UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA

José Eduardo Abbas

A problemática econômica e geográfica em que se inserem a gestão dos resíduos sólidos domiciliares e os modernos métodos para sua incineração

São Paulo

2008

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA

José Eduardo Abbas

A problemática econômica e geográfica em que se inserem a gestão dos resíduos sólidos domiciliares e os modernos métodos para sua incineração

Dissertação apresentada ao curso de pós-graduação em Geografia Física do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo como requisito para a obtenção do título de Mestre

Orientador: Prof. Doutor Luis Antonio Bittar Venturi

São Paulo
2008

Agradecimentos

- Ao tio Wadih Honsi e ao casal de tios Prisco Prates Filho e Namira Homsi Prates por sua dedicação paternal à minha pessoa
- Aos meus irmãos Paulo Sérgio Abbas e Murilo José Abbas pela solidariedade com que sempre convivemos
- À minha terapeuta, Dra. Cecília Helena Piraino Grandke, pelo tanto que lhe devo
- Ao meu orientador, Dr. Luis Antonio Bittar Venturi, por sua constante presença
- Aos mestres, funcionários e colegas do Departamento de Geografia da USP que tão bem me acolheram
- À Secretaria de Meio Ambiente do Município de Embu e aos técnicos da CETESB que foram solícitos em me transmitir informações
- Ao engenheiro civil Paulo Sérgio Aquilini, da Escola Politécnica da USP, que tanto me ensinou sobre os modernos métodos de incineração dos RSD

À memória de meus pais

e às minhas queridas filhas Joana e Beatriz

SUMÁRIO

Página

SUMÁRIO..... 1
ABSTRACT..... 2
INTRODUÇÃO..... 3
METODOLOGIA..... 13
PARTE I..... 16
Capítulo 1
A influência das relações econômicas na produção do espaço geográfico..... 17
1.1. A ecologia e as relações econômicas na ciência da geografia... 17
1.2. O sistema GTP de Georges Bertrand..... 25
Capítulo 2
O contexto econômico-ambiental em que se insere a implantação das Usinas de Recuperação Energética (URE) no Brasil..... 31
2.1. A necessidade de aquisição de novas tecnologias e o planejamento ambiental..... 31
2.2. A Economia Ambiental e as taxas e impostos ambientais..... 43
2.3. O Protocolo de Kyoto e o aterramento dos resíduos sólidos domiciliares (RSD) no Brasil..... 58

PARTE II..... 71
Capítulo 3
A atual forma de geração dos resíduos sólidos domiciliares e os métodos para sua destinação final praticados na Região Metropolitana de São Paulo..... 72
3.1. Os processos econômicos e políticos causadores da atual forma de geração dos RSD..... 72
3.2. Reciclagem, compostagem, antigos métodos de incineração e os processos de aterramento dos RSD em lixões e aterros sanitários..... 77
3.3. As operações de um aterro sanitário..... 93
3.3.1. O chorume e o bio-gás..... 98
3.3.2. O reaproveitamento energético do bio-gás..... 101
3.3.3. Impactos negativos das operações dos aterros sanitários..... 104
3.3.4. Uma grave incerteza quanto à efetividade da proteção ambiental auferida nos aterros sanitários..... 106
Capítulo 4
Aspectos físicos, verificados na RMSP, decorrentes dos processos de aterramento dos RSD e da falta de áreas disponíveis para estas finalidades..... 107
4.1. O consorciamento dos municípios para a gestão dos RSD..... 107
4.2. O consórcio da sub-região sul da RMSP..... 110
4.3. O consórcio da sub-região oeste da RMSP..... 113
4.4. O consórcio da sub-região leste da RMSP..... 116
4.5. O consórcio da sub-região do ABCD da RMSP..... 117
4.6. O consórcio da sub-região norte da RMSP..... 118
4.7. O aterramento dos RSD na RMSP revela poucos cuidados ambientais..... 120
Capítulo 5
A superioridade econômica e ambiental das Usinas de Recuperação Energética (URE) na gestão dos RSD..... 122
5.1. As negociações para a implantação das URE no Brasil..... 122
5.2. As operações de uma URE..... 134
5.3. Uma URE em operação no México..... 145

5.4. Os estudos para a implantação das URE no Brasil..... 149
5.5. O desempenho econômico de um aterro sanitário..... 155
5.6. O desempenho econômico de uma URE..... 164
5.7. A relevância do estudo TCO a alguns dados econômicos referentes às operações de alguns aterros sanitários situados na RMSP..... 172
CONCLUSÕES FINAIS..... 178
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 182

LISTA DE FIGURAS..... iv
LISTA DE FOTOS..... v
LISTA DE TABELAS..... v
LISTA DE SIGLAS..... vi

LISTA DE FIGURAS

Página

1 Sistemas Sócio-ambientais..... 39
2 Estado ótimo de poluição..... 48
3 Crescimento econômico x degradação ambiental..... 49
4 Modelo de engenharia para a construção de aterros sanitários..... 96
5 Efluentes líquidos e gasosos oriundos das práticas de aterramento de RSD..... 98
6 Municípios da RMSP..... 108
7 Principais componentes e fluxos de materiais numa URE..... 134
8 Diagrama esquemático dos fluxos operacionais numa URE..... 136
9 Diagrama de engenharia para a produção de energia térmica na URE 140
10 Sobreposição de custos nas práticas de aterramento dos RSD ocasionada pelo tempo limitado de vida útil dos aterros sanitários..... 152
11 Planejamento sobre períodos de tempo para o estudo comparativo entre o desempenho econômico de um aterro sanitário e o desempenho econômico de uma URE..... 153
12 O fluxo de caixa e os ganhos econômicos referentes à estocagem dos RSD no aterro sanitário..... 162
13 Composição dos RSD e seu valor calorífico para a projeção de uma URE 165

LISTA DE FOTOS

Página

1 Aterro São João. Deformação topográfica causada por explosão dentre os resíduos estocados, ocorrida em 13 de Agosto de 2007..... 100
2 Aterro Bandeirantes..... 109
3 Aterro São João..... 109
4 Obras do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, implantado na região da cava natural que era utilizada como lixão no Município de Itapecerica da Serra..... 111
5 Área da cava natural, que fora utilizada como lixão, sendo recoberta com uma manta de PVC, instalada sobre os RSD ali lançados..... 111
6 Antigo lixão de Carapicuíba, Região Metropolitana de São Paulo 115
7 Região do aterro sanitário do Município de Guarulhos..... 119
8 Incinerador de Kiel, Alemanha..... 144

LISTA DE TABELAS

1 Maiores emissores de Dióxido de Carbono em 1990..... 61
2 Anexo B do Protocolo de Kyoto – Compromissos quantificados de limitação ou redução de emissões (base 1990=100)..... 63
4 Projeção da população no município de São Paulo e na RMSP – período de 2010 a 2025..... 86
5 Estimativa de geração de RSD no município de São Paulo e na RMSP entre os anos de 2010 e 2025..... 86

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APA	Área de Preservação Ambiental
APM	Área de Proteção a Mananciais
CETESB	Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental
CH-4	Gás Metano
CO2	Dióxido de Carbono
EUR	EURO
FAU	Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
FFLCH	Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas
FUPAM	Fundação para a Pesquisa Ambiental
GEE	Gases de Efeito Estufa
H2S	Ácido Sulfídrico
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
O2	Oxigênio
OBRAP	Organização Brasileira de Recuperação Ambiental e Pesquisas
ONG	Organização Não-Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PRAD	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
PUC	Pontifícia Universidade Católica
RSD	Resíduos Sólidos Domiciliares
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
SMA	Secretaria de Meio Ambiente
SMASPPC	Secretaria de Meio Ambiente, Saúde Pública e Proteção ao Consumidor
TCO	*Total Comparison of Ownership*
UNEP	*United Nations Environmental Programm*
URE	Usina de Recuperação Energética
USP	Universidade de São Paulo

RESUMO

A destinação final dos resíduos sólidos domiciliares (RSD) constitui, em nosso país, um problema de graves proporções. Os impactos ambientais e sociais que representam as práticas de aterramento desses resíduos conjugam-se, nas grandes cidades, com a carência de áreas apropriadas a estas finalidades devido aos elevados (e crescentes) índices de concentração demográfica e de ocupação imobiliária. As práticas de aterramento dos RSD em lixões, aterros controlados ou em aterros sanitários constituem, em nosso país, o método fundamental de destinação final destes resíduos, causando graves alterações no espaço geográfico. Diante disso, existem, em operação há mais de três décadas em países da Europa e em outros locais, tecnologias avançadas de incineração dos RSD, que os transformam em energia térmica e elétrica. As justificativas ao fato de não existirem, ainda, em operação no nosso país essas usinas de incineração dos RSD remetem-se às dúvidas quanto à superioridade de seu desempenho econômico e ambiental em relação aos processos de aterramento destes resíduos. Este trabalho de pesquisa demonstra a superioridade econômica e ambiental dos modernos métodos de incineração dos RSD e questiona as políticas internacionais de transferência de tecnologias para o cuidado de questões ambientais preconizadas sob a égide do conceito de desenvolvimento sustentável. Faz-se uma crítica aos limites da Economia Ambiental, que atém-se aos aspectos de preservação ecológica sem definir horizontes econômicos a serem buscados através das atividades humanas, e demonstra-se alguns efeitos que o mercado internacional dos créditos de carbono, instituído a partir da ratificação do protocolo de Kyoto, vem exercendo na gestão dos RSD num país como o Brasil.

Palavras-chave: espaço geográfico, economia ambiental, protocolo de Kyoto, aterros sanitários, usinas de recuperação energética (URE).

ABSTRACT

The final destination of domiciliar solid residues (DSR) triggers a problem of serious proportions in our country. Social and environmental impacts caused by earthing practices of these residues are combined, in big cities, with the lack of appropriate disposal areas due to escalating levels of demographic concentration and real estate occupation. Earthing practices of DSR in dumping grounds, controlled landfills or sanitary landfills constitute the main final destination method of residues, causing severe changes in the geographic space. Europe and other countries have been using, for more than three decades, advanced DSR incineration technics that transform the waste in thermic and electric energy. Our justification for not using the aforementioned units is due to the fact that there are doubts concerning the superiority of economic and environmental performances when compared to earthing processes. This research work displays the environmental and economic superiority of modern DSR incineration methods, and discusses international policies of transferring technology regarding environmental issues idealized on the concept of the sustainable development. Criticism is also mode towards the limits established by Environmental Economy, which clings to ecological preservation aspects without defining economic horizons to be achieved through the human activity. We finally demonstrate the influence of the carbon credits' international market on the DSR management in a country like Brazil since the ratification of the Kyoto protocol.

Key words: geographic space, environmental economy, Kyoto protocol, landfill, units of energetic recuperation (UER).

INTRODUÇÃO

A deposição dos resíduos sólidos domiciliares (RSD), envolvendo a coleta, separação e reutilização dos materiais recicláveis, o tratamento e a destinação final dos resíduos remanescentes, vem se constituindo, nos centros urbanos, já muito adensados demograficamente, um problema de proporções consideráveis.

Das práticas de aterramento destes resíduos, decorrem a ocupação e defenestração de áreas de grande porte, que têm que ser, sucessivamente, substituídas após o esgotamento da capacidade de absorção dos RSD nestes locais.

A carência progressiva de áreas apropriadas para o aterramento dos RSD, agravada pelos intensos processos de ocupação imobiliária, defronta-se com a crescente necessidade de destinação final dos RSD, ocasionada, fundamentalmente, pela expansão demográfica observada nos processos de urbanização.

O aterramento destes resíduos, em seus locais de disposição final, seja em aterros sanitários de boa qualidade ou em lixões a céu aberto sem prévios cuidados ambientais (ou, ainda, em aterros controlados, que possuem medidas de proteção natural insuficientes perante as medidas de proteção utilizadas nos aterros sanitários), gera efluentes líquidos e gasosos de alta periculosidade ao meio ambiente.

Os efluentes percolados no processo de aterramento dos RSD são o chorume (líquido) e o bio-gás (gasoso). O chorume detém alto poder contaminante, podendo poluir as águas superficiais e subterrâneas nas regiões onde é produzido. E o bio-gás, possuindo em mais da metade de sua composição o gás metano (CH-4), considerado um dos gases de efeito estufa, gera efeitos danosos à atmosfera, podendo contribuir para o que tem sido discutido

internacionalmente como a formação do efeito estufa na atmosfera e o decorrente aquecimento climático.

A geração dos RSD pode ocorrer em todos os locais ocupados demograficamente. Sua produção é mais acentuada nos centros urbanos, tornando-se, proporcionalmente, mais expressiva nas regiões que possuem maior acesso ao consumo de bens industrializados.

Portanto, a geração dos RSD pode ocorrer através de todas as regiões de nosso planeta. Nesta escala de análise, pode-se inferir que os efeitos poluentes advindos dos processos de aterramento dos RSD representam uma proporção considerável dos impactos sobre o meio ambiente. Perante este quadro, cabe considerar que os métodos que temos utilizado na tentativa de atenuar o problema (como a reciclagem de materiais e a compostagem da fração orgânica dos RSD) têm surtido efeitos muito aquém dos objetivos almejados e necessários.

Por outro lado, o acelerado processo de urbanização ocorrido nas últimas décadas nos países que ainda buscam completar sua industrialização, que ocasiona grandes concentrações demográficas, tem levado, em muitos casos, os núcleos urbanos a circundarem as áreas de disposição final dos RSD, expondo as populações a perigos de contaminação e a modos insalubres de vida. Isso representa os chamados “impactos sociais” dos processos de aterramento dos RSD.

Dessa forma, os espaços geográficos vão sendo caracterizados, também, através do descarte e acúmulo dos rejeitos gerados no processo de produção e consumo de bens realizado pela sociedade.

A problemática do aterramento dos RSD atenta diretamente a questões que têm sido discutidas, como temas relevantes e de urgências preponderantes, em âmbito internacional.

Tais questões referem-se à poluição das águas, que poderia gerar a escassez desse líquido vital à vida humana, ao aquecimento da atmosfera de nosso planeta, que poderia gerar o derretimento das geleiras das calotas polares causando elevações nos níveis dos oceanos e conseqüentes inundações de cidades costeiras, à finitude dos recursos naturais, que estariam sendo

desperdiçados num processo desenfreado de produção de bens de consumo, e à existência de uma grave crise energética.

Nos processos de aterramento de RSD, a putrefação da fração orgânica dos resíduos depositados pode, através das emanações de chorume, causar grave contaminação das águas, e as emanações de bio-gás poderiam contribuir para a formação do efeito estufa na atmosfera, que estaria causando desequilíbrios climáticos. E o aterramento dos resíduos significa, também, um desperdício do conteúdo energético que possuem estes materiais.

Estas temáticas ambientais têm sido discutidas, com particular ênfase nas últimas três décadas, através de entidades internacionais, como, por exemplo, a Organização das Nações Unidas (ONU), e organizam-se a partir de um conceito geral intitulado “desenvolvimento sustentável”. Alguns preceitos teóricos que decorrem desse conceito indicam uma necessidade de economia dos recursos naturais através de métodos de reutilização produtiva dos materiais a serem descartados, uma reorientação no processo produtivo com vistas a harmonizar o crescimento econômico com as disponibilidades dos recursos naturais existentes, um cuidado especial para a deposição adequada, na natureza, dos resíduos poluentes gerados nos processos de produção e consumo de bens, e, por fim, uma necessidade de desenvolverem-se fontes alternativas de produção energética.

Os preceitos teóricos decorrentes do conceito de desenvolvimento sustentável indicam a necessidade de construir-se uma comunidade internacional que preserve os bens naturais de nosso planeta, e que, através da cooperação entre as nações, promova um desenvolvimento econômico harmonioso entre a sociedade e em sua relação com a natureza. Nestes termos, propõe-se, expressamente, a necessidade de transferência, aos países que buscam completar sua industrialização, das tecnologias de proteção ao meio ambiente desenvolvidas pelos países industrializados.

O gerenciamento dos RSD no Brasil, com todas as dificuldades que lhe são decorrentes, defronta-se com a existência de avançadas tecnologias para a

destinação final destes resíduos, há décadas em operação em vários países europeus, que ainda não foram implantadas em nosso território.

Existem, já desenvolvidas e em operação em vários países industrializados, modernas tecnologias de incineração dos RSD que possibilitam a transformação destes resíduos em energia térmica ou elétrica (que pode ser utilizada nos processos de produção e consumo de bens) e eliminam, quase que por completo, a necessidade de aterramento dos RSD e suas onerosas conseqüências.

Estas tecnologias constituem as denominadas Usinas de Recuperação Energética (URE), que distinguem-se, radicalmente, dos antigos métodos de incineração de RSD que causavam grande poluição aérea. Através de seus potentes filtros gasosos, pode-se programar os níveis de emissão dos gases poluentes gerados através de suas operações, o que permite sua atuação dentro de limites ambientais impostos por legislações rigorosas de países como a Alemanha e a Grécia, por exemplo.

Os resíduos a serem processados nas URE compõem os chamados “resíduos remanescentes”, ou seja, aquele que restaram dos necessários processos de coleta seletiva e compostagem para a reciclagem dos materiais no processo produtivo.

As Usinas de Recuperação Energética não poluem o ar, tampouco poluem as águas, pelo fato de não utilizarem água para seu processamento, e não poluem o solo. A locação de suas instalações pode ocorrer em centros urbanos, em área muito menor do que aquela requerida para as operações de um aterro sanitário, e pode dar-se de maneira definitiva, contrariamente ao que ocorre com os aterros sanitários, que demandam a locação de novos espaços para suas operações assim que sua vida útil (capacidade física de estocagem dos RSD) cessar.

A operação das URE constitui uma fonte renovável de energia, que reaproveita o conteúdo energético dos materiais que seriam desperdiçados nos processos de aterramento e que reduz, enormemente, a quantidade de resíduos que processa. Os modernos métodos de incineração, comparativamente ao aterramento dos RSD, representam uma solução altamente sustentável pelo fato de configurarem uma forma definida e prolongada para a destinação final destes

resíduos e de dirimirem os impactos ambientais provenientes dos processos de aterramento.

Estas usinas de incineração estão, há mais de três décadas, em operação em cidades de vários países europeus (como Itália, Holanda, Grécia, Inglaterra e Alemanha, entre outros) e até da Rússia.

Isso nos coloca numa situação perplexante porque os preceitos, assumidos atualmente, sobre uma economia internacionalmente solidária na resolução das questões ecológicas ainda não se refletem na transferência, ao nosso país, das tecnologias e métodos de tratamento de resíduos que já estão sendo utilizados nos países industrializados.

A propalada interdependência entre as nações do mundo, referentemente às suas responsabilidades perante a preservação natural do nosso planeta, esbarra nos desníveis existentes entre o avanço tecnológico conquistado pelos países industrializados e o grau de dependência tecnológica a que estes países submetem as outras nações do mundo, e as relações internacionais influenciam as formas de produção do espaço urbano de países que ainda buscam completar sua industrialização.

A produção do espaço urbano, determinada pelas formas de produção e consumo de bens (e pela geração e deposição de resíduos que lhes é pertinente) vai sendo configurada a partir das relações sociais das comunidades que o ocupam. E são as relações econômicas (hoje, internacionalizadas), definidas a partir das relações políticas na sociedade, que organizam essas relações sociais e o trabalho produtivo.

As formas de ocupação do solo são reguladas pelas relações econômicas, produzindo o espaço geográfico.

O relatório “Nosso Futuro Comum” (Bruntland), publicado no ano de 1987, representou um aprofundado estudo de pesquisas sobre questões ambientais realizado pela ONU, que configurou uma importante e fundamental base teórica ao conceito de desenvolvimento sustentável. Este relatório propiciou a sistematização de questões teóricas de ciências econômicas sobre o meio

ambiente, e ganharam força teórica, entre a sociedade, as correntes intituladas “Economia Ambiental” e “Economia Ecológica”.

Buscando instrumentalizar os procedimentos econômicos das atividades humanas em direção a horizontes gerais de proteção “ecológica”, de acordo com os princípios de desenvolvimento sustentável, estas correntes teóricas instauram seus procedimentos práticos a partir de técnicas de valoração ambiental e de instrumentos monetários nas formas de taxas e impostos ambientais para o direcionamento do processo produtivo.

Alguns críticos consideram a Economia Ambiental, em sua forma teórica atual, como uma vertente econômica neo-clássica pelo fato de incorporar os métodos de uma economia de livre mercado para a elaboração de suas propostas. Tal crítica atenta ao fato de serem as questões ambientais transcendentes às necessidades individuais que caracterizam o comportamento dos agentes econômicos.

Antes de tudo, deve-se considerar que o livre mercado representa um comportamento natural nas relações econômicas entre os grupos sociais e entre os indivíduos e que o dinheiro, na forma de valor de troca, constitui uma inovação fundamental para o desenvolvimento das forças produtivas. A problemática atual, decorrente das práticas das economias de mercado, remete-se aos padrões de concentração de capitais, que representam uma realidade na sociedade e que podem, principalmente quanto às questões ambientais, ser reorientados a partir de propostas a serem encaminhadas pelas sociedades.

Na atual forma de relações políticas e econômicas vigente em nossa sociedade, as atividades de planejamento ambiental têm assumido papel de destaque e influenciam as decisões de investimento. Os projetos a serem implementados têm que demonstrar sua eficiência ambiental e sua viabilidade econômico-financeira.

