, o sistema de produção e distribuição de energia coordenado nacionalmente pela Eletrobrás. Poderá, eventualmente, fazer parcerias, estabelecer parcerias com consumidores locais (empresas, poder público) mas isto autorizado pela organização nacional do sistema, pela Eletrobrás.

Quais os projetos futuros em termos de RSU?

Na Secretaria nós temos um projeto chamado Carbono Zero que tem esta finalidade, de nós reduzirmos a produção de gás carbônico da cidade, contribuindo com a diminuição do aquecimento global e além de tudo, conseguirmos obter recursos da venda desta redução de carbono neste mercado que existe hoje no Brasil e em todo mundo e que estimula as organizações, as cidades, os países, a reduzir o aquecimento global. Então, este projeto propõe-se a analisar todas as formas possíveis da cidade reduzir a produção de gás carbônico. Uma delas é a produção de energia por meio do lixo, outra área é a energia solar para iluminação pública, outra é a eólica, sendo que há um alibi muito propício para acionar grandes cata-ventos produtores de energia eólica, outra área é o estímulo à empresa Recóleo, a recolher o óleo utilizado nas cozinhas, em restaurantes, casas, e transformá-lo em bicomcombustível, estes são alguns exemplos. Enfim, é um conjunto de iniciativas para fazer de Santa Maria uma cidade produtora de energia limpa, que reduz a produção de gás carbônico e reduz o aquecimento global. Em relação aos grandes investimentos, estamos negociando com empresas chinesas a possibilidade de vir para Santa Maria uma fábrica de motos e carros elétricos, vindo nesta direção de contribuir para a redução do gás carbônico e redução do efeito estufa e estando voltados à fazer de Santa Maria uma cidade verde.

Então defino três linhas de trabalho: primeiro, o resíduo orgânico por meio de um investidor que transforme em energia; segundo, pretendemos aperfeiçoar o sistema de triagem e seleção do lixo seco de tal maneira a este lixo ser utilizado para abastecer a nossa economia social do lixo (trabalhadores que trabalham com isto,

vendem este material e obtêm renda por meio deste trabalho) então pretendemos negociar esta relação com a PRT, que hoje faz esta seleção e venda. Por outro lado, trabalhamos com a idéia de desenvolver na cidade um programa muito intenso de educação ambiental, de tal maneira) para que aumentemos o lixo seco de qualidade e gerar mais matéria-prima para abastecer estes trabalhadores do lixo que obtêm rendimento com isto e garantem o abastecimento de suas famílias.

Após a conclusão da entrevista, o Gestor recebeu o folder sobre as possibilidades de aproveitamento energético do lixo.

❖ **Entrevista com o Gestor H:**

O que é feito em Santa Maria com os Resíduos Sólidos Urbanos atualmente?

A gestão ambiental é responsabilidade de outra Secretaria, mas, pelo que eu conheço, são recolhidos por containeres em alguns lugares, outros pelo método tradicional do caminhão de lixo passando em residências em horários estipulados e são levados para um aterro sanitário de uma empresa terceirizada. O que acontece no aterro com o orgânico e inorgânico eu não tenho conhecimento. Não conheço se há algum tratamento.

Conhece se os RSU podem ser aproveitados para energia?

Temos ouvido falar de várias alternativas. Primeiro sobre a separação do lixo. É importante que separemos em nossas residências o que pode ser aproveitado. É fundamental que haja consciência já na separação, para que depois o lixo orgânico doméstico tenha efeito no tratamento. Sabemos do aproveitamento para energia, mas não aprofundado. No Canadá parece haver alguns estudos e uma empresa já veio ao Brasil tentar vender esta tecnologia, já que o lixo orgânico pode gerar energia mas meu conhecimento é restrito.

Santa Maria possui perspectiva para uso dos RSU para energia?

Acho que sim. Acho que toda consciência a respeito do lixo depende primeiro da conscientização da população. Deve-se haver primeiro um estudo de como chegaremos nas pessoas para que a separação seja feita, depois o caminhão do lixo orgânico no sentido de gerar energia, depois o aproveitamento do lixo seco para

reciclagem. Vejo isto como uma tendência natural das coisas que a energia gerada pelo lixo seja aproveitada. Acho bem possível.

Se fosse gerada energia, para onde seria aplicada?

Acho que para qualquer um, não há distinção de população para utilizar a energia. Se for mais fácil a adaptação para indústria, então para indústria, ou se houver possibilidade de colocar na rede de energia, então não vejo distinção, uma vez gerada esta energia pode ser para qualquer atividade.

Quais os projetos futuros em termos de RSU?

Sei que Secretaria de Proteção Ambiental está fazendo estudos para usarmos a reciclagem ou questão de energia. Sei que há trabalho para melhorar coleta ou destino. Acho que ainda está em fase de estudo, então não tenho conhecimento aprofundado neste assunto.

O Gestor recebeu, após os questionamentos, o folder sobre aproveitamento de RSU para energia.

O responsável por um dos locais procurados para o levantamento de informações não foi localizado, e o vice-presidente não concedeu entrevista e solicitou à uma funcionária para responder ao questionário.

❖ **Entrevista com o Gestor I:**

O que é feito em Santa Maria com os Resíduos Sólidos Urbanos atualmente?

O Escritório não participa destas questões referentes aos resíduos sólidos urbanos. O que sabemos é que o lixo é recolhido e não existe ainda um processo de separação dos resíduos, então são colocados nas lixeiras ou containeres e são misturados. O caminhão passa, recolhe e leva para o aterro sanitário, que fica na zona oeste da cidade, no antigo lixão. Faz quase dois anos que foi escolhido um perímetro da cidade para colocar estes containeres verdes para fazer um projeto piloto para ver se a população aceitaria este novo processo ou se não aceitaria, então está em teste estes containeres. Mas não sei te informar o que está sendo planejado a respeito. O que entendemos é que deve haver um processo de informação para a comunidade sobre a separação destes resíduos que podem ser

reaproveitados, para que possam ser separados, não precisando ir para o aterro sanitário.

Conhece se os RSU podem ser aproveitados para energia?

Conheço várias formas de aproveitamento, mas não sei o que a Prefeitura, ou a Secretaria de Proteção Ambiental está planejando em processos desta natureza.

Santa Maria possui perspectiva para uso dos RSU para energia?

Não sei se há disposição ou infra-estrutura para isto. O Escritório da Cidade até pode colaborar, mas não está pronto para isto, pois faltam pessoas que possam contribuir na questão de resíduos sólidos.

Se fosse gerada energia, para onde seria aplicada?

Não sei informar.

Quais os projetos futuros em termos de RSU?

Depende da Secretaria de Proteção Ambiental que está mais ligada à isto.