Os métodos utilizados pelas ciências ambientais atuais restringem sua aplicabilidade a padrões que consideram como “ecológicos”. A mera abordagem ecológica não poderá ser o motriz das atividades humanas, e, restrita a esta perspectiva, pode tornar-se limitante na proposição de formas produtivas.

Deve, a ciência econômica, propor horizontes econômicos a serem buscados pelas sociedades em suas atividades produtivas. É desta forma que se conquista, também, a proteção à natureza.

A gestão dos resíduos gerados no processo produtivo deve constar entre os objetivos fundamentais das práticas das atividades humanas. Neste sentido, perante a constatada dificuldade para a gestão dos RSD num país como o nosso, a incorporação dos modernos métodos de incineração dos RSD aos seus sistemas de gerenciamento apresenta-se como importante, e, como tal, deve ser pleiteada pela sociedade.

Não existem, ainda, em nosso país, políticas públicas nacionais ou estaduais para a implantação das URE. O desconhecimento sobre tecnologias mais avançadas de gerenciamento dos RSD leva à consideração de que os processos de aterramento destes resíduos podem tornar-se satisfatórios mediante a implantação de aterros sanitários construídos com modernas técnicas de engenharia.

Mas, a implantação de modernos aterros sanitários não implica, na prática, na necessária recuperação das áreas naturais degradadas pelos lixões e aterros mal controlados. Normalmente, devido à falta de destinação de recursos financeiros, os problemas observados nestas áreas ficam sem solução.

As tentativas de implantação das URE em nosso país através das administrações públicas municipais esbarraram na falta de informações sobre o processamento das URE e na falta de sistematização das informações concernentes aos processos de aterramento de RSD em nosso próprio país.

E a questão determinante nas dificuldades para a implementação desse projeto em nosso território remetia-se às afirmativas que consideravam serem as URE um projeto muito mais dispendioso economicamente do que a simples implantação de um novo aterro sanitário. Tais colocações eram, aparentemente, agravadas mediante o elevado volume inicial de capitais necessário à implantação das URE, quando comparado às quantias financeiras muito menores que são exigidas para a implantação de um aterro sanitário. Estas colocações têm sido reforçadas, em nosso país, através da existência, generalizada, de uma

mentalidade que considera o aterramento dos RSD como o conceito mais evoluído para sua destinação final, e a literatura especializada a respeito tem reproduzido, com vigor, estas concepções.

É dentro deste quadro que colocam-se os objetivos deste trabalho de pesquisa, que podem ser assim resumidos:

- Demonstrar a superioridade econômica (a médio prazo) e ambiental do processamento das URE sobre os processos de aterramento de RSD em aterros sanitários.
- Sistematizar, de maneira crítica, informações sobre o aterramento dos RSD, tendo como referencial a existência de tecnologias mais eficientes para sua gestão.

No intuito de aprofundar, em nosso país, os conhecimentos científicos sobre a gestão dos RSD, o Governo do Estado de São Paulo (por meio da Secretaria do Meio Ambiente – SMA) celebrou, em dezembro do ano de 2004, um convênio de cooperação técnica com o Governo do Estado da Baviera, na Alemanha, representado por sua Secretaria do Meio Ambiente, Saúde Pública e Proteção ao Consumidor (SMASPPC), com o apoio técnico e a participação da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) e da *Landesamt für Umveltschutz* (LFU), agências vinculadas aos órgãos ambientais de São Paulo e da Baviera. Assim, desde o ano de 2004 são discutidas as questões de gerenciamento de RSD no Estado de São Paulo visando o intercâmbio de experiências entre os dois estados e as possibilidades de transferência da tecnologia das URE ao nosso país.

Após uma série de palestras, na cidade de São Paulo, proferidas a técnicos e engenheiros da CETESB e a representantes de municípios do Estado, elaborou-se um relatório intitulado "*Gerenciamento de Resíduos Sólidos: uma visão de futuro*", que constitui fonte importante para o desenvolvimento desta pesquisa.

As administrações públicas de cinco municípios paulistas manifestaram interesse em aprofundar os estudos de viabilidade de implantação das URE em

suas regiões. São eles, os municípios de São Paulo, São Bernardo do Campo, Santos, Embu e Barueri.

Ao final do ano de 2006, no decorrer deste trabalho de pesquisa, a pedido do convênio de cooperação técnica São Paulo-Baviera, uma empresa alemã, produtora das tecnologias para processamento das URE, editou o *estudo TCO*, que compara aspectos do desempenho econômico de uma URE e de um aterro sanitário.

Demonstrou-se, neste estudo hipotético, que, sob certas condições, as operações de uma URE são economicamente mais viáveis do que as operações de um aterro sanitário. Para tanto, faz-se necessário a proximidade geográfica, em relação ao local de instalação da URE, de alguma indústria que possa utilizar, economicamente, a energia térmica produzida pela URE.

No nosso entendimento, afora o montante de investimentos necessários à implantação das URE em nosso país, os ganhos ambientais (e sociais) que elas representam justificariam, *de per si*, sua implementação no Brasil.

Essa definição cabe à sociedade como um todo, e deve ocorrer através do estabelecimento de padrões de relação com o espaço geográfico que habitamos, entendendo-se o espaço como o espaço vivido pelo homem em sua transformação histórica em sociedade, o espaço histórico, que é transformado a partir das relações humanas no convívio social, determinadas pelo nível, que expressam, de consciência política e filosófica.

A apresentação deste trabalho de pesquisa está dividida em duas partes. A parte I contém dois capítulos e a parte II contém três capítulos.

Na parte I, nos capítulos 1 e 2, faz-se uma reflexão teórica sobre a influência das relações econômicas na produção do espaço geográfico, e discute-se a necessidade de aquisição de novas tecnologias para o tratamento de questões ambientais e os limites da Economia Ambiental para a determinação de horizontes a serem buscados pelas sociedades através de suas atividades produtivas. Discute-se, também, a importância relativa da ratificação do protocolo de Kyoto perante a gestão dos RSD no Brasil.

Na Parte II, o Capítulo 3 remete-se a um questionamento crítico sobre a atual forma de geração de RSD em nossa sociedade, discorre sobre os métodos de destinação final de RSD utilizados na RMSP e descreve detalhadamente as operações de um aterro sanitário e os impactos ambientais que lhe são decorrentes. O Capítulo 4 discorre sobre aspectos físicos verificados em locais de disposição final dos RSD e a problemática da escassez de áreas disponíveis para o aterramento destes resíduos na região.

E o Capítulo 5 demonstra a superioridade econômica e ambiental das Usinas de Recuperação Energética sobre os métodos de aterramento dos RSD. Discorre, inicialmente, sobre as dificuldades nas negociações que estão sendo encaminhadas para a implantação das URE no Brasil, descreve as operações de uma URE e um caso de implantação de uma URE no México, e demonstra o desempenho econômico de um aterro sanitário comparado com o desempenho econômico de uma URE, verificando que, sob condições de total aproveitamento econômico da energia gerada na URE, esta se torna um empreendimento mais vantajoso economicamente do que as operações de um aterro sanitário.

Após o Capítulo 5, pontuam-se algumas conclusões.

Apresentaremos, inicialmente, os procedimentos metodológicos utilizados na realização deste trabalho de pesquisa.

METODOLOGIA

Este trabalho de pesquisa realiza uma comparação entre os processos de aterramento dos resíduos sólidos domiciliares (RSD) e os modernos métodos para sua incineração, que envolvem a recuperação energética de seu poder calorífico e sua transformação em energia térmica e elétrica.

Prioriza-se, como variáveis analíticas, os aspectos ambientais e os aspectos econômicos.

Discorre-se, inicialmente, sobre as questões geográficas, econômicas e sociais que são inerentes às atuais formas de geração dos RSD e de seu gerenciamento.

Os aspectos ambientais pertinentes aos processos de aterramento dos RSD são discutidos na perspectiva da existência de métodos tecnologicamente mais avançados para sua destinação final, que são os modernos métodos de incineração desses resíduos.

Descreve-se o estado ambiental de alguns locais de disposição final dos RSD na RMSP, enfatizando-se a premência da locação de novas áreas para o aterramento dos RSD na região mediante a escassez de áreas adequadas a estas atividades e a crescente geração destes resíduos na RMSP.

Discute-se as abrangências e resultados obtidos através dos métodos de reciclagem e de compostagem de materiais existentes entre os RSD, e das antigas formas de incineração destes resíduos, que causavam grande poluição aérea.

O relatório "*Gerenciamento de resíduos sólidos: uma visão de futuro*", elaborado pelo Convênio de Cooperação Técnica, estabelecido entre o Governo do Estado de São Paulo e o Governo do Estado da Baviera (Alemanha) para a transferência de conhecimentos sobre a gestão dos RSD, constitui, neste trabalho de pesquisa, fonte importante para a interpretação das variáveis ambientais envolvidas nas operações dos aterros sanitários.

Este relatório também configura uma base fundamental para a descrição, neste trabalho de pesquisa, do processamento das URE (que ainda não foram

implantadas no Brasil) e a determinação dos aspectos ambientais que incorrem em suas operações. Dessa forma, pôde-se estabelecer parâmetros sobre os graus de maior ou menor impacto ambiental auferido nas duas formas analisadas de destinação final dos RSD, evidenciando-se a forma que propicia, no sentido de sua vida útil e do desempenho ambiental, uma maior sustentabilidade do empreendimento.

Este trabalho de pesquisa demonstra, também, a comparação, sob o aspecto econômico, entre o processo de disposição final dos RSD em um aterro sanitário e o processo de incineração destes resíduos. Para tanto, utiliza-se de um estudo hipotético (intitulado estudo *TCO – Total Costs of Ownership: Comparison Incineration Plant-Landfill* – Custos Totais de Propriedade: planta de incineração e aterro sanitário) realizado, a pedido do Convênio de Cooperação Técnica São Paulo- Baviera, por uma empresa alemã denominada Martin GmbH, produtora das tecnologias para a implantação das URE.

O estudo TCO chegou ao nosso conhecimento no decorrer das atividades deste trabalho de pesquisa.

Para a realização da comparação das variáveis econômicas das operações dos aterros sanitários e das URE, pressupunha-se, inicialmente, o levantamento de dados empíricos a respeito, buscando-se, como fontes, os acordos realizados entre as empresas construtoras de aterros sanitários e os representantes (públicos e privados) que os administram, e os representantes das empresas estrangeiras produtoras das tecnologias das URE.

O estudo TCO representou uma forma bem acabada de análise sobre o desempenho econômico do aterro sanitário e da URE, e, como tal, foi incorporado neste trabalho de pesquisa.

Tal estudo, realizado com base nos preços praticados na RMSP, delimita, comparativamente, os custos de investimentos e despesas e as receitas auferidas com a comercialização de energia produzida nas operações de um aterro sanitário (que promove a produção de energia elétrica através da recuperação energética do bio-gás) e nas operações de uma URE.

O resultado do estudo TCO é corroborado, neste trabalho de pesquisa, com os exemplos de três casos de aterros sanitários verificados na RMSP.

Este trabalho de pesquisa envolve uma ampla pesquisa bibliográfica e freqüentes visitas às seções de resíduos sólidos e à biblioteca da Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB).

Os dados levantados acerca da situação ambiental de locais de disposição final de RSD na RMSP e da problemática da escassez de áreas disponíveis para o aterramento destes resíduos na região foram obtidos através de meu trabalho profissional na Organização Brasileira para a Recuperação Ambiental e Pesquisas (OBRAP), que intenta a implantação das URE no Brasil.

Minhas atividades profissionais nesta organização envolveram visitas a 23 prefeituras de municípios situados na RMSP e 3 prefeituras de municípios do interior do Estado de São Paulo, com contatos com prefeitos, secretários municipais e assessores das administrações públicas desses municípios, e freqüentes visitas aos locais de disposição final de RSD nestas regiões.

Neste trabalho de pesquisa, a dimensão técnica da maior sustentabilidade (econômica e ambiental) do processamento das URE em relação às operações dos aterros sanitários remete-se às atuais discussões internacionais sobre o tratamento das questões ambientais e sobre a necessidade de transferência de tecnologias de proteção ambiental a partir dos países industrializados em direção aos países que ainda buscam completar sua industrialização.

PARTE I

Capítulo 1

A influência das relações econômicas na produção do espaço geográfico

1.1 A ecologia e as relações econômicas na ciência da geografia

O espaço geográfico constitui-se em elemento do processo histórico de desenvolvimento das forças produtivas e da sociedade. O espaço é, ao mesmo tempo, determinante no desenvolvimento social que sobre ele se constrói, e determinado por este desenvolvimento, que o produz, conformando-o à sua maneira.

Dessa forma, o espaço armazena, no presente, toda a memória do desenvolvimento histórico da sociedade. E todas as potencialidades do devir histórico, que será determinado pelo grau de consciência político e filosófico das sociedades, traduzido em suas relações econômicas.

A quem sabe desvendar e compreender as marcas deixadas no espaço pelas atividades humanas, é possível compreender o espaço geográfico como um espaço histórico.

A situação atual de alguns locais de disposição final dos RSD (envolvendo aterros sanitários, aterros controlados e lixões comuns), os impactos sociais e ambientais que envolvem (ou envolveram) suas operações, são marcas deixadas por nossa sociedade em suas atividades produtivas.

Através da análise dos espaços geográficos, pode-se compreender aspectos da História de nossas atividades humanas, em suas conquistas e em suas distorções, e propor, com a incorporação dos avanços que a Ciência e o conhecimento humano nos trouxeram, a adoção de métodos mais edificantes de produção de nosso espaço.

A ciência da geografia apóia-se na afirmação do espaço como seu objeto fundamental de estudos. O espaço não pode ser descaracterizado transformando-se em meros recursos naturais ou numa relação ecológica entre o homem e a natureza.

"... ao geógrafo cabe diagnosticar as tendências das formas de ocupação do espaço, mostrando, ao mesmo tempo, a relatividade histórica desta ocupação. Fazer o balanço dinâmico da realidade histórico-espacial, colocando o planejamento em bases concretas e reais, o que poderá, porém, levá-lo à sua própria negação" (Scarlato, 1983).

O geógrafo Milton santos, no livro I de sua obra *"Por uma geografia nova"*, ao fazer uma revisão crítica da história do pensamento geográfico, diagnostica que:

"A geografia é viúva do espaço. Sua base de ensino e de pesquisa é a história dos historiadores, a natureza "natural" e a economia neo-clássica, todas as três tendo substituído o espaço real, o das sociedades em seu devir, por qualquer coisa de estático ou simplesmente de não existente, de ideológico" (Santos, 1978)

E, mais adiante, acrescenta:

"Será a organização espacial apenas um reflexo, ou a projeção de uma organização social que se define independentemente dela e de maneira autônoma, ou o espaço intervém no processo histórico?" (Santos, 1978).

E complementa, citando Paul Veille:

"Quando se consideram os processos econômicos e sociais, o espaço é, em realidade, uma dimensão dos mecanismos da transformação, da prática dos

grupos sociais, de suas relações, ele contribui a produzir, reproduzir, transformar os modos de produção. O espaço é, assim, uma dimensão ativa no devir das sociedades” (Santos, 1987).

O espaço é o objeto fundamental dos estudos da ciência da geografia. Conforme prognosticou Milton santos, em sua obra citada, analisando aspectos da história do pensamento geográfico, o espaço, enquanto objeto de estudo, vem sendo, sistematicamente, abandonado pelos geógrafos, imbuídos pela interpretação de objetos de estudos de outras ciências (como a história, a natureza “natural e a economia neo-clássica).

Em nossos dias, as questões ambientais discutidas internacionalmente têm obscurecido as noções de espaço geográfico devido às suas conotações ecológicas.

O espaço tende a ser visto como um “meio ambiente”, meramente provedor dos recursos naturais necessários à produção dos bens materiais que trarão o bem-estar humano, e o conceito de natureza tende a uma natureza aterradora, à beira de cataclismas apocalípticos que nos trariam fome e destruição, e isso “desgraçadamente” causado, historicamente, pelas atividades humanas, processo que teria sido agudizado na segunda metade do século XX com a intensificação das atividades industriais em nosso planeta.

Contrapondo-se a isso, Milton Santos, nos trechos citados acima, define que o espaço determina, de certa maneira, a forma das relações sociais e que, ao mesmo tempo, a organização espacial é edificada pelas atividades humanas. O espaço não seria um “meio ambiente” utilizado para relações funcionais, e, sim, o palco de desenvolvimento e de vivência das sociedades humanas.

As abordagens teóricas relativas ao meio ambiente definem um enfoque que é caracterizado como ecológico. Ocorre que os conceitos sobre ecologia têm evoluído nas sociedades contemporâneas, e suas caracterizações mais precisas referem-se à ecologia como sendo uma postura humana de comportamento perante a tudo que se possa definir como “natureza”. Essa postura remete-se a

todas as práticas e setores de conhecimento na sociedade, e, supostamente, sempre deve ter existido entre as atividades humanas.

O caráter de “relação ecológica” manifestado nas atuais discussões internacionais sobre o desenvolvimento da sociedade remete-se à ênfase que tem sido conferida às questões ambientais atuais na definição dos modelos de desenvolvimento econômico a serem implementados pelas nações do mundo.

O geógrafo russo I. Guerasimov, em sua obra *“A Sociedade e o Meio Natural”*, definiu a evolução do conceito de ecologia em três fases:

“1. O darwinismo, que originou a concepção evolucionista da natureza viva na segunda metade do século XIX, determina o conteúdo inicial do conceito de ‘ecologia’ como ciência das relações entre a biota (as plantas e os animais) e o *habitat*.

2. O marxismo, com sua concepção científica das leis do desenvolvimento da sociedade, desgarrou o homem do mundo animal como fenômeno sócio-biológico, e determinou que sua população é, em primeiro lugar, uma formação social. Deste modo, limitou o âmbito do enfoque puramente biológico, ecológico, na explicação da existência do homem, sobretudo quando se trata da compreensão dos traços específicos principais da sociedade.

3. Os estudos efetuados nos últimos tempos para compreender a essência da revolução técnico-científica contemporânea e seu impacto sobre o meio ambiente têm expandido os limites do conceito ‘ecologia’, introduzindo, juntamente com outros termos, os termos ‘ecologia do homem’ e ‘ecologia da sociedade’. Mas se lhes atribui um conteúdo carente da clareza necessária, que se deve precisar sobre a base da coordenação dos modos de enfocar as relações mútuas atuais da natureza, o homem e a sociedade desde o ponto de vista das ciências naturais e no plano sócio-ecológico” (Guerasimov, 1986).

Para demonstrar as formas de relação entre os homens e a natureza, Guerásimov cita Marx e Engels (*“Obras”*, t. 6, p. 141):

“Para produzir, os homens contraem determinados vínculos e relações sociais, e, somente através destes, é como se relacionam com a natureza” (Guerasimov, 1983).

Guerasimov adianta que:

“... os termos ‘ecologia do homem’ e ‘ecologia da sociedade’, juntamente com outros conceitos ‘ecológicos’ concernentes às relações entre a natureza e a sociedade, são muito utilizados em nossos dias, mas ainda carecem de interpretação inequívoca” (Guerasimov, 1983).

Para examinar as concepções de ecologia em geral e ecologia do homem, Guerasimov apóia-se na *Encyclopedia of Environmental Science*, norte-americana (Mc Grow-Hill, N.Y., 1974). Nesta enciclopédia, a concepção de ecologia em geral se deve ao ecólogo norte-americano E. Odum e a concepção de ecologia do homem a L. Dice.

“Por ecologia em geral se entende o estudo das relações dos organismos com seu meio ambiente, ou seja, biologia medioambiental. Constituem o objeto de investigação, neste caso, a biologia dos grupos de organismos e processos funcionais ligados a eles, que se operam em terra, oceanos e águas interiores. A ecologia, tomada em seu conjunto, estuda a estrutura e as funções da natureza viva (a humanidade é considerada como parte substancial do meio natural) e é uma das subdivisões principais da biologia. ...os autores da enciclopédia opinam que a ecologia em geral, além de ser uma seção fundamental da biologia, forma uma parte integral de todas as suas seções.

Segundo a definição de ecologia do homem, esta inclui não só a biologia, mas, também, muitos ramos das ciências naturais e sociais: a fisiologia, a higiene, a psicologia e a climatologia, como base para a ecologia de indivíduos; a antropologia, a botânica, a demografia, a economia, a geografia, a geologia, a história, a ciência política, a sociologia e a zoologia, como base para a ecologia da

sociedade de homens. Compreende, assim mesmo, como seções aplicadas, a agricultura, a criação de gado, a proteção das economias florestal e pesqueira, a parasitologia, a saúde pública e a administração territorial" (Guerasimov, 1983).

A ecologia, atualmente, não possui mais o caráter de uma ciência específica. As preocupações ecológicas são inerentes a todos os ramos da Ciência e a todas as atividades humanas. Isso denota que, teoricamente, a postura humana de bons tratos e cuidados à natureza sempre existiu e sempre deverá existir. É uma atitude natural de se cuidar do lugar onde se vive.

"Desde o ponto de vista etimológico, 'ecologia' se decifra assim: *oicos* é casa e *logos* é ciência, em grego. Por conseguinte, se trata de uma ciência que estuda o lugar onde habitam os seres vivos" (Guerasimov, 1983).

Assim delimitamos o conceito de espaço geográfico nas abordagens teóricas sobre o meio ambiente, ressaltando que as práticas sociais devem referenciar-se nas formas espaciais que estão sendo construídas, buscando, como elemento norteador para suas atividades, a edificação de um espaço geográfico de melhor qualidade.

Guerasimov entende ser a ciência da geografia o instrumento fundamental no estudo do meio ambiente.

"As conexões diferentes desse meio 'organizado' com os objetos de estudo de ciências diversas constituem, precisamente, o conteúdo do enfoque ecológico. Ainda quando estes objetos formam parte, eles mesmos, do meio, na qualidade de componentes seus estudados por várias ciências, seu conjunto e seus nexos recíprocos imprimem ao entorno determinada integridade, fazendo necessário estudar o próprio entorno como uma ciência autônoma. Essa ciência, ou dito mais exatamente, um sistema de ciências, deve ser a geografia...(devido a) suas grandes potencialidades de enfocar um conjunto de fenômenos naturais e sociais" (Guerasimov, 1983).

O que distingue a ciência da geografia das outras ciências é o seu objeto fundamental de estudo, que é o espaço geográfico. O espaço e as formas de ocupação do espaço através das atividades humanas.

A aceitação do espaço como elemento ativo e integrante (e receptor) do desenvolvimento social nos permite entender a materialidade de nossa vida humana sobre a Terra. As ciências econômicas, por exemplo, podem reduzir importantes questões sociais a índices numéricos abstratos de difícil aplicabilidade em outras áreas do conhecimento científico.

No tocante à ciência da geografia, as questões físicas de nosso planeta podem remeter-se ao uso que delas fazem as práticas humanas, e as questões de geografia humana podem incorporar as formas de ocupação do solo, bem como as crenças e valores das populações envolvidas. Isso torna as problemáticas existentes mais visíveis e palpáveis, ou seja, mais aptas ao encontro de soluções.

As marcas deixadas no espaço podem ser interpretadas, compondo, assim, uma linguagem plausível ao nosso entendimento. Os adeptos da geografia cultural definem este processo de interpretação como uma *hermenêutica* da linguagem.

“Os signos de que as paisagens são portadoras transmitem mensagens intencionais, geralmente muito fáceis de serem decifradas pelas pessoas familiarizadas com a cultura local. Mas não para os outros. A mensagem não se torna tão clara a não ser que se conheçam os textos que ela procura transcrever” (Claval, 2004).

A geógrafa Maria Gravina Ogata, em seu trabalho sobre os resíduos sólidos na organização do espaço e na qualidade do ambiente urbano, assim refere-se ao espaço urbano:

“O espaço em que se encontra a cidade registrou, durante toda a sua história, os traços de suas dinâmicas anteriores, resultantes da confrontação de energias políticas, sociais e econômicas. Este espaço se constitui num sistema de acumulação e fixação de aventuras atuais e traços de aventuras passadas.

Os imóveis, os quarteirões, as ruas de uma cidade dão conta, sob forma de sinais, de relações que se estabeleceram entre os homens e os capitais. Esses sinais traduzem a dinâmica dessas relações num espaço exíguo.

O acúmulo da materialidade física urbana, resultante dessa dinâmica, torna empobrecido e opaco o significante (a linguagem) desses sinais, devido ao entremetimento de sucessivas estruturas acumuladas (atuais e passadas) conservadas em memória" (Ogata, 1983).

Essa significação cultural do espaço traduz, através de sua decifração lingüística, o movimento da História realizado pela sociedade humana. A referência às relações estabelecidas entre os homens e os capitais na construção de imóveis, quarteirões e ruas constitui um elemento importante.

São as relações econômicas que organizam as relações sociais em seu processo produtivo e na interação com a natureza. Mas é fundamental entender que são as relações sociais que definem as relações econômicas entre a sociedade.

As relações sociais envolvem os padrões morais da sociedade, suas crenças e seus valores. As relações sociais expressam o nível de desenvolvimento filosófico da sociedade em cada momento histórico de seu processo civilizatório.

1.2. O sistema G-T-P de Georges Bertrand e a interdependência econômica entre as regiões

Entre os geógrafos, é imprescindível a necessidade de um recorte espacial para o estabelecimento de procedimentos metodológicos a serem efetivados nas análises de seus objetos de estudo. A esse respeito, um tema candente nas discussões atuais refere-se à definição sobre o que poderia ser uma paisagem.

Isso porque uma paisagem seria um recorte espacial no objeto de estudo da geografia, que é considerado, fundamentalmente, como o espaço total do globo terrestre.

As definições sobre a paisagem são, ainda, díspares entre os geógrafos. Uma versão interessante, a este respeito, nos é dada pelo geógrafo Georges Bertrand, que é apresentada como “uma construção de tipo sistêmico destinada a demonstrar a complexidade do meio ambiente geográfico, respeitando, tanto quanto possível, a sua diversidade e a sua interatividade “(Bertrand, 2007).

Referimo-nos a este trabalho de Bertrand para enfatizar a necessidade da consideração sobre as relações econômicas na sociedade para o entendimento da construção do espaço geográfico.

Neste trabalho, Bertrand nos apresenta o que intitulou como paradigma GTP (Geossistema – Território – Paisagem), com o intuito de analisar, de forma sistemática, uma porção do espaço ocupada por seres humanos.

O Geosistema seria um conceito naturalista que permite analisar a estrutura e o funcionamento biofísico de um espaço geográfico tal como ele funciona atualmente, ou seja, com seu grau de antropização.

O Território seria um conceito que permite analisar as repercussões da organização e dos funcionamentos sociais e econômicos sobre o espaço considerado.

E a Paisagem representaria a dimensão sócio-cultural deste mesmo conjunto geográfico.

Bertrand define o sistema GTP como:

“Uma coordenada material que tem por objetivo reunir e tratar a configuração de conjunto dos corpos materiais que entram na composição de um espaço geográfico, sejam eles naturais ou artificiais (árvore, estrada, construção, água)” (Bertrand, 2007).

Para o entendimento do produto desta inter-relação, Bertrand propõe um “sistema geral de representações” da paisagem, composto de um sistema de representação “dominante” e de um número variável de subsistemas “dominados”.

“O sistema dominante, seja ou não imposto por uma minoria cultural ou econômica atuante, é compartilhado pelo maior número. Ele tem duas proveniências.

Por um lado, ele tem origem histórica e patrimonial baseada na memória coletiva... Ele apresenta, geralmente, uma forte carga afetiva e identitária, e ele é, muito freqüentemente, elitista. Ele pode, facilmente, se nuançar de saudosismo e de conservadorismo. Ele não precisa de projeto paisagístico para se impor.

Por outro lado, ele está fortemente influenciado pela mediatização paisagística, tal como ela é fabricada na cultura contemporânea das mídias, em particular através de *spots* publicitários que usam muito amplamente as paisagens, da venda de imóveis à venda de sabão em pó.

Na dependência do sistema dominante ou em contradição e em conflito com ele, ou ainda totalmente no exterior, é indispensável pôr em evidência os subsistemas individuais mais característicos, segundo critérios já evocados. É possível, então, desenhar os contornos de subsistemas coletivos. Eles são de natureza muito diferente e se conectam freqüentemente. Eles podem ser classificados de modo unívoco. Entre estes, existem grupo sociais que têm uma consciência bastante clara dos desafios paisagísticos. Eles podem divergir, até se opor (associação de proteção da natureza, construtores imobiliários). Existem, também, grupos sociais muito desfavorecidos que se acham de fato excluídos de qualquer cultura paisagística e para os quais a paisagem não é nem mesmo um longínquo eldorado” (Bertrand, 2007).

O sistema GTP é muito interessante porque possibilita a inclusão de aspectos da geomorfologia, como a base de entendimento dos processos da litosfera em sua exuberância de recursos utilizados pelo homem e em suas fragilidades ambientais, com aspectos da formação do território, como as possibilidades de sua organização sócio-política e econômica, e com aspectos da paisagem, que Bertrand analisa como a dimensão sócio-cultural do conjunto geográfico. São elementos que podem relacionar-se interativamente, definindo hierarquias e prioridades na construção do sistema GTP.

No sistema geral de representações da paisagem, ele divide os indivíduos entre o sistema dominante e o sistema dominado, caracterizando-os a partir dos traços de suas preferências paisagísticas.

Este sistema pode ser utilizado para a análise de segmentos do espaço, na área urbana ou na área rural, ocupado demograficamente, ou segmentos populacionais de uma mesma área. Deve conter objetivos específicos de análise investigativa e pode ser muito enriquecido com a ponderação sobre as relações econômicas existentes entre os grupos humanos considerados.

É certo que a incorporação do estudo das relações econômicas entre estes grupos romperia o aparente equilíbrio estático do sistema apresentado e poderia revelar, necessariamente, o movimento dinâmico do desenvolvimento histórico da formação de tais grupos humanos e de sua interdependência econômica com grupos humanos de outras regiões.

A respeito desta interdependência econômica, Milton Santos (obra citada) reforçou o pensamento de Max Sorre:

“Max Sorre (1948, 1969), muito justamente, objetou que os conceitos de gênero de vida, útil para as sociedades humanas desenvolvidas, não era mais aplicável no mundo moderno onde os grupos humanos agem, principalmente, segundo os impulsos vindos do exterior” (Santos, 1978).

Por volta de meio século após Max Sorre ter formulado tais afirmativas, temos clareza de que o desenvolvimento econômico de sociedades locais é, fortemente, influenciado por sua interdependência com a economia de sociedades de outras regiões. Tal clareza advém da constatação de que, hoje, a produção econômica entre as sociedades humanas é, de fato, internacionalizada.

O processo de internacionalização da economia induz à incorporação e instituição de padrões uniformes de normatização da produção que regulam as relações de produção locais (em cada país) e internacionais, de forma a viabilizar estruturas comuns que possibilitem o desenvolvimento do comércio internacional e das formas de produção instituídas.

As ciências econômicas têm, por objeto de estudo, a investigação das relações econômicas, gestadas ou em curso, na sociedade humana.

Em trecho citado acima, Milton Santos proclama estar ocorrendo um processo de ideologização na ciência da geografia. O mesmo processo de ideologização pode ocorrer entre as ciências econômicas.

Uma ênfase no estudo das relações sociais de produção poderia levar a constatações sobre o desequilíbrio na apropriação da renda gerada no processo produtivo, que determinaria a conformação de classes sociais distintas e com interesses antagônicos. Ou, uma ênfase no estudo dos processos de circulação (troca) dos bens produzidos poderia levar a interpretações que justificam a acumulação de capitais decorrente das práticas de comércio.

Na dependência da perspectiva analítica que se pode assumir nesses contextos de análise econômica, existe a possibilidade de ideologizar-se as ciências econômicas, desenvolvendo-se estudos que possam atender às necessidades de segmentos ou classes sociais distintas (ou, mesmo, em confronto).

Tal ideologização tende a ocorrer ao considerar-se as relações econômicas como preponderantes absolutas no processo de desenvolvimento social.

O papel excessivamente ordenador que representa o dinheiro em nossos tempos pode levar a um ofuscamento sobre o fato de que são as relações sociais que determinam as relações econômicas.

São as concepções morais e filosóficas difundidas e aceitas por boa parte das sociedades que geram instituições e padrões de vida humana que passarão a ser regulados pelas atividades econômicas que lhes são decorrentes.

Os interesses econômicos distintos de classes e grupos sociais podem, em dado momento, tentar fazer prevalecer, perante o meio social, as perspectivas econômicas que lhes são pertinentes. Cabe, aqui, duas ressalvas importantes.

Esses interesses, ao serem aceitos por boa parte das populações humanas (ou impostos, através de variados artifícios), passam a representar um aspecto da moral instituída, regulando, de certa forma, a atividade produtiva em suas relações econômicas, e, como tal, devem ser aceitos.

Mas, em segundo lugar (e isso é muito importante), os interesses econômicos de grupos sociais distintos não podem ser interpretados como uma verdade absoluta (econômica ou filosófica) perante o movimento histórico mais abrangente que determina o desenvolvimento da sociedade.

Trata-se, apenas, de questões econômicas decorrentes das formas de relações sociais que configuram a interação dos seres humanos em determinado momento do desenvolvimento da sociedade.

Ao aceitarmos as questões econômicas como sendo preponderantes sobre as verdadeiras questões existenciais sobre o desenvolvimento humano e o desenvolvimento da sociedade, estaríamos incorrendo em erros de análise de grande monta. Seria o mesmo que afirmar que um homem vale apenas pelo dinheiro que tem, quando, na verdade, um homem vale pelo que ele conhece.

A aceitação da preponderância das relações econômicas sobre o desenvolvimento social representa apenas uma ideologização, com toda a alienação social que isso determina à consciência dos seres humanos vivendo em sociedade.

Devemos entender as relações econômicas a partir da análise do desenvolvimento da sociedade (em suas crenças e valores, consubstanciados através de suas instituições), e, assim, compreender os confrontos políticos que possam existir, entre os grupos organizados, como um desenvolvimento de sua consciência em direção à evolução da sociedade.

É nesse sentido que as ciências econômicas devem basear suas investigações a partir das realidades presentes em cada momento histórico do desenvolvimento social, vislumbrando, sempre, as possibilidades de construção de uma sociedade que busca harmonia e solidariedade entre os seres humanos.

Capítulo 2

O contexto econômico-ambiental em que se insere a implantação das Usinas de Recuperação Energética no Brasil

2.1. A necessidade de aquisição de novas tecnologias e o planejamento ambiental

As áreas utilizadas para o aterramento dos resíduos sólidos domiciliares (RSD) constituem impactos ao meio ambiente. A prevenção destes impactos requer, num estudo aprofundado, um entendimento sobre a forma como são gerados estes resíduos.

“Prever impactos em relação a um projeto de qualquer tipo, destinado a uma determinada região e a um sítio ou gleba em particular, é uma operação técnico-científica essencialmente multidisciplinar, de grande importância para os países do Terceiro Mundo... ...porque revela o nível de esclarecimento atingido pela sociedade do país em relação à capacidade de antever quadros futuros da organização espacial de seu território” (Ab’Saber, 2002).

Os RSD são materiais descartados através do consumo final de produtos, que é realizado por cada indivíduo na sociedade. Por serem gerados através do consumo final de cada indivíduo, sua composição reflete um aspecto fundamental: são materiais provindos dos mais variados setores produtivos da sociedade, e, por isso, sua separação por materiais de idêntica composição torna-se muito dificultosa.

O reaproveitamento de materiais em larga escala (como pode ocorrer nos setores produtivos) apenas é possibilitado nos casos em que estes materiais são

semelhantes. As atividades industriais que utilizam práticas de gestão ambiental mais evoluídas envolvem a separação dos resíduos gerados em cada fase de sua produção, de modo a que sejam reaproveitados (tais técnicas são denominadas por “tecnologias limpas”). A mistura de materiais residuais diferentes impossibilita seu reaproveitamento industrial, e a essa massa informe denomina-se “lixo” (denotando algo que não serve para nada).

Ao se tratar da gestão dos RSD, é necessário ter-se em conta que estes resíduos são uma decorrência direta do processo de produção e consumo de bens promovido pela sociedade, e que expressam, como pano de fundo, as relações sociais e as concepções ecológicas vigentes. Os locais de disposição final dos RSD refletem apenas uma parte do processo de sua geração, uma vez que este ocorre em todo o espaço ocupado demograficamente.

A forma como se dá a produção destes resíduos e as concepções ecológicas vigentes em cada sociedade determinam todo o processo de gerenciamento dos RSD, incluindo as opções por seu aterramento.

“É sabido que todo e qualquer projeto desenvolvimentista interfere no meio ambiente, e, sendo certo que o crescimento é um imperativo, impõe-se discutir os instrumentos e mecanismos que os conciliem, diminuindo ao máximo os impactos ecológicos negativos e, conseqüentemente, os custos econômicos e sociais” (Milaré, 2002).

Em nosso país, a ineficácia do planejamento ambiental na gestão dos RSD demonstrou equivocadas concepções acerca da ecologia. Caracterizou-se uma idéia de que o desenvolvimento econômico auferido pelos países industrializados deveria instaurar-se, a qualquer custo, em países como o nosso (que buscam completar sua industrialização), relegando-se a um plano secundário os cuidados com o meio ambiente.

“A revolução técnico-científica complicou as relações entre a humanidade e o meio natural. Seu intercâmbio crescente de substâncias e energia – que se

manifesta no uso ampliado dos recursos naturais e no aumento dos desejos originados pela indústria – reforça, sobremaneira, o impacto geral do homem sobre a natureza, enquanto é limitada a capacidade da própria natureza para reproduzir, por si só, os recursos intensamente explorados e absorver os desejos humanos" (Guerasimov, 1983).

As formas de aterramento de RSD encontradas nos países industrializados são mais bem desenvolvidas quanto à proteção ambiental do que as formas de aterramento encontradas em nosso país.

Nos países desenvolvidos, a evolução do processo de industrialização demonstrou às populações locais os aspectos nefastos que podem decorrer das atividades produtivas agressivas à natureza. Dessa forma, nesses países, as sociedades locais passaram, politicamente, a determinar um nível de qualidade ambiental e social que deve ser conquistado no processo de desenvolvimento social.

"O Homem participa dos ecossistemas em que vive. Ele os modifica e, por sua vez, os ecossistemas reagem, determinando algumas adaptações do Homem. As interações são permanentes e intensas, qualquer que seja o nível de desenvolvimento técnico da sociedade humana" (Tricart, 1977).

Em nosso país, referentemente à gestão dos RSD, a interação entre sociedade e natureza tem-se dado de forma precária e pouco cuidadosa. É necessário um planejamento ambiental que seja decorrente de uma qualidade ambiental desejada, que só pode ser estabelecida na sociedade através de um processo político. O estabelecimento dos parâmetros ambientais a serem alcançados reflete-se no planejamento ambiental e na forma de produção do espaço utilizado nas atividades de produção e consumo.

"Todo projeto tem um destino em relação a um sítio de implantação e a uma região de localização. Por isso, é indispensável o conhecimento da estrutura, da

composição e da dinâmica dos fatos que caracterizam o espaço total da região escolhida” (Ab’Saber, 2002).

As áreas utilizadas para as operações dos aterros sanitários configuram um espaço que nos remete a um olhar mais abrangente sobre o processo de produção e consumo na sociedade e sobre a relação homem-natureza.

As regiões dos aterros sanitários conformam apenas o aspecto final da deposição dos RSD na natureza. Os RSD estocados são parcelas residuais de todo o processo social de produção e consumo de bens. Nesse sentido, os impactos ambientais causados nos aterros sanitários remetem-se aos impactos ambientais gerados através de todo o processo produtivo, que tem, nos aterros sanitários o descarte de uma parcela dos resíduos gerados pelo consumo final de cada indivíduo.

O processo industrial iniciado há poucos séculos constituiu, em escala planetária, um mercado consumidor de seus produtos. As atividades industriais utilizam-se dos recursos naturais do planeta para a produção de bens e, no processo produtivo, geram resíduos que devem ser depostos na natureza.

A relativa escassez de recursos naturais e as dificuldades para objetivar-se formas ambientalmente saudáveis para a deposição dos resíduos gerados, têm ocasionado olhares críticos às nossas relações sociais de produção.

“Nosso meio ambiente ecológico está em constante fluxo. Ele é caracterizado pela dinâmica de um certo número de elementos que interagem. Nós devemos entender estes mecanismos, buscando fazer um melhor uso do meio ambiente, produzindo mais comida, fibra e madeira, protegendo a terra contra degradações que poderiam destruir sua capacidade de prover a existência biológica dos seres humanos. Cada intervenção modifica a dinâmica e afeta as interações das interdependências. E assim o faz todo desenvolvimento. Para atingir os objetivos necessários, o desenvolvimento deve levar em conta estas dinâmicas e interdependências. O desenvolvimento não pode basear-se em um mero inventário de todos os objetos” (Tricart, 1992).

Em nossa época está colocado o seguinte desafio: os processos de produção e consumo de bens devem envolver, necessariamente, as atividades de planejamento ambiental para a proteção da natureza, e, concomitantemente a isso, deve-se promover uma recuperação dos recursos naturais degradados.

O desenvolvimento tecnológico propiciado pelas descobertas científicas e inovações das técnicas de produção tem sido questionado.

“Desde o século dezenove, a pesquisa científica tem deferido ao método analítico uma honraria excessiva. O resultado tem sido uma proliferação de especialidades, sempre mais restritas, sempre mais esotéricas, e sempre menos capazes de responder às preocupações da opinião pública, que experimenta uma larga visão da deterioração da qualidade de vida a cada vez que um questionável “desenvolvimento” toma lugar. A opinião pública demonstra-se cansada das conseqüências das irresponsáveis ações efetivadas em um meio ambiente frágil e complexo. Desafortunadamente, a pesquisa científica tem encaminhado de maneira insuficiente estas questões de qualidade ambiental” (Tricart, 1992).

Criticar uma forma de conduta das pesquisas científicas não significa desmerecer os procedimentos científicos ou a Ciência (haja visto que J. Tricart é um renomado cientista). O que está sendo questionado é o enfoque dado às pesquisas científicas em geral e às suas aplicabilidades práticas.

Em nossa economia de mercado, orientada pelas necessidades de lucro das empresas privadas, os recursos financeiros para as pesquisas científicas têm se dirigido aos projetos que possam gerar produtos a serem comercializados num mercado consumidor cada vez mais abrangente entre as populações do planeta. A acirrada concorrência comercial entre estas empresas impõe-lhes a necessidade de crescer de maneira desmedida para que possam sobreviver no mercado, gerando uma altíssima concentração de capitais.