O gestor I recebeu o folder explicativo alertando sobre as possibilidades de aproveitamento energético do lixo.

14. CONCLUSÃO

Não há uma gestão eficiente de resíduos sólidos urbanos no município de Santa Maria - RS. Os RSU dispostos em containeres espalhados em alguns pontos da cidade não possuem separação entre o material orgânico e inorgânico. Sendo assim, todo lixo é depositado em um único recipiente, sendo recolhido pelos caminhões coletores que fazem o transporte até a Central de Tratamento e, neste processo, são compactados, misturando todos os resíduos previamente separados pelos moradores em sacos distintos. Isto denota a grande ineficiência do serviço na cidade, pois mesmo diante da separação de RSU, o próprio sistema municipal não apresenta alternativas para reaproveitamento e finaliza por misturar os resíduos durante o trajeto até o destino final. Ao chegar à Central de Tratamento de Resíduos da Caturrita – CTRC há uma triagem, onde é feita uma breve separação entre os potencialmente recicláveis.

A triagem que ocorre na CTRC não é eficiente e a empresa responsável envia grande quantidade de material inorgânico para o aterro sanitário, alguns devido ao baixo valor de mercado, inviabilizando a venda destes materiais.

O fato do município de Santa Maria não dispor de uma política de reciclagem de materiais clara, eficiente e abrangente também contribui para um contexto com prejuízos ao meio ambiente. A reciclagem de materiais apenas ocorre se o morador se desloca até a Prefeitura Municipal e solicita diante de cadastro que o município realize a coleta seletiva em seu domicílio. Muitos moradores não possuem ciência deste procedimento e acreditam não haver coleta seletiva em Santa Maria. Outros não se dispõem a estes processos burocráticos e não realizam a separação. Caso o governo municipal direcionasse esforços para este fim, a separação de resíduos inorgânicos poderia ser mais significativa. O município está com um projeto intitulado ecopontos, onde foram implantadas lixeiras seletivas em pontos estratégicos da cidade para perceber a aceitação e viabilidade desta proposta.

O aterro sanitário não se configura como uma alternativa ambientalmente correta para a disposição final de resíduos, pois não pode ser considerado como uma estratégia condizente com as preocupações ambientais atuais. A orientação do

uso dos RSU para geração de energia reduz os impactos ambientais provenientes da atividade e corrobora com a demanda crescente por energia elétrica no país, já que a energia é imprescindível e implica repercussões econômicas e produtivas, sendo, portanto, um fator estratégico e que deve ser elencada como uma das prioridades do governo.

O uso do biogás, a possibilidade de aproveitamento do metano que impossibilita que o mesmo seja jogado na atmosfera e a obtenção de créditos de carbono são alguns dos pontos de destaque no estudo do aproveitamento energético do biogás.

O descarte do lixo urbano sempre fora considerado um grande problema que pode abranger riscos à saúde até danos ambientais. Uma grande dificuldade é a falta de disseminação de informação técnica para que os gestores possam buscar alternativas compatíveis com a realidade de seus municípios. No atual contexto, o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos ainda é considerado pelas administrações públicas como uma despesa e não considerado como um potencial gerador de receita. O ônus ao meio ambiente é elevado e falta aos gestores municipais uma percepção mais adequada sobre o processo a que o lixo do município está submetido, além da falta de engajamento para uma política ambiental eficiente. Foi verificado um grande descompasso de informações entre as Secretarias Municipais. Apesar do lixo ser um tema cotidiano e que está diretamente relacionado à toda a gestão pública, não foi percebido um gerenciamento integrado na gestão de RSU. Algumas autoridades municipais não possuem conhecimento básico sobre ao que estão submetidos os resíduos sólidos do município.

Apesar da consciência da importância de um destino e aproveitamento adequado dos RSU, não há ações específicas para estes fins.

Os gestores entrevistados demonstraram interesse no uso de RSU para energia, todavia, a falta de ações concretas na área salienta que o lixo urbano não é uma prioridade para a gestão pública do município de Santa Maria.

A última pergunta feita aos entrevistados acerca de projetos futuros em termos de resíduos sólidos urbanos não consideraram a participação da população e a educação ambiental.

Concretizar mudanças sem a colaboração da sociedade e sem a percepção da necessidade de novos comportamentos significa resultados fracassados.

Os RSU estão diretamente relacionados com a população, pois é ela sua produtora e é ela também que poderá modificar seu padrão de consumo, colaborar com a reciclagem, disseminar a consciência por meio da educação ambiental e reivindicar soluções dos agentes públicos.

Deste modo, ao realizar os questionamentos acerca do lixo urbano os objetivos foram, além de analisar suas percepções sobre o tema, também instigar o debate na gestão pública e despertar o interesse na resolução do problema dos resíduos sólidos de Santa Maria e assim, contribuir com um meio ambiente sustentável e com a educação ambiental da sociedade.

Ademais, ao final da entrevista fora entregue o folder explanatório que indica possibilidades de aproveitamento energético do lixo. Disseminar estas informações aos gestores após levantar questionamentos sobre os RSU e sensibilizá-los teve o propósito de despertar nos agentes responsáveis pela administração do município a importância da educação ambiental na própria estrutura gerencial da cidade para que, a partir da consciência na própria administração, possam-se expandir os preceitos de sustentabilidade, educação ambiental, energia limpa e cidadania.

A educação ambiental visa preparar o indivíduo e a coletividade para se integrarem com o meio através da conscientização e aquisição de novo comportamento. Deverão ser formados novos hábitos, atitudes e neste sentido a educação ambiental deve ser responsabilidade de todos – governos e sociedade em sua amplitude.

Para criar um desenvolvimento sustentável há necessidade de valorização dos recursos naturais, tendo como eixo central o homem e a racionalidade ambiental. Este novo estilo deve conter uma nova forma de encarar a educação, tanto no aspecto formal como não-formal, visando novas formas de relação entre os homens entre si e deles com a natureza. Para tanto, a educação ambiental deve estar alicerçada em princípios fundamentais de participação, cidadania, autonomia, responsabilidade, consciência, preservação, recuperação do meio ambiente, portanto, aspectos políticos, culturais, éticos, físicos, socioeconômicos, químicos e biológicos. Em todo mundo tem-se verificado que as questões ambientais estão vinculadas ao processo educativo, pois, a educação enquanto prática social é um espaço onde se descobre e modificam gestos, ações, concepções.

A educação ambiental propõe um processo de transformação de práticas cotidianas na medida em que o cidadão adquire consciência da importância da

preservação ambiental e de sua participação. E esta mudança ainda não é observada nos próprios gestores do município, responsáveis pela difusão da educação ambiental na cidade e pela condução de políticas, estratégias e prioridades municipais.

Remeter os gestores públicos à reflexão através de questionamentos sobre o contexto atual, perspectiva futura e apresentar possibilidade de aproveitamento do resíduo sólido urbano para geração de oportunidades, por meio de energia, salienta a imprescindibilidade da educação ambiental de estar presente, antemão, na própria administração pública. Educar ambientalmente a sociedade sem possuir consciência e ter interiorizado nos próprios gestores municipais, responsáveis pela condução do município, a importância de um comportamento condizente com as práticas de desenvolvimento sustentável, significa abstrair de si a responsabilidade e repassar aos munícipes uma percepção e educação ambiental não condizente com as atitudes da gestão pública.

15. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENDA 21. **Conferência da Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUD)**. São Paulo, SP, 1997.

AGÊNCIA DE COMUNICAÇÃO DA UFSC – **AGECOM**. Aterros sanitários de Içara, Biguaçu e Itajaí têm potencial para gerar energia para mais de 17 mil residências. Disponível em: <http://www.agecom.ufsc.br/index.php?secao=arg&id=10031> Acesso em 05 de outubro de 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Atlas de energia elétrica no Brasil**. 2ª. Edição. Brasília: ANEEL, 2005.

_____. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3ª. Edição. Brasília: ANEEL, 2008.

AISEE, M. M; OBLADEN, N. L.; SANTOS, A. S. **Aproveitamento dos resíduos sólidos urbanos**. Curitiba, CNPQ/ITA/IPPUC/UCP, 1982, 108 p.

AMARAL, L. M. B. **Sistematização e análise dos conceitos de educação ambiental nas perspectivas governamental e não governamental**. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.

ANDRADE, M. de. **Introdução à metodologia do trabalho científico**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1999. 153 p.

APÓS 26 anos, lixão dá adeus. **Jornal Diário de Santa Maria**. Santa Maria, 19/03/2008a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA GEOTÉCNICA – ABMS. **Resumo das notícias veiculadas na internet em 31/01/2008**. Disponível em: <http://www.abms.com.br/novo/integra.aspx?id=157> Acesso em 23 de setembro de 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 1004**: resíduos sólidos. 2.ed. : [S.1. : s.n.], 2004. 71p.

BAIRD, C. **Química Ambiental**, Editora Bookman, 2002. p. 196-242.

BANCO MUNDIAL. World development report: Investing in health. New York. Oxford University Press, 1993.

BELLEN, H. M. V. **Desenvolvimento sustentável**: uma descrição as principais ferramentas de avaliação. Ambiente & Sociedade – Vol. VII nº. 1 jan./jun. 2004.

BERMANN, Célio. **Impasses e controvérsias da hidreletricidade**. Estudos avançados. Vol.21, no.59, p.139-153. jan./abr. 2007.

BIDONE, F. R. A. Uso da vermicompostagem no tratamento de percolato/lixiviado de aterro sanitário. In: BIDONE, F. R. A. (org.). **Metodologias e Técnicas de Minimização**, 1a ed. Rio de Janeiro: ABES, p.44 - 49. 1999

BORN, R. H. **Grandes desafios para a gestão ambiental**. Boletim Fundação Vanzolini: São Paulo, ano 9 (mar./abr.), n. 42, p. 5, 2000.

BOTEGA, Denise Paula. **Proposta de Gestão de Resíduos Sólidos no Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria**. Santa Maria, 2004. Dissertação de Mestrado. Engenharia de Produção - Universidade Federal de Santa Maria.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm Acesso em 09 de outubro de 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente/Ministério da Educação. Declaração de Brasília para a educação ambiental. **Anais**. I Conferencia Nacional de Educação Ambiental. Brasília, 1997.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Cidades sustentáveis**: subsídios à elaboração da Agenda 21 brasileira. Brasília: MMA, 2000.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Fundo faz swap de crédito de carbono**. Disponível em: <http://clippingmp.planejamento.gov.br/cadastros/noticias/2009/5/28/fundo-faz-swap-de-credito-de-carbono> Acesso em 04 de outubro de 2009.

BRASIL. **Projeto de lei**. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/sileg/integras/501911.pdf>
Acesso em 15 de outubro de 2009.

BRASIL. **Programa Nacional de Educação Ambiental** – ProNEA. Ministério do Meio Ambiente. Ministério da Educação. 3^o Ed. Brasília, 2005. 102 p.

BUARQUE, Sérgio C. **Construindo o desenvolvimento local sustentável: metodologia de planejamento**. Garamond; Rio de Janeiro, 4^o ed, 2002.

CARVALHO, I. A. **Eco-democracia**. IBASE, Políticas Governamentais, n. 69, maio/junho de 1991.

CASSINI, Sérgio Túlio (coord.) **Digestão de resíduos orgânicos e aproveitamento do biogás**. Rio de Janeiro: Abes, Rima. 2003.

CASTRO, E. M. N. V. Diálogo com a vida: uma educação consciente. In: **Meio ambiente e educação**. Educação em diálogo. Volume III. Gryphus: Rio de Janeiro, 1999.

CAVINATTO, V. M. & RODRIGUES, F. L. **Lixo de onde vem? Para onde vai?** São Paulo: Hermes. Coleção Desafios, 1997.

CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM BIOMASSA – CENBIO. **Cenbio estuda vantagens econômicas e ambientais de aproveitamento de biogás em aterro**. Disponível em: <http://www4.usp.br/index.php/meio-ambiente/16055-cenbio-estuda-vantagens-economicas-e-ambientais-de-aproveitamento-de-biogas-em-aterro->
Acesso em 04 de novembro de 2009.

CLEMENTINO, L. D. A Conservação de energia por meio da co-geração de energia elétrica. São Paulo: Érica, 2001.

COLETA por contêiner é aprovada. **A Razão**. Edição de 02 de outubro de 2009. <http://www.scribd.com/doc/20521752/021009>

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991. 430 p.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM – CEMPRE. **O Brasil no panorama internacional da reciclagem.** Disponível em: http://www.cempre.org.br/cempre_informa.php?lnk=ci_2007-0304_cenarios.php
Acesso em: 21 de maio de 2007.

COSTA, M. C. V. **Pesquisa-ação e hermenêutica:** interpretando a tradição em educação popular. Porto Alegre: Educação e Realidade, 2 ed., p. 35-46, 1994.

DESACHY, Chnstian. **Les déchets:** sensibilisation à une gestion écologique. Paris: Tecimique e Documentation, 1996.

DIAS, G. F. D. **Educação ambiental:** princípios e prática. São Paulo: Gaia, 1992.