O capital acumulado tem a finalidade precípua de gerar lucros (ou deixa de ser capital investido), e sua concentração em grandes empresas produtivas

possibilita a incorporação de inovações tecnológicas que favorecem a comercialização dos bens produzidos.

Neste sentido, as inovações tecnológicas significam a produção de novidades que podem manifestar-se como objetos de desejo de consumo por parte das populações, gerando um grande afluxo de vendas e crescimento econômico nas empresas que as comercializam.

Estas empresas têm se desenvolvido com relativa liberdade quanto aos necessários padrões de preservação ecológica, que podem limitar suas formas de atuação.

J. Tricart analisa que “enquanto o desenvolvimento (econômico e social) basear-se em um mero inventário de todos os objetos”, os impactos ambientais permanecerão na mesma ordem e magnitude.

Mas, as tecnologias podem representar a possibilidade vital de recuperação da degradação natural já existente e de um desenvolvimento harmonioso entre a produção e consumo de bens e a natureza.

Os problemas ambientais, sobretudo os de origem industrial, podem, progressivamente, ser resolvidos com a aplicação de tecnologias adequadas. O métodos que são incorporados demonstram viabilidade tecnológica e econômica para a solução destes problemas.

A gestão dos RSD nos países que ainda buscam completar sua industrialização (como é o caso do Brasil) já defronta-se com as tecnologias mais modernas de operação das URE, que encontram-se implantadas em países europeus.

A aquisição destas tecnologias não deve ser vista como um mero avanço tecnológico na rota do desenvolvimento econômico já implantado mundialmente, que desconsidera as necessidades de novos paradigmas ecológicos nas atividades humanas contemporâneas. A implantação das URE no Brasil deve significar uma contribuição da Ciência no caminho de uma relação mais sadia com a natureza e entre a sociedade.

As atividades industriais, através da apropriação dos resultados das pesquisas científicas, potencializaram os efeitos das práticas produtivas sobre o

meio ambiente. E neste processo, o desenvolvimento da Ciência especializou o conhecimento humano em ramos distintos do saber.

As atividades de produção e consumo de bens industrializados abrangem, hoje, vastas dimensões territoriais de nosso planeta, e os impactos à natureza inerentes a este processo também são verificados neste grau de escala de alcance. O objeto comum para a análise das formas de perpetuação deste sistema produtivo baseia-se na capacidade da natureza para repor os recursos necessários a este modo de produção.

Na realização de tais estudos, as pesquisas científicas devem incorporar os conhecimentos dos variados ramos que compõem nossa Ciência atual, instaurando metodologias para análises multidisciplinares que permitam investigações sobre a preservação da natureza em sua inter-relação com a vida humana em sociedade.

“Estudar a variada influência do progresso da ciência e da técnica sobre o meio ambiente natural (biosfera) é um dos problemas mais importantes de nossa época. Em princípio, as investigações fundamentais relacionadas com o uso racional dos recursos da biosfera e a proteção e melhorias do meio ambiente (denominadas, atualmente, ecológicas) devem efetuar-se em todos os ramos da ciência contemporânea e ser interconectadas, já que possuem uma meta comum: a ação recíproca do objeto que se estuda e o meio natural íntegro” (Guerasimov, 1983).

Os estudos sobre a viabilidade de empreendimentos humanos no ambiente natural devem levar em conta a fragilidade dos ambientes naturais em função de suas características geomorfológicas e naturais em geral.

“A fragilidade dos ambientes naturais face às intervenções humanas é maior ou menor em função de suas características genéticas. A princípio, salvo algumas regiões do planeta, os ambientes naturais mostram-se (ou mostravam-se) em estado de equilíbrio dinâmico até o momento em que as sociedades

humanas passaram, progressivamente, a intervir cada vez mais na exploração dos recursos naturais” (Ross, 1994).

As características do processo econômico desenvolvido pelas sociedades devem compor os estudos sobre as influências humanas no meio natural.

“... a elaboração de um Zoneamento Ambiental deve partir da adoção de uma metodologia de trabalho baseada na compreensão das características e da dinâmica do ambiente natural e do meio sócio-econômico, visando buscar a integração das diversas disciplinas científicas específicas por meio de uma síntese do conhecimento acerca da realidade pesquisada” (Ross, 1994).

Os processos sócio-econômicos configuram os fluxos integrados de energia que compõem a interação entre os sistemas ambientais naturais e as sociedades humanas. Os sistemas sócio-econômicos viabilizam esta interação.

O quadro abaixo demonstra o fluxo de energia que integra a inter-relação sociedade e natureza.

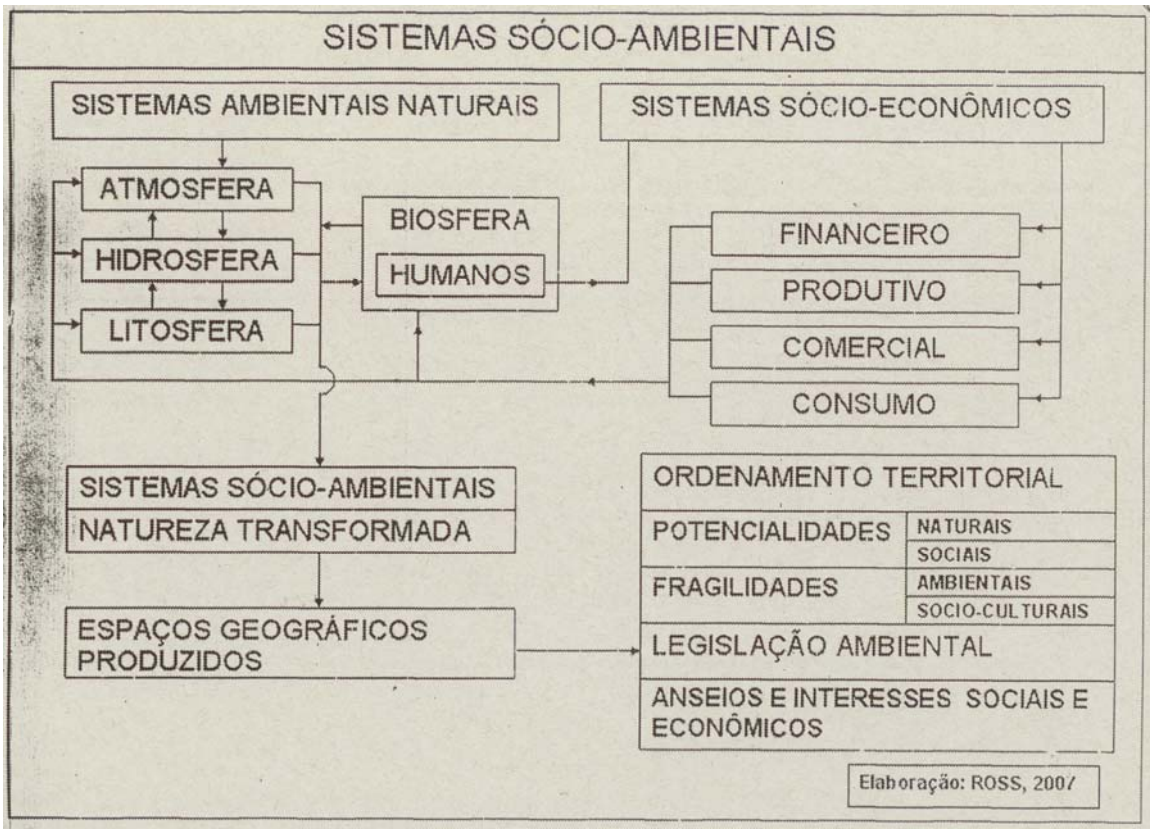

Figura 1. Sistemas Sócio-Ambientais (Ross, 2007).

Os espaços geográficos produzidos pelas atividades humanas interagem, num movimento contínuo, com as instâncias dos sistemas sócio-econômicos, promotoras de um ordenamento territorial através das legislações ambientais, que são baseadas nas potencialidades naturais e sociais dos ambientes. As fragilidades ambientais e sócio-culturais também são relevantes no fluxo geral de interação da energia entre sociedade e natureza.

O setor produtivo possibilita o consumo de bens através das instâncias de comércio e de financiamentos monetários praticadas na sociedade, e, dessa forma, viabiliza-se as interações humanas com os sistemas ambientais naturais.

Os sistemas ambientais naturais que incluem a presença cotidiana do homem situam-se na biosfera, composta pela atmosfera, hidrosfera e litosfera.

A composição do sistema sócio-ambiental gera a natureza transformada, que determina os espaços geográficos produzidos, num fluxo ininterrupto que reflete a história da raça humana em seu ciclo civilizatório.

Ao nos depararmos com projetos de atividades humanas, as preocupações com o planejamento ambiental devem ser, sempre, presentes.

“O planejamento ambiental surgiu nas três últimas décadas, em razão do aumento dramático da competição por terras, água, recursos energéticos e biológicos, que gerou a necessidade de organizar o uso da terra, de compatibilizar esse uso com a proteção de ambientes ameaçados e de melhorar a qualidade de vida das populações. Surgiu, também, como uma resposta adversa ao desenvolvimento tecnológico, puramente materialista, buscando o desenvolvimento como um estado de bem-estar humano, ao invés de estado de economia nacional. O planejamento ambiental vem como uma solução a conflitos que possam ocorrer entre as metas de conservação ambiental e de planejamento tecnológico” (Santos, 2004).

Para os devidos cuidados com o meio ambiente...

“... é cada vez mais urgente que se faça inserções antrópicas absolutamente compatíveis com a potencialidade dos recursos, de um lado, e, de outro lado, com a fragilidade dos ecossistemas ou ambientes naturais” (Ross, 1994).

Perante o planejamento de uma atividade humana, torna-se necessário uma avaliação dos impactos ambientais causados pelas diversas alternativas técnicas existentes para a realização de tal projeto, de modo a possibilitar uma comparação entre elas e verificar a alternativa mais viável (menos impactante) ambientalmente.

Um tipo de avaliação ambiental é possibilitado através de algumas técnicas utilizadas pelas ciências econômicas. Tais técnicas são conhecidas por “valoração ambiental”.

Entre as correntes teóricas das ciências econômicas, as técnicas de valoração ambiental que apresentam melhores efeitos demonstrativos e

resultados práticos têm por base de referência as magnitudes quantitativas dos impostos e taxas pecuniárias que são aplicados como forma de penalização contra agressões ambientais.

Os impostos e taxas ambientais são instrumentos monetários utilizados nas economias de mercado, e possibilitam uma quantificação dos bens naturais de uso público através das estimativas sobre os recursos financeiros que seriam necessários para a sua reparação em caso de danos. Os impostos e taxas são cobrados aos agentes poluidores numa dimensão de valores proporcional aos danos gerados.

A imposição de impostos e taxas como formas de sanção contra os danos ambientais intenta um equilíbrio entre as atividades humanas e as degradações naturais, aceitando um nível de poluição considerado um “ponto ótimo de poluição”. A quantificação dessas taxas e impostos representa uma importante forma de mensuração dos impactos ambientais, ainda que limitada aos procedimentos de economias de mercado.

A aplicação prática dessas formas de sanção produz um resultado mais positivo nos países em que as sociedades locais já definiram um padrão ecológico de convívio com a natureza e promoveram importantes benefícios de proteção e recuperação natural. Nesse patamar, os impactos ambientais são mais facilmente mensuráveis através das referências da recuperação natural promovida.

Nos países que ainda buscam completar sua industrialização, a degradação natural é feita sem critérios relevantes e a mensuração econômica dos impactos ambientais gerados não encontra referências explícitas quanto ao padrão ambiental desejado pela sociedade. Com que valores financeiros poderíamos mensurar, por exemplo, os impactos ambientais causados, generalizadamente, através do aterramento dos RSD? Que estado natural, para a gestão dos RSD, poderia ser utilizado como referência para a determinação dos valores financeiros necessários à recuperação da degradação ambiental existente num país como o nosso?

A aplicação prática dos impostos e taxas ambientais é menos eficaz nos países que ainda não completaram sua industrialização. Porém, estas técnicas de

valoração ambiental constituem um arsenal teórico valioso na demonstração dos níveis de degradação ambiental já consumados, pois traduzem, numa magnitude monetária aproximativa, a relação de distância entre o estado natural degradado e o estado natural recuperado.

2.2. A economia ambiental e as taxas e impostos ambientais

As atuais correntes teóricas da economia ambiental têm se estruturado, fundamentalmente, a partir dos pressupostos analíticos consubstanciados no conceito de desenvolvimento sustentável.

Como já vimos, este conceito tem sua formulação detalhada com maior precisão no Relatório Brundtland, intitulado “Nosso futuro Comum”. Em relação aos intercâmbios econômicos internacionais, este relatório preconiza:

“Para que os intercâmbios internacionais beneficiem a todas as partes envolvidas, é preciso que antes sejam atendidas duas condições: a manutenção dos ecossistemas dos quais depende a economia global deve ser garantida, e os parceiros econômicos têm que estar convencidos de que o intercâmbio se processa numa base justa...as medidas específicas devem estar inseridas num contexto mais amplo de cooperação efetiva para gerar um sistema econômico internacional comprometido com o crescimento e a eliminação da pobreza no mundo...os povos pobres são obrigados a usar excessivamente seus recursos ambientais a fim de sobreviverem, e o fato de empobrecerem seu meio ambiente os empobrece mais, tornando sua sobrevivência ainda mais difícil e incerta” (Brundtland, 1987).

Essas afirmativas acompanham um diagnóstico (demonstrado no relatório) que constata a existência de uma situação crítica de esgotabilidade iminente dos recursos naturais do planeta, que não suportariam a exploração desencadeada pela atual forma de desenvolvimento econômico, baseada nas atividades industriais.

“Resta pouco tempo para ações corretivas. Em alguns casos, já podemos estar prestes a transpor os limites críticos. Os cientistas continuam buscando e

discutindo causas e efeitos, mas em muitos casos já temos conhecimento suficientes para justificar a ação” (Brundtland, 1987).

E quanto às relações internacionais o relatório define:

“Nenhum país pode desenvolver-se isoladamente. Por isso, a busca do desenvolvimento sustentável requer um novo rumo para as relações internacionais. O crescimento sustentável a longo prazo exigirá mudanças abrangentes para criar fluxos de comércio, capital e tecnologia mais eqüitativos e adequados os imperativos do meio ambiente...a unificação das necessidades humanas requer um sistema multilateral que respeite o princípio do consenso democrático e reconheça que há apenas uma Terra, mas, também, um só mundo” (Brundtland, 1987).

O diagnóstico sobre os bens naturais danificados através das ações humanas abrange temas ambientais de grande magnitude, como a poluição aérea e aquática, a desertificação dos solos e a elevada concentração demográfica observada em muitas cidades dos países em desenvolvimento ou sub-desenvolvidos.

Esses temas afetam, em conjunto, todas as sociedades humanas, e as ações corretivas a serem encaminhadas para a solução de tais problemas devem configurar ações coletivas de nossa civilização em defesa dos interesses comuns. Tais ações deveriam basear-se em relações econômicas, entre os membros da sociedade, voltadas a estas finalidades.

Ocorre que as sociedades capitalistas são estruturadas a partir do comportamento individual de cada agente econômico, que busca, através das relações econômicas, a satisfação de suas próprias necessidades.

As correntes teóricas da economia ambiental têm procurado instrumentalizar as economias de mercado para a realização dos objetivos coletivos de prevenção e correção de danos à natureza através de métodos de valoração ambiental das atividades humanas e da imposição de impostos e taxas ambientais para a orientação econômica destas atividades.

A economia ambiental diferencia-se, de certa forma, da corrente teórica denominada “economia ecológica” quanto às avaliações relativas à capacidade que possui a natureza como provedora de recursos naturais necessários ao desenvolvimento econômico em sua forma atual.

Um estudo crítico sobre estes modelos teóricos, que propugnam a imposição de impostos e taxas como sanções às penalidades contra o meio ambiente, nos propicia uma visão aprofundada sobre a relação com a natureza estabelecida, através do processo produtivo, numa sociedade como a nossa, regida por uma economia de mercado.

Analisaremos, primeiramente, pressupostos teóricos da economia ambiental, e, em seguida, nos referiremos à economia ecológica.

A economia ambiental tem, como alguns de seus expoentes, os economistas P. H. May e Ignacy Sachs, que apóiam seus estudos nos trabalhos de A. C. Pigou, que viveu no início do século XX. A economia ambiental pressupõe que os recursos naturais (entendidos como fonte de insumos e rejeitos) não representam, no longo prazo, um limite absoluto à expansão da economia.

“Os limites impostos pela disponibilidade de recursos naturais (capital natural) podem ser indefinidamente superados pelo progresso técnico, que os substitui por capital produzido (ou capital humano)” (Romeiro, 2004).

Pressupõe, também, implicitamente, que não é relevante o risco de perdas irreversíveis ao longo do processo de ajuste necessário para a reparação dos danos causados à natureza. Portanto, o capital natural disponível representa restrição apenas relativa, superável indefinidamente pelo progresso científico e tecnológico.

“Os mecanismos fundamentais que garantem, com eficiência, a ampliação indefinida dos limites ambientais ao crescimento econômico são, principalmente, os mecanismos de mercado. No caso dos recursos naturais transacionados no mercado – insumos materiais e energéticos – a escassez crescente de

determinado recurso se traduziria, facilmente, na elevação de seu preço, o que, por sua vez, induziria a introdução de inovações que permitissem poupá-lo, com a substituição por outro recurso mais abundante" (Romeiro, 2004).

Assim, mediante, por exemplo, a escassez do petróleo, o estímulo ao aproveitamento energético do gás natural representaria um redirecionamento econômico do setor produtivo obtido através de instrumentos monetários de mercado. O tratamento econômico dos bens naturais de uso público que não são transacionados no mercado é concebido como uma *externalidade* aos processos de livre comércio.

"No entanto, em se tratando de recursos naturais não transacionados no mercado, devido à sua natureza de bens públicos (ar, água, etc.), e que prestam serviços ambientais (como aquele de assimilação de rejeitos), a escassez crescente não se traduz na elevação de preços, mas apenas em *externalidades* negativas" (Romeiro, 2004).

Por externalidades ambientais negativas entendem-se os impactos negativos das atividades de um agente econômico sobre o nível de bem-estar de outro, por meio da degradação de um recurso ambiental de uso coletivo, sem que, na ausência de direitos de propriedade definidos sobre esse recurso, o agente prejudicado possa ser compensado ou indenizado por isso. Nesses casos, é preciso que o Estado intervenha, seja definindo direitos de propriedade, seja atribuindo valor a esses recursos.

"As *externalidades* são eliminadas na medida em que o Estado cobra dos agentes poluidores, através de taxas, os valores atribuídos a esses recursos" (Romeiro, 2004).

As externalidades são os recursos naturais danificados considerados de uso público e que não participam dos instrumentos monetários utilizados nas

economias de mercado (como o ar, por exemplo). Considera-se as externalidades como os efeitos negativos externos à economia.

O economista inglês A. C. Pigou elaborou um sistema de cobrança de taxas (denominado imposto pigouviano ou taxa pigouviana) que incorpora, no mecanismo financeiro da sociedade, os valores necessários à recuperação da natureza degradada. Dessa forma, os efeitos externos negativos passam a ser internalizados no processo econômico.

Para o estabelecimento das taxas para o agente poluidor, cria-se um diferencial de valor econômico entre o estado presente de degradação natural, ocasionado por sua ação, e o estado natural vigente antes da ação poluidora. Este diferencial de valor econômico é representado pelos custos econômicos incorrentes nos trabalhos de recuperação da natureza degradada. No caso de os agentes poluidores serem parcela ou o total de uma coletividade, as penalidades pecuniárias seriam distribuídas, proporcionalmente, a todos eles.

Tal metodologia, envolvendo penalizações financeiras através de taxas a serem pagas obrigatoriamente, estimula os possíveis agentes poluidores a investirem recursos financeiros em sistemas de prevenção e controle da poluição, diminuindo a possibilidade de geração de impactos ambientais negativos.

O resultado seria um nível de poluição considerado resultante, mantido num ponto de equilíbrio entre os custos financeiros dos recursos para prevenção dos impactos ambientais e os custos financeiros para o pagamento das taxas cobradas pelo Estado aos agentes poluidores. Tal ponto de equilíbrio representa um estado ótimo de poluição (ou “poluição ótima”).