_____. **Educação ambiental:** princípios e práticas. 9ª. Ed. São Paulo: Gaia, 2004.

EMISSÃO de CO₂ pode triplicar no país até 2017. **Valor Econômico.** Disponível em: http://www.ces.fgvsp.br/index_cfm?fuseaction=noticia&IDnoticia=139650&IDidioma=1
Acesso em 06 de fevereiro de 2009.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Balanco Energético Nacional 2008:** Ano base 2007 / Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro: EPE, 2008a.

_____. **Estudos do plano decenal de expansão de energia.** Estudos do plano decenal de expansão de energia - PDE 2008/2017: estudos socioambientais - critérios e procedimentos para análise socioambiental do sistema elétrico. MME/SPE, 2008b.

_____. **Avaliação preliminar do aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos de Campo Grande,** MS. Série Recursos Energéticos. Nota técnica DEN 06/08. Rio de Janeiro, novembro de 2008c.

_____. **Plano Nacional de Energia 2030.** Rio de Janeiro: EPE, 2007.

_____. **Balanco Energético Nacional 2009 –** Ano base 2008: Resultados Preliminares. Rio de Janeiro: EPE, 2009.

ETGES, V. E. A sustentabilidade da agricultura intensiva na pequena propriedade rural. In: NOAL, Fernando de Oliveira (org.) **Tendências da educação ambiental brasileira**. EDUNISC, Santa Cruz do Sul, 1998.

FERNANDES, Marlene. **Coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos**: um estudo da gestão dos programas de Florianópolis/SC, Belo Horizonte/MG e Londrina/PR. IV Simpósio de Excelência em Gestão de Tecnologia. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em:

http://www.aedb.br/seget/artigos07/1434_ARTIGO%20DA%20DISSERTACAO.pdf

Acesso em 13 de janeiro de 2009.

FIGUEIREDO, Natalie Jimenez Vérdi de. **Utilização do biogás de aterro sanitário para geração de energia elétrica e iluminação a gás – estudo de caso**. Universidade Presbiteriana Mackenzie. Escola de Engenharia Mecânica. São Paulo, 2007. Disponível em: cenbio.iee.usp.br/download/publicacoes/Natalie.pdf

FREITAS, M. A. V. et. al. Gestão da energia e dos recursos hídricos: uma visão socioambiental e interdisciplinar. In: RODRIGUES, S. C. C.; SANTANA, V. N.; BERNABÉ, V. L. (Org.) **Educação, ambiente e sociedade**: novas idéias e práticas em debate. Vitória: Companhia Siderúrgica de Tubarão – CST, 2007. 368 p.

GADOTTI, M. **A educação contra a educação**. 4ª Ed. Vozes: Rio de Janeiro, 1987.

_____. **Pedagogia da terra**. Série Brasil Cidadão. São Paulo: Petrópolis, 2000.

GASPARINI, A.R. Educação ambiental: uma pesquisa, uma reflexão e uma grande discussão. In: RODRIGUES, S. C. C.; SANTANA, V. N.; BERNABÉ, V. L. (Org.) **Educação, ambiente e sociedade**: novas idéias e práticas em debate. Vitória: Companhia Siderúrgica de Tubarão – CST, 2007. 368 p.

GOLÇALVES, Andriani Tavares Tenório. **Potencialidade energética dos resíduos sólidos domiciliares e comerciais do município de Itajubá – MG**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Energia. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, 2007.

GOLDEMBERG, José. **Energia e desenvolvimento**. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40141998000200002&script=sci_arttext&tlng=en Acesso em: 05 de outubro de 2009.

GOLDENFUM, J. A. **Matéria da aula 3**. Disponível em: http://galileu.iph.ufrgs.br/joel/IPH014/IPH_01_014-Aula_3.pdf Acesso em 04 de dezembro de 2009.

HENRIQUES, Rachel Martins. **Aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos: uma abordagem tecnológica**. Dissertação: (Mestrado em Planejamento Estratégico). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/rachelh.pdf Acesso em 19 de maio de 2007.

IBGE, **Contagem da população**. IBGE; Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/contagem.pdf>

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL – IBAM. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

_____. **Gestão integrada de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Atlas do Censo Demográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000a.

_____. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2000)**. Disponível em: www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/lixo_coletado/defaultlixo.shtm Acesso em 27 de maio de 2007.

_____. **Resultados da Amostra do Censo Demográfico 2000** - Malha municipal digital do Brasil: situação em 2001. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) – **Climate Change 2007: The Physical Sciences Basis**. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA, 2007.

_____. **Greenhouse gas inventory reference Manual**, revised — chapter 6 — Waste, 1996.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA. **Appendix waste incineration**. Renewables in Power Generation: Towards a Better Environment, 1997.

ISAIA, E. B. I. et. al, **Reflexões e práticas para desenvolver a educação ambiental na escola**. Santa Maria: IBAMA, 2000.

ISAIA, E. B. I; ISAIA, T. & ROTH, B. W. **Destinação final dos resíduos sólidos urbanos**. Ciência e Ambiente. V. 1, nº. 18, p. 25-40, 1999.

KAPAZ, E. **Relatório preliminar da política nacional de resíduos sólidos**. (institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelece diretrizes e normas para o gerenciamento dos diferentes tipos de resíduos sólidos, acrescenta artigo à lei n 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências). Trabalho apresentado em palestra na Câmara dos Deputados. Brasília. 9 ago. 2001.

KIEHL, E. J. & PORTA, A. **Análise de lixo e composto**. Piracicaba, UNESP, 1980, 55 p.

KUMAR, S. **Technology options for municipal solid waste-to-energy project**. TIMES (TERI Information Monitor on Environmental Science). Volume 5, n. 1, p. 1-11, 2000.

LAYRARGUES, P. P. Educação no processo da gestão ambiental: criando vontades políticas, promovendo a mudança. In: ZAKRZEVSKI, S.B.B.; VALDUGA, A.T.; DEVILLA, I.A. (Orgs.) **Anais** do I Simpósio Sul-Brasileiro de Educação Ambiental. Erechim: EdiFAPES, 2002. p. 127-144.

_____. O cinismo da reciclagem: o significado ideológico da reciclagem da lata de alumínio e suas implicações para a educação ambiental. In: LOUREIRO, F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. (orgs.). **Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania**. São Paulo: Cortez, 3 ed, 2005.

LEFF, E. Educação ambiental e desenvolvimento sustentável. In: REIGOTA, M. (org.). **Verde Cotidiano em discussão**. Dpea Editora, 1999.

LIMA, L. M. Q. **Tratamento e biorremediação**. São Paulo: Hemus, 3 ed.,1995.

LOPES, L. **Gestão e gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos: alternativas para pequenos municípios**. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

LOUREIRO, C. F. B. Teoria social e questão ambiental: pressupostos para uma práxis crítica em Educação Ambiental. *In*: LOUREIRO, C. F. B., LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. (orgs.). **Sociedade e meio ambiente**: a educação ambiental em debate. São Paulo: Cortez, 2000.

_____. Educação ambiental e movimentos sociais na construção da cidadania ecológica e planetária. *In*: LOUREIRO, F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. (orgs.). **Educação ambiental**: repensando o espaço da cidadania. São Paulo: Cortez, 3 ed, 2005.

MASUR, G. L. & MONTEIRO, J. H.. R. P. **O que é preciso saber sobre limpeza urbana**. Rio de Janeiro: IBAM/CPM, 1993.

MILANEZ, B. **Resíduos sólidos e sustentabilidade**: princípios, indicadores e instrumentos de ação. (Dissertação de mestrado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. Universidade Federal de São Carlos. 2002.

MIRÉA, Tais. Schirmer deve perder outro secretário até fevereiro. **Jornal A Razão**. 8 de janeiro de 2010a.

MIRÉA, Tais; MINUSSI, Fabrício. PRT perde contrato de coleta de lixo. **Jornal A Razão** de 02/02/2010.

MORAIS, E. C. A construção do conhecimento integrado diante do desafio ambiental: uma estratégia educacional. *In*: NOAL, Fernando de Oliveira (org.). **Tendências da educação ambiental brasileira**. EDUNISC, Santa Cruz do Sul, 1998.

MORIN, E. **O método 3**: o conhecimento do conhecimento. Porto Alegre: Juliana, 1999.

MORRIS, M. W., L. **Energy Recoverrv from solid waste fuel using advanced gasification technology**. International Conference on Incineration and Thermal Treatment Technologies, Orlando, Florida/EUA, University of California, 1999.

MÜLLER, Jackson. **Educação Ambiental**: diretrizes para a prática pedagógica. Porto Alegre: Famurgs, 1999. 146 p.

MUYLAERT, M. 5., (coord.) AMBRAM, R.; CAMPOS, C.P.; MONTEZ, EM.; OLIVEIRA, L.B.; PEREIRA,A.S.; REIS, MM. **Consumo de Energia e Aquecimento do Planeta** - Análise do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL - do Protocolo de Quioto - Estudos de Caso. Rio de Janeiro, Editora da COPPE, 2000.

NASCIMENTO, Luiz Carlos de Abreu; ALMEIDA FILHO, Nefitaly Batista de e ZAKON ,Abraham. **Cinzas da incineração de lixo**: matéria-prima para cerâmicas. *Ciência Hoje*, maio de 2000. Disponível em: <http://www.eq.ufrj.br/docentes/zakon/cinzas.pdf> Acesso em 05 de janeiro de 2009.

NATURE. **Prices plummet on carbon market**. Disponível em: <http://www.nature.com/news/2009/090120/full/457365a/box/1.html> Acesso em: 10 de setembro de 2009.

NOAL, F. O.; REIGOTA, M.; BARCELOS, V. M. L. **Tendências da educação ambiental brasileira**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2º ed., 2000.

NOGUERA, J. O. C. **Modelo de gestão ecológica para resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte no estado do Rio Grande do Sul**. Tese (Pós-Graduação em Engenharia da Produção). Florianópolis, 2000.

NUNESMAIA, M. F. **A gestão de resíduos urbanos e suas limitações**. TECBAHIA Revista Baiana de Tecnologia. vol. 17, n 1, p.120-129. Camaçari. Jan/Abr. 2002.

_____. **Gestion de déchets urbains socialement intégrée**: le cas Brésil. (Tese de doutorado) - Université Cergy-Pontoise, França, 2001. 279 p.

OLIVEIRA, L. B, HENRIQUES, R. M.; COSTA, A. O. **Geração de Energia com Resíduos Sólidos Urbanos**: Análise Custo Benefício. In: V Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica - ECOECO, 2003, Caxias do Sul. Anais do V Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica - ECOECO, 2003.

OLIVEIRA, L. B. A energia do lixo no Brasil: barata, limpa, empregatícia, representativa, confiável e imediata. **Anais** do XI Congresso Brasileiro de Energia. Rio de Janeiro, 2006.

_____. **Potencial de aproveitamento energético de lixo e de biodiesel de insumos residuais no Brasil**. (Tese de doutorado em Planejamento Estratégico). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004.

_____. **Aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos e abatimento de emissões de gases do efeito estufa**. (Dissertação de mestrado em Planejamento Estratégico). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/lboliveira1.pdf> Acesso em 26 de maio de 2007.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. **Relatório Brundtland, Nosso Futuro Comum**. Documento A/42/427 da Assembléia Geral das Nações Unidas, 1987.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. **Caderno Água e Saúde: OPAS/OMS**, 1998.

PADOIN, I. G. **Catadores de material reciclável: a inter-relação entre capital social, pobreza e meio ambiente**. Disponível em: http://starline.dnsalias.com:8080/sbs/arquivos/9_6_2009_0_31_22.pdf Acesso em 09 de janeiro de 2010.

PANAYATOU, T. **Mercados verdes: a economia do desenvolvimento alternativo**. Rio de Janeiro: Nórdica, 1994.

PEQUENO, P. A. M. **Coleta seletiva de lixo: uma alternativa para a minimização de resíduos com geração de renda**. (Dissertação de Mestrado). Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ, 2002.

PHILIPPI Jr., A. Agenda 21 e resíduos sólidos. In: **RESID'99: SEMINÁRIO SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS**, 1, 1999, São Paulo. Resumos... São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1999. p. 15-25.

PINATTI, D. G. **Programa BEM – Biomassa, Energia e Materiais** – Documento Básico DEMAR. Lorena, SP, 1996.

POVINELLI, J.; BIDONE, F. R. A. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos: EESC/USP, 1999.

PRESA, E. P. **La compressibilidad de los vertederos sanitários controlados**. Espanha, Seminário. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politecnica de Madrid. 1982. 74 p.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO – PNUD. **Atlas do desenvolvimento humano**. Disponível em: [http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/IDH-M%2091%2000%20Ranking%20decrecente%20\(pelos%20dados%20de%202000\).htm](http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/IDH-M%2091%2000%20Ranking%20decrecente%20(pelos%20dados%20de%202000).htm) Acesso em 12 de setembro de 2009.

_____. **Sustentabilidade ambiental: objetivo 7.** (Coleção de estudos temáticos sobre os objetivos de desenvolvimento do milênio da rede de laboratórios acadêmicos para acompanhamento dos objetivos de desenvolvimento do milênio). PNUD, UNB, PUCMinas/IDHS (Org.). Belo Horizonte: PUC Minas/IDHS, 2004.

_____. **Geração de Energia Elétrica por Biomassa, Bagaço de Cana-de-Açúcar e Resíduos.** Disponível em: http://www.pnud.org.br/projetos/meio_ambiente/visualiza.php?id07=97 Acesso em 05 de outubro de 2009.