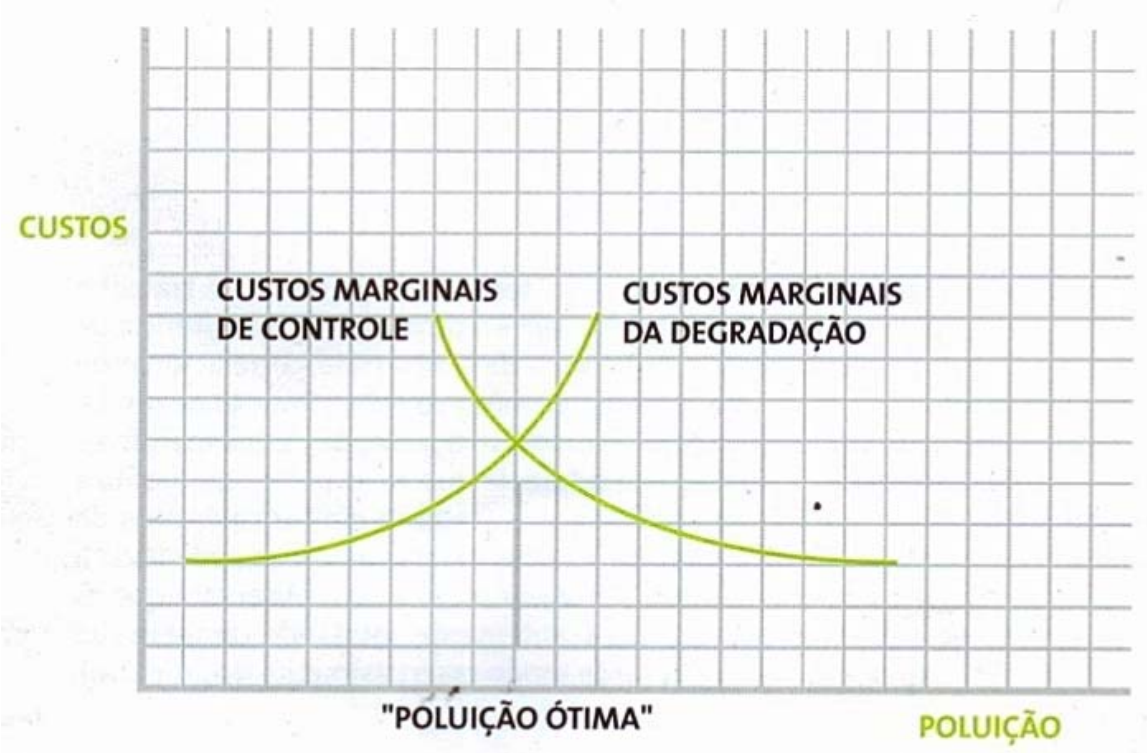

Figura 2. Estado ótimo de poluição (Romeiro, 2004).

O ponto de equilíbrio entre o custo da prevenção e o custo da degradação, chamado de “poluição ótima”, minimiza o custo total e ocorre quando os respectivos custos marginais se igualam.

O estabelecimento dos valores a serem cobrados através das taxas pigouvianas refere-se aos níveis de poluição aceitos pela sociedade em cada momento.

“A atribuição de valores aos recursos naturais é feita através de um conjunto de metodologias desenvolvidas para avaliar, direta ou indiretamente, a disposição dos agentes econômicos de pagar pelos bens e serviços ambientais. Empiricamente, observa-se que a evolução natural das preferências dos agentes, em função do próprio processo de crescimento econômico, seria no sentido de uma menor tolerância à escassez crescente de bens e serviços devido à poluição” (Romeiro, 2004).

A curva ambiental de Kuznets (gráfico a seguir) demonstra este modelo teórico, confrontando o crescimento econômico (numa evolução da renda *per capita*) com a degradação ambiental.

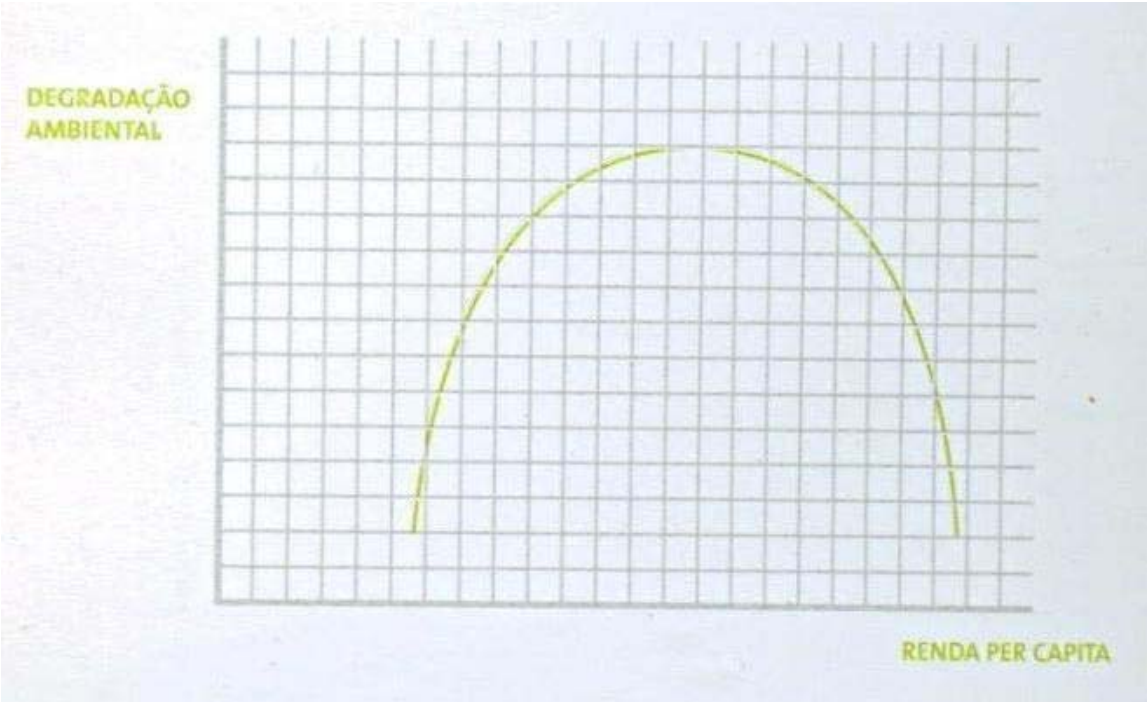

Figura 3. Crescimento econômico x degradação ambiental (Romeiro, 2004).

À medida em que a renda *per capita* se eleva (com o crescimento econômico), a degradação ambiental aumenta até certo ponto, a partir do qual a qualidade ambiental começa a melhorar.

"... nos estágios iniciais do processo de desenvolvimento econômico, a crescente degradação do meio ambiente é aceita como um efeito colateral ruim, mas inevitável. Entretanto, a partir de certo nível de bem-estar econômico, a população torna-se mais sensível e dispõe-se a pagar pela melhoria da qualidade do meio ambiente, o que induziria a introdução de inovações, incluindo as institucionais e organizacionais, necessárias para corrigir as falhas de mercado

decorrentes do caráter público da maior parte dos serviços ambientais” (Romeiro, 2004).

Este modelo teórico traz implícita a idéia de sustentabilidade dos modelos econômicos em face de suas necessidades de exploração dos recursos naturais. Tal idéia é explicitada na demonstração da necessidade de se aplicar taxas pecuniárias corretivas aos agentes dos processos econômicos de modo a se conseguir uma melhor forma de exploração dos recursos naturais, ou uma forma “sustentável” de gerenciamento do processo produtivo.

A idéia de sustentabilidade implica, em si mesma, a existência de limites, o que contradiz a hipótese de que não existem limites para a exploração dos recursos da natureza.

Em se tratando dos recursos naturais de uso público, as economias de mercado demonstram seus limites para a resolução das questões ambientais, uma vez que os agentes econômicos são individuais e sua participação no processo coletivo pode dar-se, apenas, de forma individualizada.

A resolução das questões ambientais que demandam interesses públicos de maneira abrangente na sociedade, só pode ser obtida a partir de níveis mais elevados de consciência sobre a relação sociedade-natureza. E as formas de organização da sociedade na consecução de tais objetivos são constituídas através de processos políticos onde estão delimitadas as aspirações sociais em relação às necessidades na vida em sociedade e nas relações humanas com a natureza.

Aqui cabe uma citação do economista ambiental Ignacy Sachs.

“O ecodesenvolvimento exige a constituição de uma autoridade horizontal capaz de superar os particularismos setoriais, preocupada com todas as facetas do desenvolvimento e que leve constantemente em consideração a complementariedade das diferentes ações empreendidas” (Sachs, 1986).

Esta colocação remete-se às concepções sobre uma ordem ambiental internacional ordenada a partir dos preceitos de proteção à natureza. Segundo Rebelo Júnior:

"A discussão sobre as relações Norte-Sul merecerá toda a atenção do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP), que será referido por seu primeiro diretor-executivo, Maurice Strong, como "ecodesenvolvimento". Essa abordagem da UNEP sublinha a necessidade de uma planificação em harmonia com os sistemas: agrícola, industrial, urbano e rural.

Segundo o próprio Strong, o "ecodesenvolvimento" foi, posteriormente, renomeado como "desenvolvimento sustentável" e sistematizado por Ignacy Sachs, que foi seu auxiliar no preparo das conferências de Estocolomo e do Rio de Janeiro e também nos dois encontros preparatórios em Founeux e Haia. Segundo Sachs, o ecodesenvolvimento visava promover um desenvolvimento sócio-econômico eqüitativo.

Se observarmos bem, ver-se-á que o ecodesenvolvimento faz uso explícito de conceitos tomados emprestados da teoria econômica neo-clássica do bem estar keynesianos. É assim que discorre sobre os *padrões de consumo*; *capital humano, natural, físico e financeiro*, fala sobre a *eficiente alocação de recursos*; sobre *funções de produção*, aborda o problema das *externalidades*; cita a *esspaçonave Terra*; analisa os *sistemas econômicos e os sistemas ecológicos*; busca resultados em uma *análise custo-benefício* e, entre outras mais, procura uma *sinergia*, segundo um *novo tipo de parceria entre o Estado, as empresas, os movimentos e as associações de cidadãos*.

... não vê o problema da relação homem-natureza de forma exclusiva. Sua questão maior diz respeito aos diferentes níveis de desenvolvimento alcançados pelos países, o que estaria representado pelas relações *Norte-Sul* e que agora passariam a contar também com o *Leste*. Na sua visão, haveria um *estado de equilíbrio no Norte e a necessidade de em ecodesenvolvimento no Sul e no Leste*. Seria, assim, a tentativa de reduzir o abismo entre os padrões de vida dos ricos e

dos pobres. Deveria, assim, haver uma administração com *interdependência*, esperando reduzir a distância entre ricos e pobres" (Rebelo Júnior, 2002).

Em sua obra *"Ecodesenvolvimento; crescer sem destruir"*, Ignacy Sachs pondera sobre uma questão que é fundamental no tratamento das questões ambientais através dos instrumentos monetários utilizados nas economias de mercado.

"A regra do funcionamento da economia capitalista é a internalização do lucro pela empresa e a externalização, sempre que possível, dos custos... Enquanto couber à coletividade a responsabilidade pelas perdas e pela despoluição, nenhuma empresa se preocupará com isso" (Sachs, 1986).

É com esta interpretação que justifica a implementação dos impostos e taxas ambientais. Os recursos disponíveis para a valoração ambiental encontram-se, no âmbito da economia ambiental, consubstanciados na forma das taxas reguladoras do processo produtivo e da gestão ambiental.

É importante considerar, de forma crítica, que o conceito de "poluição ótima", aceito pela economia ambiental, reflete o ponto de um equilíbrio que é econômico, e não ecológico, pois ecologicamente não se pode falar em equilíbrio quando a capacidade de assimilação do meio é ultrapassada, uma vez que a poluição continua a existir. Deve-se perceber, também, que, sem uma intervenção coletiva que defina uma escala de exploração dos recursos naturais considerada sustentável, a evolução do processo sócio-econômico pode estagnar-se na fase de degradação ambiental, característica da inserção das atividades industriais num ambiente econômico.

Vejamos, agora, pressupostos teóricos da corrente intitulada "economia ecológica".

A economia ecológica consolidou-se com a fundação, no ano de 1988, da *International Society for Ecological Economics*, sugerida, principalmente, por Nicholas Georgescu-Roegen, além de Herman Daly e Howard Odum, e constitui a

sistematização de algumas críticas aos preceitos teóricos da economia ambiental, embora não tenha formulado métodos relevantes para a estruturação de um sistema econômico nos moldes que preconiza.

Para a economia ecológica, o sistema econômico é apenas um subsistema de um todo maior, que é o meio ambiente. O meio ambiente contém o sistema econômico e impõe uma restrição absoluta à sua expansão, sendo considerado relevante o risco de perdas naturais irreversíveis (que podem ser catastróficas).

“No longo prazo, não é possível obter-se a sustentabilidade do sistema econômico sem estabelecer-se os níveis de consumo *per capita* de acordo com a capacidade de carga do planeta” (Romeiro, 2004).

A economia ecológica propõe a definição de indicadores de sustentabilidade para a avaliação e a determinação de uma “escala aceitável” de degradação ambiental num dado momento, tendo em vista os limites ambientais globais à expansão do subsistema econômico.

Os teóricos da economia ecológica diagnosticam possibilidades de catástrofes ambientais mediante as formas de desenvolvimento econômico, numa consideração da finitude dos recursos naturais. Estes diagnósticos encontram ressonância na sociedade pelo fato de serem evidentes os processos de degradação natural já instaurados.

A argumentação proporcionada pelas teorias da economia ecológica constitui uma importante crítica aos procedimentos utilizados em economias de mercado, demonstrando seus limites na condução do processo de desenvolvimento social.

Mas, a economia ecológica incorre no problema de não conseguir demonstrar a forma de funcionamento de uma economia nos moldes teóricos que propõe.

“Para a economia ecológica, é crucial a elaboração de indicadores de sustentabilidade e de sistemas de contas ambientais que fundamentam o

processo de tomada de decisões em face da incerteza que caracteriza o enfrentamento dos grandes problemas ambientais. Os indicadores de sustentabilidade, além de contribuir para o processo de conscientização ecológica, fornecem subsídios científicos para a decisão sobre a escala aceitável de uso de um recurso natural, de modo a minimizar o risco de perdas irreversíveis; os sistemas de contas ambientais são fundamentais como fator de conscientização ecológica e para justificar a adoção de políticas ambientais, na medida em que propiciam visibilidade econômica à magnitude do passivo ambiental, na escala de uma região ou de um país" (Romeiro, 2004).

O economista Luiz Fernando Krieger Merico, em sua obra *"Introdução à Economia Ecológica"*, destaca que:

"...não é possível desenvolver (pelo menos neste momento histórico) um sistema total e integrado de contas ambientais que produza um complexo inventário de degradações do ambiente natural e baixas nos estoques de recursos naturais, com valores monetarizados que possam ser introduzidos em uma contabilidade de renda nacional para uma completa avaliação da relação entre capital natural e capital manufaturado" (Merico, 1996).

Em nosso país, a legislação ambiental atual impõe, através de multas e taxas ambientais, penalizações às unidades administrativas (públicas e privadas) responsáveis pelo gerenciamento de ambientes utilizados, inadequadamente, para a disposição final de resíduos sólidos domiciliares (RSD), estabelecendo, com esse procedimento, uma forma de pressão para a recuperação das áreas degradadas.

O volume de recursos necessário para a recuperação natural normalmente transcende a capacidade das unidades administrativas responsáveis, e as reformas implementadas tendem a situar-se muito abaixo de um padrão ecológico possível e necessário. Mas, o que dizer de tantas áreas abandonadas e sem gerenciamento que configuram impactos ambientais importantes, como é o caso

dos lixões e de muitos aterros chamados “controlados”? O ônus ambiental decorrente desta situação é arcado por toda a sociedade.

Não existe predisposição de se constituírem impostos ambientais para a recuperação destas áreas porque as prioridades são outras, e decorrem de uma situação de carência de recursos em setores considerados essenciais para o nosso desenvolvimento econômico e social (como os investimentos em infra-estrutura e nas áreas de saúde, educação, habitação, etc.).

O motivo determinante da omissão social quanto à recuperação destas áreas degradadas é o fato de que nossa sociedade aceita impactos ambientais como esses, que são reflexo de muitos outros impactos poluidores à natureza. Ainda não existe, no Brasil, uma consciência política, expressa numa forma organizada e influente na sociedade, sobre o valor que representam os recursos naturais.

Em nossa economia de mercado, marcada por instituições políticas tão frágeis e manipuláveis, e caracterizada por uma inserção incipiente na economia mundial, os instrumentos de mercado regulatórios da qualidade ambiental ainda alcançam resultados insatisfatórios.

Em países como o nosso, o grande mérito auferido pelo sistema de taxas pigouvianas consiste na quantificação numérica dos impactos ambientais. Isso torna-se muito importante em nossa cultura, que tende a quantificar todos os fatos e eventos em números e em cifras.

Porém, a valoração ambiental constitui ferramenta valorosa na aquisição de níveis mais elevados de consciência ecológica, pois permite uma demonstração do custo social que representa a degradação natural.

O convênio de cooperação técnica estabelecido entre o Governo do Estado de São Paulo e o Governo do Estado da Baviera (Alemanha) com o intuito de aprofundar conhecimentos sobre a gestão de RSD, desenvolveu-se através de palestras que geraram um relatório intitulado “*Gerenciamento de Resíduos Sólidos: uma visão de futuro*”. Este relatório significou um passo importante no projeto de implantação das Usinas de Recuperação Energética no Brasil e

expressa as taxas pigouvianas como fonte relevante para as análises que estão sendo feitas a este respeito.

Defendendo as taxas pigouvianas, diz o relatório:

“Os custos das medidas para operação e manutenção de aterros sanitários não refletem os custos ‘reais’ do aterramento. Danos ambientais remanescentes, e seus custos decorrentes (trazidos depois pela sociedade), não podem ser especificados monetariamente e constituem os chamados custos econômicos de longo prazo...deve-se transferir os custos ‘reais’ da utilização do meio ambiente para a conta do gerador de resíduos. É assim que devem ser considerados os custos econômicos referentes ao aterramento. Isso é denominado ‘internalização de efeitos externos negativos’, relativamente à internalização de custos, que podem ser cobertos, por exemplo, pela complementação orçamentária na forma de taxas. Essa estratégia de internalização, desenvolvida pelo economista inglês A. C. Pigou e denominada ‘taxa pigouviana’, é ideal quando os custos adicionais de encargos ambientais (custos marginais de indenização por dano) são iguais aos custos das medidas preventivas (custos marginais de prevenção)” (SMA-SMASPPC, 2005).

A adoção das taxas pigouvianas nos modelos teóricos explicativos do processamento das URE cumpriu uma função essencialmente pedagógica e didática, mediante as dificuldades para aquisição e avaliação de dados ambientais. O relatório apresenta um exemplo destas dificuldades na implementação de uma meta ambiental estabelecida na Europa.

“A União Européia objetiva a não produção, até o ano de 2025, de resíduos a serem dispostos (aterrados). Isto requer um estímulo monetário adicional de modo a descobrir novas formas de reciclagem para minimização da quantidade remanescente de resíduos a serem dispostos. Para a aplicação prática da taxa acima mencionada, é necessário conhecer, exatamente, os custos marginais de indenização por danos e os custos marginais de prevenção. Todavia, é

especialmente complexa a determinação dos custos marginais de indenização por danos devido às dificuldades para aquisição e avaliação de dados. Vários conceitos de avaliação como, por exemplo, a 'técnica dose-resposta' ou outros métodos diversos para análise da disposição de pagar são apenas aproximações" (SMA-SMASPPC, 2005).

O estabelecimento do valor financeiro das taxas pigouvianas envolve uma metodologia de aquisição de dados que dificulta a obtenção do rendimento ótimo a ser auferido nos moldes de sua proposição teórica. Mesmo em países da União Européia, que já estabeleceram metas abrangentes de proteção ambiental (que demandam modificações nos processos de produção e consumo de bens), a determinação dos custos marginais ocasionados pelas atividades de recuperação natural (que seriam traduzidos na forma de taxas indenizatórias por danos) e dos custos marginais de prevenção a danos naturais torna-se dificultosa.

Em nossa realidade de países de economia periférica às economias dos países industrializados, a dificuldade para o estabelecimento do valor das taxas pigouvianas é muito maior. Não temos autonomia política para a implementação de metas abrangentes de proteção ambiental, uma vez que tais metas poderiam interferir no processo de captação de investimentos estrangeiros e de suas formas produtivas. E não desenvolvemos as concepções políticas sobre o nível de qualidade ambiental que desejamos, que seriam a referência para o estabelecimento dos valores monetários necessários à recuperação da degradação já existente.

Em países como o nosso, as atividades de planejamento ambiental, envolvendo os estudos comparativos entre o desempenho ambiental de vários projetos técnicos, remetem-se a demonstrações sobre as vantagens e desvantagens ambientais auferidas por cada projeto. E o desempenho econômico auferido por cada um deles é, sempre, fator relevante à sua consecução, pois os recursos disponíveis viabilizam as atividades humanas.

2.3. O protocolo de Kyoto e o aterramento dos RSD no Brasil

No ano de 1992, realizou-se, no Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), que ficou conhecida como Rio-92.

“A CNUMAD representou um momento importante no arranjo das relações internacionais sobre a temática ambiental...o objetivo da CNUMAD foi o estabelecimento de acordos internacionais que mediassem as ações antrópicas no meio ambiente...(na forma de Convenções Internacionais) trataram das mudanças climáticas globais e do acesso e manutenção da biodiversidade...a *Agenda XXI*, um plano de ação visando a minimizar os problemas ambientais mundiais, também é resultado daquela reunião” (Ribeiro, 2001).

O texto da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática, aprovado na CNUMAD, estabelecia que os países do chamado Anexo I (países pertencentes à OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico e também os pertencentes às antigas repúblicas socialistas da União Soviética) deveriam adotar políticas e medidas capazes de fazer com que seus níveis de emissões antrópicas (causadas pelo homem) de gases de efeito estufa (GEE) retornassem aos níveis de 1990.