QUEIROZ LIMA, L. M. **Lixo - tratamento e biorremediação**, Brasil, Hemus Editora, 1995.

RAMAGE, J; SCURLOCK, J. Biomass. In: BOYLE, G. **Renewable Energy: Power for a sustainable future.** New York: Oxford University Press, 1996

REIGOTA, M. **O que é educação ambiental.** Coleção Primeiros Passos. Ed. Brasiliense, 2^o reimpressão, 1998.

REIS, M. F. P.; ELLWANGER, R. M.; PESCADOR, F. S.; COTRIM, S. L.; REICHERT, G. A. e ONOFRIO, E. T. Estudos preliminares para caracterização dos resíduos sólidos domiciliares do município de Porto Alegre. In: **VI Seminário Nacional de Resíduos Sólidos: R.S.U. especiais.** Gramado: ABES, 2002.

REVITA substitui PRT na coleta de lixo. **Jornal A Razão** de 03/03/2010.

REVITA Engenharia SA. Grupo Solví. [**Apresentação**]. Santa Maria, 2009.

RIBEIRO, M. A. **Ecologizar, pensando o ambiente humano.** Ed. Roma, 1998.

RIO GRANDE DO SUL. **Decreto nº 38.356**, de 01 de abril de 1998. Aprova o Regulamento da Lei nº 9.921, de 27 de julho de 1993, que dispõe sobre a gestão dos resíduos sólidos no Estado do Rio Grande do Sul, 1998.

SABIÁ, R. J. ; MARTINS, M. C. B. ; ALVES JUNIOR, F. T. Estudo da geração de energia a partir dos resíduos sólidos. In: 23^o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005, Campo Grande - MS. **Anais....** Rio de Janeiro : ABES, 2005.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI**: desenvolvimento e meio ambiente. São Paulo: Nobel, 1993.

SALAMONI, Rafael Hollweg; PINHEIRO, Rinaldo J. B. e NUMMER, Andrea V. **Processo operacional da Central de Tratamento de Resíduos da Caturrita** – Santa Maria, RS. Revista Teoria e Prática na Engenharia Civil, n.14, p.43-50, Outubro, 2009.

SANTOS, E. C. R. **Grau de conhecimento da população do município de Santa Maria sobre separação, acondicionamento, coleta e destinação final de resíduos sólidos urbanos domésticos**. (Monografia de Especialização) Curso de Pós-Graduação em Biologia. Universidade Federal de Santa Maria, 2002.

SCARLATO, F.C., PONTINI, J.A. **Do nicho ao lixo**: ambiente, sociedade e educação. São Paulo: Atual, 1992.117 p.

SERVIDORES da CER denunciam que represa pode romper. **Jornal Folha da Boa Vista**. 11/03/2009. Disponível em: <http://www.folhabv.com.br/fbv/noticia.php?id=57673> Acesso em 14 de julho de 2009.

SILVEIRA, D. D. ; REIS, R. V. Incineração de lixo sólido com aproveitamento de energia térmica e de resíduos. In: VI SIBESA - Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002, Vitória - ES. **Anais** do VI SIBESA - Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro: ABES, 2002. p. 202.

SORRENTINO, M. Desenvolvimento sustentável e participação: algumas reflexões em voz alta. In: LOUREIRO, F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. (orgs.). **Educação ambiental**: repensando o espaço da cidadania. São Paulo: Cortez, 3 ed, 2005.

TCHOBANOGLIOUS, G., THEISEN , H. & VIGIL, S. **Integrated solid waste management**: engineering principles and management issues. McGrall-Hill, Inc: New York, 1993.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 7 ed. São Paulo: Cortez, 1996.

TOLMASQUIM, M. T. (Org.). **Fontes renováveis de energia no Brasil**. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.

TUCCI, C. M. **Inundações urbanas**. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007. 393 p.

UMA nova realidade. **Jornal Diário de Santa Maria**. Santa Maria, 10/03/2008b.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA. **Health and environmental effects testing for biodiesel under the requirements for USEPA registration of fuels and fuel additives**. Summary results from NBB/USEPA tier I. 40 CFR Part 79, Sec 21 1 (b)(2) and 21 1 (e). Final report, 1998.

VALLE, C. E. **Qualidade ambiental: ISSO 14000**. 5 ed. São Paulo: SENAC, 2004.

VASCONCELLOS, H. S. R. A pesquisa-ação em projetos de educação ambiental. *In*: PEDRINI, A. G. (org.) **Educação ambiental: reflexões e práticas contemporâneas**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1997.

VELÁZQUEZ, S.G., **A cogeração de energia no segmento de papel e celulose: contribuição à matriz energética no Brasil**. (Dissertação de Mestrado) Programa Interunidades de Pós- Graduação em Energia (PIPGE) do Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE) da Universidade São Paulo, São Paulo, 2000.

VERSTRAETE, W. V., P.; BAERE, L. **Types of anaerobic digester for solid waste**. Biomethanization of the Organic Fraction of Municipal Solid Waste. U. o. Adelaide. Adelaide, Hardback, 2002.

VIDAL, A. **Elementos para uma globalização mais humana**. Revista International Training Centre – Turin, Itália, no 1. 2005.

WILLUMSEN, H. C. **Energy Recovery from Landfill gas in Denmark and worldwide**. LG Consultant, 2001.

_____. **Energy recovery from landfill gas in Denmark and Worldwide**, LGF Consult, Denmark, 1999.

WWF - World Wildlife Fund. (Fundo Mundial da Natureza) Brasil. Bermann, C. (coord.) **A repotenciação de usinas hidrelétricas como alternativa para o aumento da oferta de energia no Brasil com proteção ambiental**. Disponível em: www.projetoobr.com.br/c/document_library/get_file?folderId=48&name=DLFE-1489.pdf&download=true Acesso em 05 de fevereiro de 2009.

APÊNDICES

Resíduos Sólidos Urbanos - o nosso Lixo



Os resíduos sólidos urbanos são uma fonte de energia renovável, disponível e alternativa com enorme potencial.

O crescimento da população urbana, a industrialização e a melhoria no poder aquisitivo dos povos, vêm causando uma acelerada geração de grandes volumes de resíduos sólidos, principalmente nas proximidades das cidades.

A geração desses resíduos e seu posterior abandono no meio ambiente podem originar sérios problemas ambientais, além da contaminação do solo e das águas.

Biomassa

É todo recurso renovável oriundo de matéria orgânica que pode ser utilizada na produção de energia.

Energia



Uma alternativa para os Resíduos Sólidos Urbanos é a transformação em energia.