“Como este compromisso assumido pelos países do Anexo I não foi honrado, em alguns países ocorreu, inclusive, um crescimento das emissões de CO_2. Com base no princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, ficou para ser definido na Terceira Conferência das Partes (COP 3), realizado em Kyoto, no Japão, um protocolo ou outro instrumento legal, com metas quantitativas de redução de GEE” (May, 2003).

Considera-se que, para manter a temperatura média do planeta em níveis adequados, o efeito estufa natural é essencial para o desenvolvimento da vida no

planeta. Durante milhares de anos, os seres humanos viveram sob o capricho das variações climáticas naturais, sem intervir neste processo.

Conforme destacado por May (2003), sem o chamado efeito estufa natural, a temperatura média do planeta estaria em trono de 17ºC negativos e toda a superfície do planeta estaria coberta de gelo, ou seja, é o efeito estufa natural que garante que a temperatura média do planeta esteja próxima, atualmente, dos 15 ºC. Portanto, este efeito estufa natural não é nocivo, mas a sua intensificação, causada principalmente por ações antrópicas, é que representa um problema para a humanidade.

"O efeito estufa é causado pela presença, em concentração adequada, de determinados gases na atmosfera terrestre, os quais são chamados de gases de efeito estufa (GEE)... A presença dos gases permite que a atmosfera capte os raios solares e retenha uma parte do calor emitido, fazendo com que a temperatura média do planeta mantenha-se em níveis adequados para o desenvolvimento da vida" (May, 2003).

Dados expostos por May (2003) apontam que, nos últimos 100 anos, a temperatura média do planeta teria se elevado em cerca de 0,6ºC (margem de erro de 0,2ºC), sendo este o maior crescimento na temperatura média nos últimos mil anos. Para corroborar com estes dados, a década de 1990 foi registrada como a mais quente desde meados do século XIX.

A partir de modelos de simulação atmosférica, os cientistas prevêem que a temperatura continuará se elevando nos próximos 100 anos em função do crescimento das emissões de GEE. Dentre os cenários possíveis, os mais otimistas estimam um aumento de 1,5ºC na temperatura média do planeta e os mais pessimistas estimam uma elevação de 5,8ºC (May, 2003).

A CNUMAD, ou, como ficou mais conhecida, a Cúpula da Terra ou Rio-92, ocorreu no ano de 1992 após a definição do texto da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. A reunião contou com a presença de representantes de mais de 150 países e estabeleceu um processo de tomada de

decisão coletiva entre as partes, que foi ratificado e entrou em vigor no ano de 1994, reconhecendo a mudança do clima como uma preocupação comum da humanidade e propondo uma estratégia global para proteger o sistema climático para gerações presentes e futuras.

O objetivo seria estabilizar as emissões de GEE, impedindo que a interferência antrópica prejudique o sistema climático, assegurando a produção adequada de alimentos e permitindo o crescimento econômico de maneira sustentável.

A Convenção reconhece a interferência do homem sobre o aquecimento global e, em especial, a maior participação dos países industrializados neste processo. Partindo do principio de responsabilidades comuns, mas diferenciadas, a Convenção dividiu os países em dois grupos: o primeiro, de países listados em seu denominado Anexo I (ver Tabela 1), e o segundo, composto por todos os países não listados no referido anexo.

O objetivo desta divisão é separar os principais países responsáveis pela causa do aquecimento global, tomando por base as emissões globais de CO2 referentes ao ano de 1990 – o grupo de países do Anexo I eram responsáveis, no ano de 1990, por aproximadamente 63% das emissões globais de CO2 (vide tabela 1).

Com base nestes números, a Convenção estabelecia que os países (partes) listados no Anexo I deveriam adotar políticas e medidas que contribuíssem para que seus níveis de emissão de GEE retornassem aos níveis de 1990.

Tabela 1 - Maiores emissores de Dióxido de Carbono em 1990

Parte Anexo I	Emissões CO_2 (mil toneladas)	Participação (%) sobre	
		Total Anexo I	Total global
EUA	4.819.166,00	34,50	21,62
Rússia	3.708.734,33	26,55	16,64
Japão	1.071.444,00	7,67	4,81
Alemanha	1.012.443,00	7,25	4,54
Reino Unido	563.647,33	4,04	2,53
Canadá	425.054,67	3,04	1,91
Itália	399.142,33	2,86	1,79
Polônia	347.838,33	2,49	1,56
Austrália	266.203,67	1,91	1,19
Outros	1.354.931,67	9,70	6,08
Total Anexo I	13.968.605,33	100,00	62,66
Total Não-Anexo I	8.322.908,00		37,34
Total	22.291.513,33		100,00

Fonte : May (2003, p.227)

Na avaliação dos objetivos propostos na CNUMAD para a redução de emissões de GEE, constatou-se que a meta de redução não estava sendo, em alguns casos, alcançada, tendo ocorrido, inclusive, um crescimento das emissões (destaque para os EUA, que, no período compreendido entre 1990 e 1996, geraram 3,7 vezes mais emissões de CO2 do que o total de emissões de CO2 gerado na América Latina (May, 2003).

Em conseqüência, ficou para ser definido, até a Terceira Conferência das Partes (COP 3), metas quantificadas de redução de emissão de GEE e instrumentos para o seu alcance. Esta conferência foi realizada em Kyoto, no Japão, e deu origem ao documento intitulado de protocolo de Kyoto.

O protocolo de Kyoto, firmado no ano de 1997, entrou em vigor somente em fevereiro de 2005, após a adesão da Rússia, que, assim, garantiu que os responsáveis por 55% das emissões globais de GEE estivessem presentes no acordo. Com a saída, do acordo, dos EUA (o país responsável pelo maior número de emissões), que alegaram que este estaria equivocado e que seu cumprimento prejudicaria a economia norte-americana, a adesão da Rússia salvou o acordo e impediu que se perdessem dez anos de árdua discussão, negociação e defesa de uma solução de cooperação multilateral para o aquecimento global.

O documento denominado protocolo de Kyoto foi aprovado e lista os seis gases de efeito estufa (GEE) gerados pelas ações antrópicas que, por causarem maiores impactos poluentes à atmosfera, terão metas quantificadas de redução de emissões.

“O Protocolo de Kyoto lista os seis GEE mais importantes relacionados a atividades humanas e estabelece metas quantificadas de redução de emissões. São eles: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF_6) – destaque para o dióxido de carbono (CO_2)” (May, 2003)

“Estes compromissos quantificados foram estabelecidos de forma diferenciada e estão compreendidos em um intervalo que varia entre uma redução de 8% e um aumento de 10% das emissões, e essas metas devem ser atingidas entre 2008 e 2012” (May, 2003).

Os compromissos foram estabelecidos de forma diferenciada às partes do Anexo I (no qual cada país ofereceu suas metas), utilizando, como base, o ano de 1990, e estão compreendidos em intervalos que variam entre uma redução de 8% e um aumento de 10% das emissões dos gases listados – metas que devem ser atingidas entre 2008 e 2012. .

Tabela 2 - Anexo B do Protocolo de Kyoto - Compromissos quantificados de limitação ou redução de emissões (base 1990=100)

País	Meta	País	Meta	País	Meta
Alemanha	92	Estônia	92	Luxemburgo	92
Austrália	108	Federação Russa	100	Mônaco	92
Àustria	92	Finlândia	92	Noruega	101
Bélgica	92	França	92	Nova Zelândia	100
Bulgária	92	Grécia	92	Países Baixos	92
Canadá	94	Hungria	94	Polônia	94
Comunidade Européia	92	Irlanda	92	Portugal	92
Croácia	92	Islândia	110	Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do	92
Dinarmarca	92	Itália	92		
Eslováquia	92	Japão	94	República Tcheca	92
Eslovênia	92	Letônia	92	Romênia	92
Espanha	92	Liechtenstein	92	Suécia	92
EUA	93	Lituânia	92	Suíçã	92
				Ucrânia	100

Fonte : May (2003)

Com o objetivo de ajudar os países pertencentes ao Anexo I a cumprirem suas metas, foram, também, estabelecidos, no protocolo de Kyoto, os chamados mecanismos de flexibilidade. Dos três mecanismos de flexibilidade estabelecidos (comércio das emissões de GEE, implementação conjunta e o mecanismo de desenvolvimento limpo), apenas o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) diz respeito aos países em desenvolvimento, uma vez que consiste no financiamento de projetos que possam gerar reduções certificadas de emissão.

Chang (2003) assim se refere aos mecanismos de flexibilidade:

“Os chamados mecanismos de flexibilidade visam permitir maior eficiência econômica na mitigação do efeito estufa. São três os mecanismos criados:

a) Implementação Conjunta (Joint Implementation), que permite maior flexibilidade aos países do Anexo I para investirem entre si no cumprimento de seus compromissos de redução;

b) Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (Clean Development Mechanism), que permite aos países industrializados financiar projetos que ajudem na redução de emissão em países em desenvolvimento e receber créditos, de maneira a cumprir o seu compromisso de redução de emissão;

c) Mercado Internacional das Emissões (International Emissions Trading), que possibilita aos países do Anexo I comercializarem entre si as quotas de emissão e os créditos adquiridos através do MDL em países em desenvolvimento.

Dos três, apenas o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) refere-se diretamente aos países em desenvolvimento. Vale ressaltar que o objetivo destes mecanismos de flexibilização é ajudar as partes a cumprirem as metas e, portanto, são suplementares às ações domésticas, ou seja, somente uma parte das reduções de emissões de GEE quantificadas no Protocolo de Kyoto pode ser alcançada pelo uso desses mecanismos" (Chang, 2003).

O protocolo de Kyoto estabelecia que:

"...caso as partes não cumprissem suas metas, deveriam contribuir para o Fundo (de Desenvolvimento Limpo) com um certo valor monetário por tonelada de carbono emitida além dos limites estabelecidos. Em suma, conforme o artigo 12 do Protocolo de Kyoto, os países do Anexo I podem implementar, nos países não listados no Anexo I, projetos para redução de emissões, obtendo créditos, ou as chamadas reduções certificadas de emissões (RCEs)" (May, 2003).

A fim de garantir o processo, as reduções de emissões são certificadas por entidades operacionais, que fornecerão garantias de que a mitigação dos GEE estaria trazendo benefícios mensuráveis. Outro ponto importante é que estas entidades devem assegurar que a participação nos projetos seja voluntária e contribua para o desenvolvimento sustentável.

A lógica subjacente é que, uma vez ratificado o protocolo de Kyoto, os compromissos dos países industrializados em reduzir as emissões será transferido para as empresas intensivas em emissão nesses países e, por meio de uma política, regulamentará as obrigações de reduções.

“As empresas que não buscarem oportunidades e alternativas diante desse novo mercado em formação, podem arcar com o risco de ficar para trás e pagarem altos preços pelos certificados (RCEs)” (Chang, 2003).

O economista ecológico Luiz F. K. Merico (obra citada) observa os seguintes aspectos:

“Se alguma empresa introduzir novas tecnologias que reduzem suas emissões a menos do nível permitido, pode vender o crédito remanescente para outros poluidores, ou para novas companhias que queiram estabelecer-se no mesmo ramo. As companhias, para as quais o controle ambiental é relativamente barato, dispõem, assim, de um incentivo para o maior controle possível. Mas, as empresas poluidoras também podem continuar suas atividades, desde que assumam o custo adicional de adquirir mais créditos de poluição. Uma empresa pode, ainda, alugar seus créditos a outra, caso não precise deles no momento” (Merico, 1996).

Os países compromissados com o protocolo de Kyoto podem atestar uma parte de suas reduções de emissão de GEE através das reduções certificadas de emissões (RCE), que podem comprar de outros países que as fizerem. Ou seja, países que estão fora do Anexo I (como é o caso do Brasil) podem contribuir para a redução global das emissões de GEE, e tais reduções (se certificadas através do Banco Mundial ou outras instituições internacionais) podem constar como créditos de carbono (o carbono fixado, que deixa de ser emitido à atmosfera), que podem ser vendidos no mercado mundial de créditos de carbono.

“Os créditos de carbono são certificados que países em vias de desenvolvimento podem emitir para cada tonelada de gases de efeito estufa que deixe de emitir-se ou que se retire da atmosfera. Os Certificados de Redução de Emissões (CERs), como são chamados, podem-se comercializar entre países industrializados que não conseguem ou não desejam reduzir internamente suas

emissões. Estes países compram o direito de contaminar, investindo nos países em desenvolvimento. Estes projetos podem ser de redução de emissões, como de reflorestamento e florestamento (seqüestro de carbono), ou projetos que evitem as emissões, como os projetos de energia limpa" (Gunther, 2006).

Os créditos de carbono referem-se ao carbono (CO2) que é fixado, deixando de expelir-se à atmosfera. Os créditos de carbono são comercializados no mercado mundial, auferindo recursos financeiros às entidades e empresas que promovem a fixação de CO2.

Tal mecanismo vem gerando investimentos financeiros de parte dos países do Anexo I em direção aos países em desenvolvimento no intuito de implementar projetos que gerem a fixação de Carbono. Estes projetos justificam-se, perante a Organização das Nações Unidas (ONU), como a redução dos gases que, necessariamente, seriam emanados. É importante ressaltar que tais investimentos são favorecidos pelo fato de que a implantação, nos países em desenvolvimento, de projetos de redução das emissões de GEE torna-se, financeiramente, muito menos dispendiosa do que sua implantação nos países do Anexo I, e que sua execução poderia, em parte, inibir a atividade industrial nestes países desenvolvidos.

Os GEE emanados da disposição final dos RSD constituem parcela significativa do volume total de GEE lançados à atmosfera, e a atenção dos capitais internacionais que estão sendo investidos na busca por créditos de carbono volta-se, em parte, para a gestão dos RSD pelo fato de apresentarem soluções mais simples para reduções de emissões.

Na disposição final dos RSD nos aterros sanitários (ou nos lixões, que são áreas onde os RSD são lançados sem prévios cuidados ambientais), a putrefação da fração orgânica destes resíduos gera, como efluente, um gás, que é denominado no Brasil como bio-gás. Esse bio-gás possui, em sua composição, o gás metano (CH-4), que produz um efeito poluidor sobre a atmosfera 21 vezes superior ao efeito poluente causado pelo CO2.

A combustão do bio-gás, nos pontos de vazão desse gás instalados na superfície das áreas de disposição final dos RSD estocados nos aterros sanitários, transforma o CH-4 em CO2 e vapor d'água, mitigando os efeitos prejudiciais causados pelo CH-4 à atmosfera. O CH-4 e o CO2 são classificados pela ONU como um dos seis GEE.

A cessação das emissões dos GEE que emanam da disposição final dos RSD pode ocorrer com o reaproveitamento energético do bio-gás emanado (que possui grande poder energético devido ao fato de ser, o CH-4, um gás que propicia alta combustão) ou através da implementação de projetos que favoreçam a diminuição das emanações de bio-gás em áreas de disposição final pouco adequadas para este fim (como os lixões ou os aterros que, ainda que controlados, são deficitários, com relação aos aterros sanitários, quanto às formas de proteção ambiental).

As receitas auferidas através do mercado mundial de créditos de carbono envolvem a recuperação das formas, já existentes, de deposição de resíduos na natureza (gerando reduções de emissões de GEE), e sua certificação (através de instituições internacionais) procura demonstrar o volume de reduções de emissões de GEE conquistado com a implementação de projetos para a fixação dos GEE. Assim, mudanças nas formas de disposição final dos RSD poderiam auferir os créditos de carbono.

Os projetos para a redução das emissões de GEE provenientes da disposição final de RSD são mais simples (e, financeiramente, menos dispendiosos) do que os projetos para a redução destas emissões provenientes de outros setores da atividade produtiva (com o setor industrial, por exemplo), e, perante o volume total das emissões antrópicas de GEE, a proporção das emissões de GEE originados na disposição final de RSD é expressiva, denotando a necessidade de implementação de muitos projetos para a redução destas emissões.

Esta situação contribui para determinar uma visão de alcance restrito às atuais circunstâncias de gestão dos RSD em países como o nosso. Nas condições em que vivemos, medidas técnicas pouco dispendiosas podem contribuir para a

melhoria de ambientes naturais degenerados pela disposição inadequada dos RSD, como os lixões, por exemplo. Tais medidas acarretam a fixação do carbono que era emitido à atmosfera e podem auferir créditos de carbono às empresas (públicas ou privadas) que as efetivarem.

Nesse contexto, o movimento internacional de capitais originado pelo mercado mundial de Créditos de Carbono está impondo, em países como o nosso, uma pequena retificação das formas, já existentes, de disposição final dos RSD (o que constitui um aspecto positivo), mas desconsidera a implementação de importantes tecnologias, já consolidadas em alguns países, para a gestão dos RSD, que favoreceriam uma relação ecológica mais elevada entre a sociedade e a natureza (como as URE, por exemplo).

Os aterros sanitários que já incorporaram, em sua operação, técnicas para a recuperação energética do bio-gás emanado em suas instalações, caso tenham as suas reduções de emissões de GEE certificadas internacionalmente, já contam, em suas planilhas econômico-financeiras, com os créditos financeiros advindos da comercialização dos créditos de carbono, e com a possível receita provinda da comercialização da energia gerada.

Desta forma, sistemas de gerenciamento de RSD mais evoluídos, que incorporem tecnologias avançadas já disponíveis e em operação em outros países, ficam relegadas a um plano secundário pelo fato de demandarem, a curto prazo, maiores investimentos de capital para a gestão dos RSD.

É importante, aqui, destacar a existência de resoluções de governos estaduais do Brasil que têm estimulado a implantação de aterros sanitários, caracterizando-os como a melhor forma de destinação final de RSD na atualidade.

Pode-se tomar como exemplo o Governo do Estado do Rio de Janeiro, cuja Secretaria de Estado do Ambiente (SEA) criou a Superintendência de Clima e Mercado de Carbono e concedeu, somente neste ano, 16 licenças ambientais para a instalação de novos aterros sanitários em 14 municípios, o dobro do que foi licenciado nos últimos oito anos anteriores. Sua Superintendência de Qualidade Ambiental foi dividida em três, sendo uma delas a Superintendência de Resíduos Sólidos, que fez a seguinte publicação:

"Propõe-se que:

1. Seja incentivada, prioritariamente, a implantação de Aterros Sanitários como destinação de resíduos sólidos e a remediação dos lixões existentes;
2. Sejam buscadas soluções preferencialmente consorciadas, sempre que houver condições políticas e viabilidades técnica e econômica;
3. Apenas após a emissão da Licença Prévia (LP) para Operação de Aterros Sanitários poderão os municípios pleitear apoio para postos de entrega voluntária (PEV's), galpões de triagem, programas de educação ambiental, áreas de compostagem, reaproveitamento de madeira e entulho e/ou outras iniciativas complementares na área de gestão de resíduos:

10. Deverá ser observada a utilização dos mecanismos de obtenção de créditos de carbono na remediação dos atuais lixões e na operação dos novos Aterros Sanitários" (www.semadur.rj.gov.br/tratamento_resíduos_link.as2. Acesso em 15/05/2007).

Nesta nota, enfatiza-se a adoção prioritária dos aterros sanitários como forma de disposição final dos RSD (e como necessidade primordial perante os outros programas de tratamento dos resíduos) e a observância da necessidade de obtenção de créditos de carbono para as atividades de disposição final dos RSD já instituídas.

"... a recuperação de áreas degradadas pela má disposição dos RSD (como os lixões ou aterros controlados) é muito importante, sendo os aterros sanitários uma forma muito superior de disposição dos mesmos (Calderoni, 1978)".

Mas, a comunicação da SEA-RJ busca consolidar o conceito de aterros sanitários como a forma atual mais evoluída de destinação final dos RSD, tema que é questionado neste trabalho de pesquisa. O ítem 10 desta comunicação revela o verdadeiro motivo da ênfase atual a esta perspectiva: o mercado de créditos de carbono.

A realidade do fato de estarmos voltados, na gestão dos RSD, à obtenção dos créditos de carbono defronta-se com a enorme dificuldade existente para a aprovação dos projetos de MDL.

“A grande dificuldade desse tipo de atividade de projeto está no estabelecimento de metodologias consistentes para a determinação da linha de base e em encontrar maneiras para quantificar as emissões de GEEs e as reduções de carbono. Além disso, existem incertezas quanto à durabilidade e os riscos de reversibilidade desse tipo de atividade. É alegado que os projetos florestais não oferecem segurança de perenidade, estando sujeitos à ocorrência de sinistros (fogo, pragas) ou à substituição por outro tipo de ocupação do solo.” (Cotta et al, 2006).

A elaboração destes projetos vem sendo encaminhada através de grandes empresas internacionais (como a *Price WaterHouse*, por exemplo). A partir da ratificação, no ano de 2004, do protocolo de Kyoto, nosso país foi considerado como um grande receptor potencial dos recursos financeiros que deveriam ser direcionados aos países que estão fora do Anexo I através do mercado mundial de créditos de carbono.

Circunscrevendo-nos à Região Metropolitana de São Paulo, constatamos a existência de um único aterro sanitário (o aterro Bandeirantes) que promove o reaproveitamento energético de bio-gás emanado, gerando energia elétrica e passível de auferir os créditos de carbono.