O aproveitamento energético do lixo pode acontecer de diversas formas, como por meio da utilização de seu poder calorífico através da incineração; gaseificação; aproveitamento calorífico do biogás produzido a partir do lixo; ou da produção de combustível sólido a partir de restos de alimentos.

Possibilidades do lixo

Oliveira *et. al.* (2003)¹ destaca que, com a geração de resíduos no país de 228 mil toneladas/dia (cerca de 83 milhões de toneladas de produção de lixo por ano), isto permite atingir uma oferta de energia elétrica de 112 TWh, ou seja, 30% do consumo nacional e gerar receitas superiores a US\$ 22,4 bilhões anuais.

O coordenador de energia da Secretaria de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo, Jean Negri², esclarece a proposta de queima do lixo em caldeiras que, com o vapor emitido, possibilita a geração de eletricidade, sendo que, neste processo apenas 10% ou 15% do total de lixo é encaminhado para o aterro, além da arrecadação do Estado atingir R\$ 37 milhões com a venda de créditos de carbono.

Apêndice 1 - Folder entregue aos entrevistados (frente)

Transformação dos Resíduos Sólidos Urbanos

Aterro sanitário

Os resíduos depositados em aterros produzem uma decomposição anaeróbica e surge o gás de lixo. Conforme Willumsen³ (1999), o gás contém cerca de 50% de metano, que pode ser utilizado para propósitos energéticos. O restante da composição contém cerca de 45% de CO₂, 3% de nitrogênio, 1% de oxigênio e 1% de outros gases.

Atenção: Durante a disposição em aterro sanitário há o escape de metano para a atmosfera. Caso não seja coletado por drenos e tratado, é altamente poluente e conhecido por influenciar o efeito estufa. Se for capturado pode ser controlado e o biogás gerado fornece energia, também é viável a utilização para obtenção de crédito de carbono, além de reduzir o metano na atmosfera e não contribuir com o aquecimento global.

Referências:
¹ OLIVEIRA, L. B. et al. Geração de Energia com Resíduos Sólidos Urbanos: Análise Custo Benefício. In: V Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, 2003.

² Cresce geração a partir do lixo. *Gazeta Mercantil*, 09 de fevereiro de 2009. Caderno C, p. 5.

³ WILLUMSEN, H.C. *Energy recovery from landfill gas in Denmark and Worldwide*. LGF Consult, Denmark, 1999.

⁴ SILVEIRA, D. D. ; REIS, R. V. Incineração de lixo sólido com aproveitamento de energia térmica e de resíduos. In: VI SIBESA - Simpósio Italo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002



Profa. Dra. Damaris Kirsch Pinheiro (DEQ/CT/UFSM) & Lidiane Moretto (Economista e pós-graduanda em Educação Ambiental/UFSM)

Incineração

Este processo reduz significativamente a massa e volume dos resíduos e gera importante quantidade de energia.

Atenção: Produz grande quantidade de CO₂, além de emitir outros poluentes. Esta constatação é debatida por Silveira & Reis (2002)⁴, que defendem que a incineração apenas é prejudicial diante da falta de legislação que aborde o tema e citam o Rio Grande do Sul, onde muitos incineradores estavam em atuação sem a autorização da Instituição responsável. Além disto, com tecnologia adequada, as toxinas são destruídas e também pode receber créditos de carbono devido a substituição pelas usinas de combustíveis fósseis.

Conclusão

A utilização do biogás proveniente do lixo como insumo para produção de energia representa grande benefício socioambiental que pode contribuir de forma impactante para o meio ambiente, e mais do que isso, que pode representar ganhos para a sociedade através da geração de energia e comercialização de créditos de carbono.

QUESTIONÁRIO

NOME: _____

CARGO: _____

O que é feito em Santa Maria com os Resíduos Sólidos Urbanos atualmente?

Conhece se os Resíduos Sólidos Urbanos – RSU podem ser aproveitados para energia?

Santa Maria possui perspectiva para uso dos RSU para energia?

Se fosse gerada energia, para onde seria aplicada?

Quais os projetos futuros em termos de RSU?

Apêndice 3 - Questionário aplicado aos gestores municipais acerca da gestão dos resíduos sólidos urbanos em uma visão atual e perspectiva futura, considerando a possibilidade de aproveitamento para fins energéticos

ANEXOS

Diretrizes Aprovadas
1. Fortalecer o Órgão Ambiental Municipal com equipe técnica responsável por fiscalizar e realizar as tarefas pertinentes ao Órgão, estimulando a participação da comunidade.
2. Elaborar a cartografia municipal possibilitando acesso às informações nela contida à comunidade.
3. Implantar o Cadastro Municipal Multifinalitário com realização de um levantamento aerofotogramétrico, em escala máxima 1:2000.
4. Implementar medidas legais de proteção da paisagem cultural dos morros de Santa Maria.
5. Implementar medidas de redução da poluição visual e sonora no município bem como padronizar a comunicação visual no âmbito do município.
6. Levantar a situação atual do patrimônio histórico e sítios paleontológicos de Santa Maria estabelecendo programas de avaliação e de proteção bem como incentivar o geoturismo sócio-ambientalmente sustentável nos sítios arqueológicos entre outros.
7. Promover políticas de prevenção, planejamento, contenção e fiscalização do parcelamento e da ocupação do solo, especialmente nas áreas de risco e de fragilidade físico-ambiental.
8. Elaborar e implantar Plano Municipal de Mobilidade Urbana.
9. Executar definitivamente o viveiro de mudas e materiais para paisagismo, executando o Plano Municipal de Arborização Urbana com definição das áreas por ordem de importância.
10. Criar e implementar, com a participação popular, o Código Municipal do Meio Ambiente.
11. Implantar o anel viário como prioridade ao desvio do tráfego pesado do perímetro urbano nas rodovias federais e estaduais (158, 287, 509 e 392).
12. Criar o Museu Municipal de História e Ciência unificando os diversos acervos existentes em local com qualidade museológica.
13. Criar e implementar, com participação da comunidade, a Agenda 21 do município de Santa Maria.
14. Elaborar Dossiê Ambiental e Zoneamento Econômico Ambiental de Santa Maria.
15. Identificar através de georreferenciamento as APPs e outras áreas especiais

para desenvolvimento, e implantar políticas públicas municipais destinadas à proteção das demais áreas previstas nas legislações federal, estadual e municipal.
16. Valorizar a produção do pequeno agricultor e dar subsídios técnicos para uma agricultura sustentável.
17. Criar incentivos (descontos nos impostos municipais) para as pessoas jurídicas e físicas que tenham práticas comerciais, industriais e agrossilvopastoris comprovadamente sustentáveis com ênfase na implantação de agro-ecossistema, e que preservem e restaurem patrimônio cênico, vegetal, animal e hidrológico originais do município.
18. Criar um comitê para políticas públicas, com apoio popular, de controle da população de animais no meio urbano e controle de zoonoses, com criação de centro de monitoramento, proteção e recuperação animal.
19. Levantar e diagnosticar a situação dos espaços públicos livres existentes e das prováveis áreas para implantação de novos espaços, auxiliando na reestruturação e planejamento de futuros projetos.
20. Criar mecanismos públicos municipais de apoio aos prestadores de serviços ambientais, inclusive com destinação de verbas públicas para projetos aprovados a serem implementados.
21. Criar o habite-se para esgotamento cloacal e pluvial.