PARTE II

Capítulo 3

A atual forma de geração dos resíduos sólidos domiciliares (RSD) e os métodos para sua destinação final praticados na RMSP

3.1. Os processos econômicos e políticos causadores da atual forma de geração dos RSD

No período colonial, os horizontes econômicos que norteavam as atividades produtivas no Brasil consubstanciavam-se nos setores agrários voltados às exportações. Nesses setores, à cultura canavieira sucederam-se a produção do ouro e o ciclo da produção do café.

A suposta vocação agrária da economia brasileira defrontou-se, no início do século XX, com um processo de urbanização, propiciado pela acumulação dos capitais originados nas atividades cafeeiras, que ocasionou o início das atividades industriais.

A implantação, no ano de 1930, do *Estado Novo*, sob a direção de Getúlio Vargas, priorizou a industrialização no Brasil tentando relegar os setores agrários a planos subjacentes a este processo. A orientação econômica das atividades industriais atendia a políticas de produção de bens a serem consumidos nos mercados internos do país, num programa de substituição das importações.

Getúlio Vargas manteve-se no poder entre os anos de 1930 e 1945, e, no início da década de 1950, foi eleito presidente da república. A morte de Getúlio Vargas, no período deste mandato político, coincidiu com a implantação, no Brasil, de novos modelos de crescimento econômico.

Neste período, terminada a II Guerra Mundial (1939-45), os capitais internacionais buscavam implantar indústrias multinacionais nos países considerados pouco industrializados.

“Após a II Guerra Mundial, os países cêntricos tomaram consciência do caráter esgotável dos seus recursos naturais, estimulando a expansão dos grandes oligopólios na exploração destes recursos nos países periféricos. Estes oligopólios se beneficiaram com a retaguarda que seus respectivos países lhes ofereciam, tanto militar quanto diplomaticamente. Os países cêntricos tornaram-se grandes exportadores de empresas. A política destes países era flexível à saída de suas empresas para a periferia, ou mesmo para outros países cêntricos. Veja-se o caso da economia americana, que saiu da guerra com grandes excedentes financeiros e tecnológicos que precisavam ser exportados, penetrando, enormemente, nas economias européias” (Scarlato, 1981).

As empresas multinacionais passaram a ser implantadas no Brasil a partir da segunda metade da década de 1950, tendo a indústria automobilística como setor dinamizador dos outros setores industriais e de serviços.

“O gigantismo do empreendimento automobilístico e sua importância no sistema foram determinados pelo caráter estratégico desta indústria dentro do setor industrial da economia como indústria indutora. A escolha do local para a implantação seguiu a racionalidade do Sistema Capitalista Brasileiro historicamente determinado na década de 1950. São Paulo já guardava condições favoráveis para esta implantação. A escolha da capital paulista, em detrimento das outras capitais brasileiras, não é obra do acaso, mas desta própria racionalidade, ou seja, uma política imediatista” (Scarlato, 1981).

Aa indústria automobilística foi considerada como um “setor de ponta” na economia, e dinamizava importantes setores industriais, como a siderurgia e a

eletro-mecânica, entre outros. Assim, através da indústria automobilística, constituíram-se os horizontes econômicos para as atividades produtivas.

E o desdobramento dessas atividades nos leva, hoje, ao questionamento internacional realizado sob a égide do conceito de desenvolvimento sustentável.

As estruturas industriais trazidas do exterior foram concentradas em pontos geográficos específicos, num processo de inserção verticalizada de implantação. O desenvolvimento destas tecnologias, em nosso país, não ocorreu através de uma expansão horizontalizada da produção (como, por exemplo, ocorreu em países europeus durante a Revolução Industrial), pelo fato de que estas tecnologias não foram desenvolvidas aqui.

A locação destes capitais internacionais na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP - conhecida, naquela época, como Grande São Paulo) gerou profundas distorções regionais (entre São Paulo e o restante do país) e alterações significativas na produção do espaço geográfico.

“O ponto central do tema coloca-se sobre as relações entre a expansão deste setor industrial com as transformações deste espaço industrial, com as transformações do espaço sócio-econômico e físico da metrópole paulista. As transformações ocorridas no subsistema periférico brasileiro devem ser entendidas, dialeticamente, dentro do macro-sistema capitalista. Tais relações acabaram determinando a natureza de nossa dependência econômica. A implantação da indústria automobilística foi marco importante na redefinição destas relações logo após a II Guerra Mundial. Sua implantação ligou-se a um surto de transformações na estrutura urbana da metrópole paulista. As transformações ocorridas, não somente alteraram o processo de zoneamento deste espaço, como, também, a intensidade e a direção dos fluxos de pessoas, mercadorias e serviços. Criaram-se, ao mesmo tempo, novas e variadas formas de circulação. Acelerou-se o processo de especulação imobiliária e do solo urbano. A nova natureza da metropolização de São Paulo, resultante da expansão quantitativa e qualitativa das transformações na estrutura espacial da cidade, leva-nos ao interesse pelo tema” (Scarlato. 1981).

A implantação, em isolados pontos geográficos de nosso território, das tecnologias provindas do exterior (que são acompanhadas de grandes investimentos de capitais), dinamiza os setores produtivos locais, mas gera um grande afluxo populacional a partir do meio rural em direção às cidades.

Este processo é agravado pela crescente mecanização agropecuária (que chega a conformar indústrias no meio rural), que expulsa a mão-de-obra do campo, e é acompanhada pela concentração fundiária, utilizando-se as terras para grandes culturas dirigidas às exportações.

A opção pela produção do automóvel como objetivo principal da atividade industrial (ao invés de priorizar-se, por exemplo, os transportes coletivos) levou a uma maior individualização nos hábitos de consumo.

A implantação, no Brasil, das tecnologias importadas levou, também, a uma estratificação social mais acentuada através de um processo de concentração das rendas nacionais em mãos das classes mais abastadas e das classes médias emergentes.

O automóvel é um bem econômico que consome, em muitos casos, boa parte da renda de uma família. O acesso a esse bem, e todo o consumo que lhe é correlato, é possibilitado, apenas, às classes sociais de maior poder aquisitivo.

O automóvel é classificado, na teoria econômica, como um bem durável, mas tem seu tempo de vida útil delimitado. Após isso, torna-se sucata.

A produção de bens, após a década de 1950, passou a objetivar o consumo pelas classes de maior poder aquisitivo, que realizam o consumo com maior conteúdo de embalagens e materiais a serem descartados. É assim que cria-se a chamada “estratégia do desperdício”.

“Ao mesmo tempo que do centro do sistema expandem empresas para a periferia, naquela acionam-se novos dispositivos para acelerar o seu crescimento. Criam produtos cada vez mais sofisticados, para clientela de poder aquisitivo mais elevado e padrão de consumo mais sofisticado. As classes média e operariado tiveram no centro do sistema uma significativa elevação no seu padrão de vida. Assim, o sistema de produção entra em constantes inovações. Os investimentos

indiretos, voltados para as pesquisas tecnológicas, intensificam-se. Criam, cada vez mais, novos modelos. É a *"estratégia do desperdício"*. A verticalização do consumo criou no centro do sistema uma saída para o seu crescimento. Até quando, não sabemos. Dentro deste esquema, os países periféricos mais uma vez tornam-se uma alternativa para a continuidade de crescimento de centro do sistema" (Scarlato, 1981).

Por "países ricos" ou "centro do sistema", denota-se os países industrializados. E considera-se como "países periféricos" ao sistema, os países que ainda buscam completar seu processo de industrialização, situados na América Latina, África e Ásia.

Observa-se que, nas regiões dos "países periféricos", os processos de industrialização apresentam características comuns.

A esse respeito, o relatório *"Diretrizes para a Gestão Integrada e Sustentável dos Resíduos Sólidos Urbanos na América Latina e no Caribe"*, realizado pela Associação Interamericana de Engenharia Sanitária e Ambiental (AIDIS) e redigido por Wanda Maria Risso Günther, enfatizando a geração de resíduos sólidos, assim se refere:

"O crescente aumento da geração de resíduos sólidos, fruto do atual modelo de produção e consumo, tem tomado dimensões preocupantes, especialmente nos países da América Latina e Caribe. Uma das explicações para este aumento na geração de resíduos está relacionada com o acelerado crescimento demográfico da região e à excessiva concentração em áreas urbanas, com o desenvolvimento industrial ineficaz, com o modelo de produção descontrolada e com as mudanças nos hábitos e níveis de consumo, que, por sua vez, repercutem também na variedade de resíduos sólidos gerados na região da América Latina e Caribe" (Günther, 2005).

É a partir desse processo de industrialização que poderemos entender a forma atual de geração dos resíduos sólidos domiciliares (RSD).

3.2. Reciclagem, compostagem, antigos métodos de incineração e o aterramento dos RSD em lixões e aterros sanitários

Denominamos por “resíduos” os materiais remanescentes das atividades de produção e consumo realizadas pela sociedade. Estes resíduos podem ser reaproveitados no processo produtivo (configurando o que chamamos por “reciclagem”) ou, em caso contrário, devem ser depostos na natureza na forma menos impactante possível.

Os resíduos podem ser sólidos, líquidos ou gasosos.

Os resíduos sólidos são classificados, da seguinte maneira, pela norma técnica NBR 10.004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT):

“... são os resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades (da comunidade) 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 seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis face à melhor tecnologia disponível” (ABNT, 1987).

A norma NBR 10.004 divide os resíduos sólidos em três categorias:

• **Classe I ou Perigosos**

“São aqueles que, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam riscos à saúde pública através do aumento da mortalidade ou da morbidade, ou ainda provocam efeitos adversos ao meio ambiente quando manuseados ou dispostos de forma inadequada”.

• **Classe II ou Não – Inertes**

"São os resíduos que podem apresentar características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, com possibilidade de acarretar riscos à saúde ou ao meio ambiente, não se enquadrando nas classificações de resíduos Classe I Perigosos ou da classe seguinte".

• **Classe III ou Inertes**

"São aqueles que, por suas características intrínsecas, não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente, e que, quando amostrados de forma representativa segundo a Norma NBR 10.007 e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, a temperatura ambiente, conforme teste de solubilização segundo a norma NBR 10.006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, conforme listagem nº 8 (Anexo H da NBR 10.004), excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor" (ABNT, 1987).

Os resíduos sólidos gerados pelas atividades industriais e hospitalares pertencem às classificações I e II, e sua destinação final, de acordo com a legislação ambiental, é de responsabilidade das unidades que os geram.

Os resíduos sólidos domiciliares (RSD) correspondem à Classe III da classificação de resíduos sólidos determinada pela NBR 10.004, da ABNT. Compõem-se de resíduos gerados nos domicílios e em estabelecimentos comerciais, e de resíduos provenientes de podas de árvores e da limpeza de bocas de lobo efetivadas pelas administrações públicas municipais. Os RSD também podem ser denominados como "resíduos sólidos urbanos" (RSU).

Gunther (1998) assim se refere aos resíduos sólidos domiciliares:

"Os resíduos sólidos urbanos caracterizam-se pela sua contínua geração, sofrendo variações ao longo do tempo e sendo influenciada pela cultura, renda, atividades desempenhadas e mudanças de hábitos da população local, retratando sua inesgotabilidade e sua quantidade crescente, atualmente.

A geração de resíduos sólidos tem crescido em nosso país, seja devido ao aumento das populações urbanas, à melhoria do poder de compra devido à estabilização da moeda dada pelo programa político-econômico do governo, ou devido à evolução tecnológica, mas, principalmente, pela incorporação do uso de materiais descartáveis no consumo de bens e produtos.

A utilização de embalagens e produtos descartáveis, embora apresentando aspectos positivos em relação à comodidade, praticidade, segurança, melhor relação venda-consumo e diminuição de certos custos de produção (transporte, por exemplo), vem contribuindo significativamente para o aumento da quantidade de resíduos sólidos gerada e para o agravamento dos problemas decorrentes de seu gerenciamento, principalmente na etapa da disposição final" (Günther, 1998).

A geração de RSD é diária e ininterrupta, e a quantia gerada por cada habitante é determinada por seu poder aquisitivo. Os segmentos sociais que auferem maiores rendimentos econômicos (comparativamente aos segmentos menos abastados) tendem a consumir, em maiores proporções, produtos sofisticados, que propendem ao descarte de uma maior quantidade de embalagens e outros materiais.

O intenso processo de urbanização ocorrido, nas últimas décadas, em nosso país adensou a geração de RSD nos espaços urbanos, e a concentração demográfica evoluiu de forma acentuada nas regiões metropolitanas.

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), no ano de 2004, apresentava o seguinte quadro de geração de RSD:

"A Região Metropolitana de São Paulo é formada pela cidade de São Paulo, capital do Estado, e mais 38 municípios. Com uma área territorial de 8.000 km², equivalente a 3,2% da área do Estado, a RMSP contava, em 2004, com 18,9 milhões de habitantes (Fundação SEADE), resultando em uma densidade populacional de 2.362,5 hab/km². O volume de RSD gerado, diariamente, pelos 39 municípios é de 17.885,5 toneladas, o que corresponde a 65% de todos RSD gerados no Estado, ou 0,95 kg/hab/dia. Considerando-se somente a cidade de

São Paulo, o índice *per capita* de produção destes resíduos é de 1,22 kg/hab/dia, enquanto nos demais municípios a média é de 0,60 kg/hab/dia" (SMA-SMASPPC, 2005).

A Agenda XXI, aprovada no de 1992 na Conferência das Nações Unidas sobre Meio ambiente e Desenvolvimento (CUMAD), constitui a formulação de diretrizes estabelecidas a partir das análises contida no relatório "Nosso Futuro Comum", de Gro Harlem Brundtland.

O capítulo 21 da Agenda XXI, em seu item 21.8, assim descreve os objetivos para a minimização de resíduos sólidos:

"Os objetivos desta área são:

a) estabilizar ou reduzir, em um prazo acordado, a produção de resíduos destinados à disposição definitiva, formulando objetivos baseados em peso, volume e composição dos resíduos e promover a separação para facilitar a reciclagem e a reutilização dos resíduos.
b) reforçar os procedimentos para determinar a quantidade de resíduos e as modificações em sua composição com o objetivo de formular políticas de minimização dos resíduos, utilizando instrumentos econômicos ou de outro tipo para promover modificações benéficas nos padrões de produção e consumo" (CNUMAD, 1997).

Pedro Jacobi nos apresenta uma visão sobre estas preocupações:

"A preocupação com o desenvolvimento sustentável representa a possibilidade de garantir mudanças sociopolíticas que não comprometam os sistemas ecológicos e sociais nos quais se sustentam as comunidades" (Jacobi, 2006).

Jacobi, relativamente à gestão dos RSD na cidade de São Paulo, faz o seguinte diagnóstico:

“O tamanho do problema aumenta quando se avalia a conjuntura que o cerca. Sob o prisma ambiental, de tudo que é coletado nas residências, cerca de 30% (numa avaliação conservadora) são materiais passíveis de serem reciclados. E, mesmo tendo dois aterros sanitários em vias de esgotamento – sem muitas perspectivas de novas áreas disponíveis para receber resíduos no município -, a cidade (de São Paulo) reciclava em 2004, por meio de seu projeto oficial de coleta seletiva, na melhor das hipóteses 0,9% de tudo o que era coletado – desempenho ainda abaixo do 1% previsto pela prefeitura quando do lançamento do programa em 2003” (Jacobi, 2006).

Lopes, relativamente à cidade do Rio de Janeiro, demonstra dados sobre a reciclagem que indicam situação semelhante àquela observada na cidade de São Paulo.

“De acordo com COMLURB (2004), a cidade do Rio de Janeiro produz, diariamente, 7.800 toneladas de lixo provenientes da coleta domiciliar. Desse total, menos de 2% são reaproveitados através da compostagem e reciclagem. Os demais 98% são aterrados” (Lopes, 2006).

As recomendações expressas da Agenda XXI (citadas acima) têm incentivado, na gestão dos RSD, a adoção de métodos de separação e reciclagem de materiais no processo produtivo. Nesta perspectiva, infere-se que tais atividades poderiam trazer, como benefício, a inclusão de pessoas desempregadas, que passariam a sobreviver através da coleta dos resíduos recicláveis.

Lopes, citando Suzuki, refere-se à coleta seletiva.

“... a inclusão do catador no sistema de coleta é a possibilidade de diminuir o trabalho informal dos catadores de rua, já que a organização territorial através

da setorização da coleta seletiva na cidade e a incorporação dos catadores de rua inibem a presença daqueles que não aderiram ao programa” (Lopes, 2006).

Em seu trabalho “Gestão e Gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos”, Lopes faz referência ao “Programa Amigos do Lixo”, encaminhado através de uma cooperativa de catadores de resíduos recicláveis do município paulista de Guaratinguetá, que emprega apenas 52 catadores perante uma população de mais de 113.673 habitantes (de acordo com o Censo IBGE, 2005).

Apesar do benefício social que representam estes catadores e da importância que pode significar sua inclusão profissional na cooperativa, a proporção relativa que representa seu número perante a quantidade total de habitantes do município apresenta-se como ínfima perante a grande quantidade, existente em nosso país, de trabalhadores desempregados. A inclusão social preconizada na Agenda XXI não representa uma solução aos nossos problemas sociais.

Seriam recomendáveis os métodos de compostagem da fração orgânica dos RSD (que, normalmente, compõe cerca de 50% de seu volume total) que podem produzir adubo orgânico de boa qualidade para a agricultura. Várias iniciativas, a esse respeito, foram implementadas na cidade de São Paulo, não tendo surtido, porém, os resultados desejados.

“... em 1970, surge (na cidade de São Paulo) a usina de compostagem transformando o lixo em composto orgânico como forma de evitar o desperdício dos recursos naturais.....nas usinas (de compostagem) processa-se, também, a triagem de alguns materiais como: plásticos, cobre, alumínio e outros, que são, posteriormente, vendidos como matéria prima a ser reciclada pelas indústrias.

No município de São Pulo, o composto orgânico produzido pelas Usinas de Tratamento de Lixo (compostagem) de São Mateus e Vila Leopoldina não é suficiente para a demanda, pois muitos são os compradores que se deslocam de áreas distantes para adquiri-lo.

A recuperação dos resíduos, através da triagem e da compostagem, representa uma forma de destino que promove o aproveitamento racional dos resíduos que, sob outras formas, favorecem o desperdício de recursos naturais" (Ogata, 1983).

Segundo Jacobi:

"As duas usinas de compostagem, em operação desde os anos 70, recebiam, juntas, 11,4% dos resíduos de origem domiciliar ou de varrição, ou seja, cerca de 1.200 toneladas diárias de lixo. Desse total, por volta de 2,1% eram reciclados, a partir da triagem de materiais antes da compostagem propriamente dita. Outros 34% eram transformados em composto utilizável na agricultura. Juntando-se o composto e o material triado, apurava-se, na época, um total de 8% de reciclagem dos resíduos domiciliares" (Jacobi, 2006).

Na operação das usinas de compostgem, a problemas administrativos juntaram-se a qualidade duvidosa do composto orgânico que era produzido (devido à contaminação da fração orgânica dos RSD com outros materiais) e as queixas dos moradores que lhes eram circunzinhos, motivadas pela exalação de mau-odor e a proliferação de insetos.

"A prefeitura (no governo de Marta Suplicy) desativou as duas usinas de compostagem que funcionavam desde a década de 70 – a de São Mateus (zona leste) e a de Vila Leopoldina (zona oeste). Com tecnologia defasada, sem dar conta da quantidade de resíduos que recebiam, produzindo um composto de qualidade duvidosa – problema agravado pela inexistência de uma coleta seletiva que separasse o lixo orgânico do inorgânico -, as unidades eram alvos de reclamações por parte dos moradores de seu entorno e de multas por parte da Cetesb. Os principais problemas eram o mau cheiro exalado pelo composto cru e a possibilidade de que o chorume desse material estivesse contaminando o lençol subterrâneo de água" (Jacobi, 2006).

Pensamos serem, as práticas de compostagem, sob certas condições, muito recomendáveis. Essas práticas e as de coleta seletiva devem ser incentivadas e não contrapõem-se às propostas de implantação dos modernos métodos de incineração de RSD no Brasil. Estas modernas usinas de incineração têm por objetivo processar os resíduos remanescentes dos processos de reciclagem e compostagem dos RSD.

Usinas de incineração que utilizavam métodos antigos de processamento foram instaladas na cidade de São Paulo, e, por causarem grave poluição aérea, granjearam antipatia por parte das populações e acabaram sendo desativadas.

"A incineração, outra forma de destino (dos RSD) adotada em São Paulo, se processa dentro do espaço urbano central, denominado por Costa de *centro expandido*. É a forma de destino que menos espaço urbano exige, de modo que pode situar-se próxima às fontes produtoras de resíduos, o que reduz os custos de transporte.

Esta modalidade de destino, em São Paulo, promove a redução de 13 a 15% do peso e 5% do volume original dos resíduos. É um processo que elimina, de forma higiênica e sanitária, os resíduos hospitalares, animais mortos, papel-moeda retirado de circulação e vários outros resíduos que não podem ser recebidos pelas outras unidades de destino final.

Os três incineradores de São Paulo apresentam um desempenho pouco satisfatório. Em geral, trabalham com capacidade ociosa...a incineração dos resíduos exige um alto custo das instalações, manutenção e pessoal técnico especializado. Com relação a problemas ambientais, em São Paulo, os incineradores contribuem para a poluição do as nos bairros em que se localizam: Pinheiros, Saúde e Ponte Pequena" (Ogata, 1983).