Anexo 1 - Eixo temático I: Desenvolvimento urbano com planejamento sustentável

Diretrizes Aprovadas
1. Construir e operar o aterro sanitário municipal (público), que seja, igualmente, alternativa ambientalmente possível para a região central do RS.
2. Implantar Órgão Municipal específico responsável pela execução (em todo ou em parte) da limpeza urbana (resíduos sólidos e varrição), ficando o controle, o monitoramento e a fiscalização, com equipe técnica necessária para as tarefas ao Órgão Ambiental já existente.
3. Elaborar e implantar o Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos com termo de referência, devendo ser objeto de aprovação pelo CONDEMA.
4. Analisar e revisar o contrato com Corsan de forma a ampliar e melhorar a rede de coleta e tratamento de esgotos domésticos no município.
5. Apoiar a criação de uma entidade que congregue os catadores de Santa Maria para dar-lhes representação político-institucional bem como estimular a regularização, a integração e a capacitação de catadores e suas cooperativas buscando um mecanismo de fiscalização para a atividade.
6. Analisar e revisar o contrato com a empresa de coleta de resíduos sólidos de forma a ampliar e melhorar a rede de coleta urbana e no meio rural, atendendo todas as comunidades dos distritos.
7. Fiscalizar com mais rigor o transporte e o recebimento dos resíduos provenientes de outras cidades e de Santa Maria para a usina de reciclagem de Santa Maria.

Anexo 2 - Eixo temático II: Resíduos Sólidos

Diretrizes Aprovadas
<p>1. Realizar um diagnóstico ambiental das bacias hidrográficas para elaborar e implantar o Plano Municipal de Drenagem Urbana e Recursos Hídricos, que contemple cronograma de ações governamentais para desobstrução, reparação, redimensionamento e isolamento (retirada do efluente cloacal) da rede coletora pluvial, aumento da infiltração, desassoreamento e remoção de obstáculos em cursos d'água, estabilização de taludes e talvegues, definição das Áreas de Preservação Permanente (APP) como limite básico para intervenção urbana, nos termos da Resolução Conama 369/05, remoção das populações das APPs ou áreas consideradas de risco ou de geo-instabilidade, ações para cumprir e fazer cumprir, em âmbito municipal, as leis estaduais 9.519/92 (vegetação e recursos hídricos) e 11.520/00 (ligação residencial às redes coletoras), cujo termo de referência e posteriormente o próprio plano devendo ser objetos de aprovação pelo CONDEMA.</p>
<p>2. Definir critérios metodológicos para a composição de banco de dados (Sistema de Informação Georreferenciada SIG e monitoramento) compatível com o sistema estadual e nacional de recursos hídricos, disponibilizando-o para a sociedade, e criar programas específicos para as ocupações em APPs, atendendo a legislação vigente.</p>
<p>3. Definir as Áreas de Interesse Biológico (AIBs) que abranjam (mas não se limitem) às APPs dos cursos d'água municipais e manchas da vegetação natural remanescentes, como forma de colocar ao abrigo governamental áreas-chave para a preservação da biodiversidade animal e vegetal, impondo obstáculos à dispersão urbana e ao uso econômico sobre essas e outras áreas com cobertura vegetal típicas dos biomas Pampa e Mata Atlântica, e limitando as construções até a cota máxima com o que preconiza o Plano Diretor.</p>
<p>4. Definir por meio de decreto municipal, como passíveis de desapropriação, áreas de AIAs (Áreas de Interesse Ambiental) que possam ser transformadas em unidades de conservação municipais e/ou áreas de lazer comunitário (praças e parques), sendo feito um debate com a sociedade através do CONDEMA e de audiências públicas.</p>

- | |
|--|
| 5. Criar as APAs do Vacacaí-Mirim, do Banhado Santa Catarina (Santa Fé), dos morros do entorno da mancha urbana da cidade e dos distritos, e do Parque na Barragem, com proteção especial aos morros Cerrito e Abraão. |
| 6. Criar Programa Municipal de Aproveitamento de Águas Meteóricas e Reaproveitamento de Águas Servidas (Código de Obras e Código Tributário), com apoio do Certificado Verde. |
| 7. Realizar cadastro de poços tubulares e artesianos no município, e permitir que permaneçam em operação os poços que preencherem os requisitos legais. |
| 8. Articular a gestão dos recursos hídricos do município quanto ao uso e à ocupação do solo, no âmbito dos comitês de bacia hidrográfica. |
| 9. Criar um programa municipal de incentivo à recuperação de matas ciliares, com fornecimento de mudas e assistência técnica. |

Anexo 3 - Eixo temático III: Drenagem urbana e recursos hídricos

Diretrizes Aprovadas
1. Implementar e efetivar a Política Municipal de Educação Ambiental (Decreto Lei Municipal nº 150/09), contendo objetivos, metodologias, temas, princípios, incentivo financeiro, conforme Política Nacional de Educação Ambiental, de forma democrática e universal.
2. Criar via CONDEMA um comitê de elaboração da Agenda 21 Municipal, contemplando as diferentes instituições que desenvolvem ações de educação ambiental no âmbito municipal.
3. Capacitar o quadro de funcionários das Secretarias Municipais, habilitando-os a tratarem as questões ambientais.
4. Apoiar e incentivar a prática de educação ambiental trans/multidisciplinar como parte dos planos pedagógicos nas instituições de ensino, com formação de recursos humanos, como processo de formação permanente.
5. Destinar recursos para a construção e execução de projetos de Educação Ambiental na educação formal e não formal.
6. Destinar recursos para a construção e execução da Agenda 21 como um processo de educação formal e não formal.
7. Construir e financiar um processo de informação e sensibilização em respeito aos seres vivos.
8. Reformular o Plano Ambiental Municipal.
9. Acrescentar no caderno da 6ª Conferência Municipal de Meio Ambiente as diretrizes aprovadas nas Conferências Municipais anteriores, e que o CONDEMA aponte as dificuldades encontradas na implementação das mesmas.
10. Desenvolver ações de educação ambiental para que os geradores dêem destinação adequada aos resíduos que produzem.

Anexo 4 - Eixo temático IV: Educação ambiental