Jacobi relata que:

"No ano de 1999, havia somente um incinerador em operação, o Vergueiro, na zona sul. Eram incinerados, basicamente, resíduos de saúde, drogas

apreendidas e remédios vencidos, numa média que ficava em torno de 90 toneladas de material. Desse total, 20% viravam escória, encaminhada aos aterros sanitários" (Jacobi, 2006).

A administração da prefeita Marta Suplicy encerrou as operações do incinerador Vergueiro, que estava sendo alvo de inúmeras denúncias por parte de órgãos de controle, ambientalistas e especialistas em saúde pública.

"Depois de mais de 20 anos de poluição atmosférica e cerca de 2,5 milhões em multas ambientais, em junho de 2001, o incinerador de tecnologia alemã – que havia começado a funcionar em 1968 com lixo doméstico, mas passou a receber resíduos do sistema de saúde em 1977, depois que a Cetesb (agência ambiental do estado) lacrou os incineradores particulares dos hospitais – começou a ser desativado. Seu completo fechamento se deu um ano depois, numa cerimônia simbólica no Dia Mundial do Meio Ambiente. Os resíduos de saúde passaram a ser inertizados numa outra unidade, por meio de microondas" (Jacobi, 2006).

O método de destinação final dos RSD mais utilizado em nosso país consiste nas práticas de aterramento desses resíduos. As práticas de aterramento dos RSD defrontam-se, na RMSP, com a falta de áreas disponíveis para estas finalidades.

Esta situação é causada, principalmente, pela intensa concentração demográfica que ocorre, através das últimas décadas, em nosso país, ocasionando um crescente processo de ocupação imobiliária.

"Uma das tendências que marcaram o século XX foi a concentração da população em áreas urbanas. No Brasil, por exemplo, se na primeira metade de século a população urbana nunca passou de 36% da população total (índice atingido em 1950), o censo de 1970 do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) mostrava esta inversão: 56% dos brasileiros habitavam as cidades. No

censo de 1980 já correspondia a 67% da população e em 1995 a cerca de 75%" (Lopes, 2006).

O imenso volume de RSD gerados, ao encontrar dificuldades para sua destinação final, cria problemas de graves proporções para as administrações públicas municipais. E as projeções para o cenário futuro de crescimento populacional criam expectativas alarmantes devido à falta de locais próprios para o aterramento dos RSD.

O projeto "Projeção da População e dos Domicílios para os Municípios do Estado de São Paulo", realizado pela Fundação Seade, prevê o cenário futuro de crescimento populacional na RMSP para os próximos vinte anos.

Local	2010	2015	2020	2025
	População (hab)			
São Paulo	10.970.942	11.106.417	11.210.909	11.300.189
Outros municípios	9.338.705	10.207.388	10.973.614	11.657.368
RMSP	20.309.647	21.313.805	22.184.523	22.957.557

Fonte: Fundação Seade

Tabela 3. Projeção da população no município de São Paulo e na RMSP – Período de 2010 a 2025 Fonte: SMA-SMASPPC, 2005.

"A projeção da população na RMSP para os próximos vinte anos (apresentada na figura 4) mostra um crescimento populacional de 7,5% até o ano de 2010 e de 21,5% até o ano de 2025, com base na população do ano de 2004" (SMA-SMASPPC, 2005).

Local	2010	2015	2020	2025
	Resíduo (t/dia)			
São Paulo	13.384.549	13.549.829	13.677.309	13.786.231
Outros municípios	5.603.223	6.124.433	6.584.168	6.994.421
RMSP	18.987.772	19.674.262	20.261.477	20.780.651

Tabela 4. Estimativa de geração de RSD no município de São Paulo e na RMSP entre os anos de 2010 e 2025. Fonte: SMA-SMASPPC, 2005.

“A estimativa de geração de RSD na RMSP até o ano de 2025 (constante na figura 5) traça um cenário em que poderá ocorrer um acréscimo de 6,2% no ano de 2010 e de 16,2% no ano de 2025, comparativamente à quantidade de RSD gerados no ano de 2004” (SMA-SMASPPC, 2005).

Perante esse cenário, “...a vida útil dos aterros e a disponibilidade de áreas adequadas à implantação de novos aterros sanitários na RMSP são restritas” (SMA-SMASPPC, 2005).

A disponibilidade de áreas para a locação de aterros sanitários nos centros urbanos em nosso país também sofre restrições ocasionadas pela legislação ambiental, que proíbe tal prática sobre áreas de proteção de mananciais (APM) e áreas de proteção ambiental (APA). Tal determinação visa proibir os riscos de vazamento, nos aterros sanitários, de efluentes líquidos que possam contaminar os lençóis freáticos locais.

Com relação à RMSP:

“... a disponibilidade de áreas adequadas à implantação de novos aterros sanitários é restrita. Isso decorre das limitações impostas pela expansão urbana e, principalmente, pelas áreas de proteção de mananciais e de preservação ambiental que, juntas, representam cerca de 60% da área total da RMSP” (SMA-SMASPPC, 2005).

Os aterros sanitários possuem um limite de capacidade para suas operações, determinado pela quantidade de RSD que neles pode ser estocada. Possuem, portanto, uma vida útil limitada. Este fator impõe uma necessidade permanente de construção de novos aterros sanitários junto aos centros urbanos.

A dificuldade para a locação de áreas adequadas à disposição final de RSD levou o Governo do Estado de São Paulo, na pessoa do então governador Geraldo Alckmin, a encaminhar, em 16 de janeiro de 2006, à Assembléia Legislativa o projeto de lei nº 12.233, que, permite, na Bacia do Guarapiranga (na RMSP), a disposição final dos RSD em aterros sanitários.

A lei foi aprovada no mesmo ano, e dispõe, na Seção II, artigo 49, parágrafo único, que:

“Fica vedada, na APRM-G, a disposição de resíduos sólidos domésticos provenientes de fora desta área, excetuada a disposição em aterro sanitário municipal já instalado até a data de publicação desta lei, desde que sua regularização seja promovida pelo Poder Público e observado o limite de sua vida útil”.

A aprovação desta lei, combinada com os riscos ambientais determinados pelos aterros controlados, caracteriza um quadro de fragilidade quanto à proteção ambiental na gestão dos RSD em nosso país. Tal situação demonstra que, perante o acelerado processo de crescimento demográfico, não houve um planejamento sobre a gestão dos RSD.

Segundo Ogata (1983):

“Os aterros sanitários e *lixões* (especialmente *lixões*) são as formas de destino (de RSD) que mais expõem a população urbana a problemas de saúde pública, porque o acúmulo de resíduos não deixa de apresentar emanações de gases, abrigo para vetores biológicos como insetos e ratos, água contaminada, partículas sólidas no ar, entre inúmeros outros problemas. Alguns autores provaram a existência destes riscos.

Hanks (1967) provou que a população pode ser afetada pelos resíduos sólidos, através de um contato direto e indireto. O contato direto se dá através do manuseio dos resíduos sólidos pela potencial vítima e o indireto pelos agentes de doenças, através de vetores biológicos como mosquito, pulga, água contaminada pelos resíduos ou partículas sólidas no ar. Segundo Schenke, Radelat e Shipman, (1961), grande é o risco epidemiológico que as moscas representam para a saúde pública.

O aterro sanitário apresenta os problemas de poluição das águas, poluição sonora, poluição do ar e presença de insetos e animais nocivos. O *lixão* é a pior

forma de deposição final de resíduos existentes no Município de São Paulo, e, felizmente, encontra-se em vias de extinção, apesar de ter sido, até 1974, a principal forma de destino. Entre os problemas que um *lixão* traz ao meio ambiente e à população urbana, situada em suas proximidades, podemos citar: grande poluição das águas, do ar e do solo; poluição sonora, devido ao trânsito ruidoso dos veículos e presença constante de *catadores* e animais domésticos; comprometimento visual da paisagem; e deslizamento e explosão dos montes de lixo, apresentando perigos para a população.

Estas duas formas de recepção de resíduos exigem amplas áreas de espaço, de modo que se instalam somente em locais em que estas se encontram disponíveis: em geral, na periferia da cidade" (Ogata, 1983).

Referindo-se às populações humanas que sobrevivem à custa da comercialização de objetos que retiram dos locais de aterramento dos RSD (as populações de *catadores)*, Ogata nos proporciona as seguintes análises:

"O *lixão* representa o ponto comum entre a *aparente riqueza* de bens produzidos pela sociedade capitalista de consumo, vista através da abundância de mercadoria sem uso, e a *real pobreza* de uma grande massa de *citadinos sem cidade*, que nele encontra subsídios para a sua sobrevivência.

Estamos diante de uma população que, apesar de ser mantida pela economia capitalista, não se insere completamente nela porque subproduz e subconsome" (Ogata, 1983).

O aterramento dos RSD nos aterros sanitários (como método para sua destinação final) ainda constitui prática corrente em nosso país, e, nos centros urbanos, tal atividade defronta-se com a falta de áreas adequadas a esta finalidade, causada pela crescente ocupação imobiliária.

Esta situação conjuga-se com a falta de cuidados ambientais (que é expressiva em países de economias periféricas aos países de economia

industrializada), culminando com o lançamento de RSD em lixões a céu aberto (que são áreas sem prévios preparos para a recepção destes resíduos).

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, realizada no ano 2000 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), revelou que 63,6% dos municípios brasileiros destinam os RSD a lixões, 18,41% destinam os RSD a aterros controlados e 13,8% destinam os RSD a aterros sanitários. Até o ano de 1978 haviam, no Brasil, apenas 12 aterros sanitários e a maior parte dos RSD era depositada em lixões comuns (Calderoni, 1978).

“De acordo com o Inventário Estadual de resíduos Sólidos de 2002, dos 645 municípios do Estado de São Paulo, cerca de 545 depositam seus resíduos de maneira pouco adequada, sendo que 29,6% deles ainda possuem lixões...menos de 15% das cidades do Estado possuem alguma tentativa, desenvolvida pelo poder público, de aproveitamento do lixo seco” (Lopes, 2006).

Note-se a necessidade dramática de redução dos volumes de RSD aterrados para que possa haver um atenuamento dos impactos observados nos processos de aterramento.

Na concepção de aterramento dos RSD, um aterro sanitário configura a forma mais evoluída de disposição final destes resíduos, envolvendo modernas técnicas de engenharia para a proteção ambiental.

O extremo oposto desta forma é o denominado lixão, constituído por terrenos onde os RSD são lançados sem prévios cuidados ambientais. E existem formas intermediárias de disposição final dos RSD que são conhecidas por “aterros controlados”.

Os aterros controlados possuem algumas características técnicas de controle ambiental semelhantes àquelas utilizadas nos aterros sanitários, mas, também, possuem deformações que colocam em risco a qualidade ambiental.

Vários aterros classificados como controlados operam na RMSP, alguns deles irregularmente perante as autoridades de proteção ambiental.

“Atualmente são utilizadas 18 áreas para a disposição final dos RSD na RMSP, sendo 6 particulares e 12 públicas. Algumas das áreas públicas não estão regularizadas nos órgãos ambientais competentes, caracterizando-se como áreas inadequadas de disposição final de RSD” (SMA-SMASPPC, 2005).

Segundo Ogata:

“...o aterro sanitário representa a principal forma de destino dos resíduos (RSD) da cidade (de São Paulo), e ocupa um lugar amplo e concreto da materialidade urbana, num espaço exíguo e disputado por outros usos de solo” (Ogata, 1983).

Jacobi destaca que, no início desta década:

“...dois aterros estavam, então, em operação: o Bandeirantes, que recebia 47% dos resíduos enterrados, e o São João, para onde iam os 53% restantes” (Jacobi, 2006).

Estes dois aterros sanitários estão em sua fase final de operações.

Os RSD coletados nos domicílios devem, nos processos de aterramento, ser encaminhados aos seus locais de disposição final. Devido às grandes distâncias que, atualmente, situam-se entre as áreas de destino dos RSD e seus locais de coleta, torna-se anti-econômico o longo percurso efetuado por cada veículo que faz a coleta dos RSD nos domicílios até estas áreas. Considerou-se conveniente interpor, entre as áreas de coleta e de destino, uma estação de transferência de resíduos.

Os veículos coletores levam os resíduos para esta estação e, estes, posteriormente, passam a ser transferidos para veículos de maior capacidade que levarão os resíduos às áreas de disposição final (esta operação é denominada “transbordo”). Deste modo, há uma redução no trajeto dos veículos coletores menores que possibilita uma diminuição dos gastos com transporte e do tempo

ocioso do pessoal da coleta, que não mais precisa se dirigir aos longínquos locais de destinação final.

À medida em que a capacidade de recepção de RSD nos aterros sanitários vai sendo esgotada, a implantação de novos aterros sanitários tende a ocorrer em locais mais longínquos, gerando, nas operações do aterro sanitário, uma sobreposição de custos financeiros de transportes e um aumento dos impactos ambientais e sociais causados pelas operações de transbordo (como danificações à pavimentação das estradas, riscos de acidentes de tráfego, incômodos aos habitantes causados por ruídos, fumaça e mau odor, e outros).

O problema do transporte dos RSD em direção aos seus locais de destino final é um fator de significativa importância na avaliação dos processos de aterramento destes resíduos.

3.3. As operações de um aterro sanitário

O aterramento de RSD produz lixiviados que têm que ser coletados, tratados e monitorados por muitos anos.

“Os resíduos sólidos domiciliares contém substâncias perigosas e materiais biológicos biodegradáveis que interagem química e biologicamente no interior de um aterro, como um reator químico. Deriva-se, daí, a expressão ‘aterro ativo’. Incertezas como a operacionalidade a longo prazo e a efetividade variável dos sistemas de impermeabilização levam a um questionamento sobre a permanência definitiva das substâncias perigosas no interior de um aterro” (SMA-SMASPPC, 2005).

Para garantir melhor proteção ambiental no aterramento de resíduos, os aterros sanitários são construídos através de normas técnicas e de estudos geotécnicos específicos das áreas em que são implantados.

Os aterros sanitários são definidos, da seguinte maneira, pela norma técnica NBR 1070, da ABNT:

“... uma técnica de disposição final de resíduos sólidos domiciliares no solo, através de confinamento em camadas cobertas com material inerte, geralmente solo, segundo normas específicas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde e à segurança, minimizando os impactos ambientais” (ABNT, 1989).

A norma técnica NBR 1070, da ABNT, define os seguintes critérios técnicos a serem obedecidos na escolha de locais para a instalação de aterros sanitários:

- **Uso do solo:** as áreas têm que se localizar numa região onde o uso do solo seja rural (agrícola) ou industrial e fora de qualquer Unidade de Conservação Ambiental.

- **Proximidades a cursos d'água relevantes:** as áreas não podem situar-se a menos de 200 metros de corpos d'água relevantes, tais como, rios, lagos, lagoas e oceano. Também não poderão estar a menos de 50 metros de qualquer corpo d'água, inclusive valas de drenagem que pertençam ao sistema de drenagem municipal ou estadual.

- **Proximidades a núcleos residenciais urbanos:** as áreas não devem situar-se a menos de mil metros de núcleos residenciais urbanos que abriguem 200 ou mais habitantes.

- **Proximidade a aeroportos:** as áreas não devem situar-se próximas a aeroportos ou aeródromos e devem respeitas a legislação em vigor.

- **Distância do lençol freático:** as distâncias mínimas recomendadas pelas normas federais e estaduais são as seguintes:
    - Para aterros com impermeabilização inferior através de manta plástica sintética, a distância do lençol freático à manta não poderá ser inferior a 1,5 metro.
    - Para aterros com impermeabilização inferior através de camada de argila, a distância do lençol freático à camada impermeabilizante não poderá ser inferior a 2,5 metros e a camada impermeabilizante deverá ter um coeficiente de permeabilidade menor que 10-6 cm.

- **Vida útil mínima:** é desejável que as novas áreas de aterro sanitário tenham, no mínimo, cinco anos de vida útil.

- **Permeabilidade do solo natural:** é desejável que o solo do terreno selecionado tenha uma certa impermeabilidade natural, com vistas a

reduzir as possibilidades de contaminação do aqüífero. As áreas selecionadas devem ter características argilosas e jamais deverão ser arenosas.

- **Extensão da bacia de drenagem:** a bacia de drenagem das águas pluviais deve ser pequena, de modo a evitar o ingresso de grandes volumes de água de chuva na área do aterro.

- **Facilidade de acesso a veículos pesados:** o acesso ao terreno deve ter pavimentação de boa qualidade, sem rampas íngremes e sem curvas acentuadas, de forma a minimizar o desgaste dos veículos coletores e permitir seu livre acesso ao local de vazamento, mesmo na época de chuvas muito intensas.

- **Disponibilidade de material de cobertura:** preferencialmente, o terreno deve possuir ou situar-se próximo a jazidas de material de cobertura, de modo a assegurar a permanente cobertura do lixo a baixo custo.

Estes critérios técnicos visam um desempenho mais seguro nas operações dos aterros sanitários e, ao mesmo tempo, restringem as possibilidades de locação de áreas para sua implantação.

A figura a seguir demonstra um modelo de engenharia para a construção de aterros sanitários:

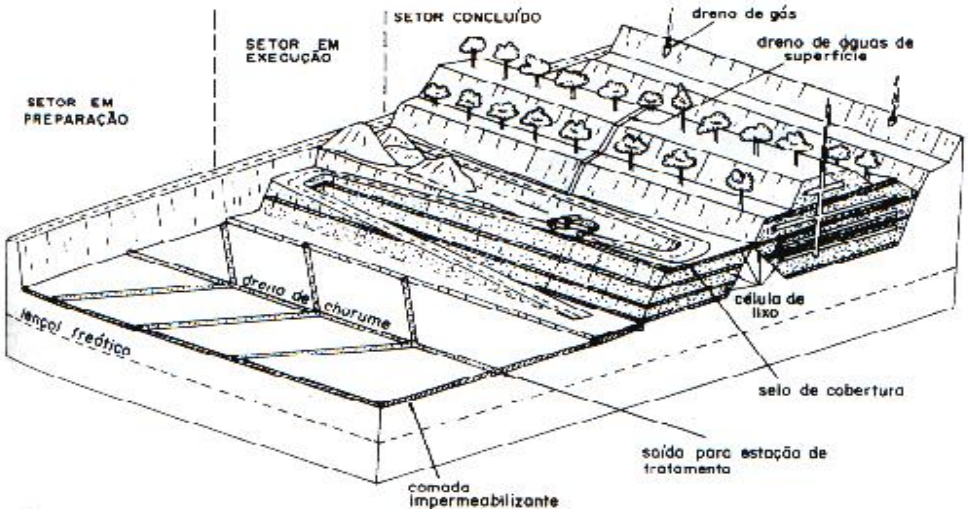

Figura 4. Modelo de engenharia para a construção de aterros sanitários
Fonte: www.geocities.com/reciclagem2000/aterros.html Acesso em 24/08/2007

Os aterros sanitários são recobertos, ao fundo, com uma manta sintética de polietileno de alta densidade (PEAD), aplicada, preferentemente, sobre uma fina camada de argila que recobre toda a área de disposição final dos RSD. Desse modo, busca-se proteger o solo e as águas da região contra a infiltração dos efluentes líquidos. No solo são vazadas canaletas que propiciam o escoamento dos efluentes sobre a manta de PEAD, dirigindo-os aos poços de recepção, de onde serão encaminhados para tratamento ou tratados no próprio local.

Os RSD são dispostos em pilhas que são cobertas por porções de solo. O grau de sua compactação obedece a normas técnicas que regulamentam as digestões aeróbia e anaeróbia de sua fração orgânica no interior do aterro e buscam preservar a resistência mecânica do talude à pressão dos RSD depositados. Estas pilhas de RSD constituem células de deposição no interior do aterro.

Para a construção do aterro sanitário, é instalado, na área em que os resíduos serão dispostos, um sistema de tubulação horizontal que perpassará as células de deposição de modo a captar os efluentes gasosos exalados. Os tubos horizontais levam a outros tubos verticais instalados em toda a área de deposição, viabilizando a emanação dos efluentes gasosos à superfície.

"Na execução do projeto de construção de aterros sanitários, podemos ter a seguinte ordem para a implantação da obra:

- execução de obras fixas;
- preparo de vias de acesso;
- preparo de área de emergência;
- sistema de drenagem superficial de águas pluviais;
- drenagem de líquidos percolados;
- captação e tratamento de líquidos percolados;
- sistema de embreagem de gases e de drenagem de gases;
- impermeabilização do solo no leito do aterro;
- preparo e formação das células de RSD;
- preparo da cobertura final das células de disposição dos RSD no aterro" (www.geocities.com.reciclagem2000/aterros.html Acesso em 24/08/2007).

O aterro sanitário é um método de disposição final de RSD que consiste, basicamente, no seu espalhamento sobre o solo em camadas sucessivas, compactadas por tratores de forma a obter o menor volume possível, que são cobertas por frações de solo. Com a adoção destas técnicas, minimizam-se danos ou riscos à saúde pública e os impactos ambientais causados pela inadequada deposição dos RSD sobre o solo. Os processos de implantação e operação de aterros sanitários sempre deverão seguir, rigorosamente, as normas técnicas recomendadas, caso contrário haverá o seu desvirtuamento, com conseqüências danosas ao meio ambiente.

Os efluentes percolados da disposição final de RSD nos aterros sanitários são o chorume (efluente líquido) e o bio-gás (efluente gasoso).

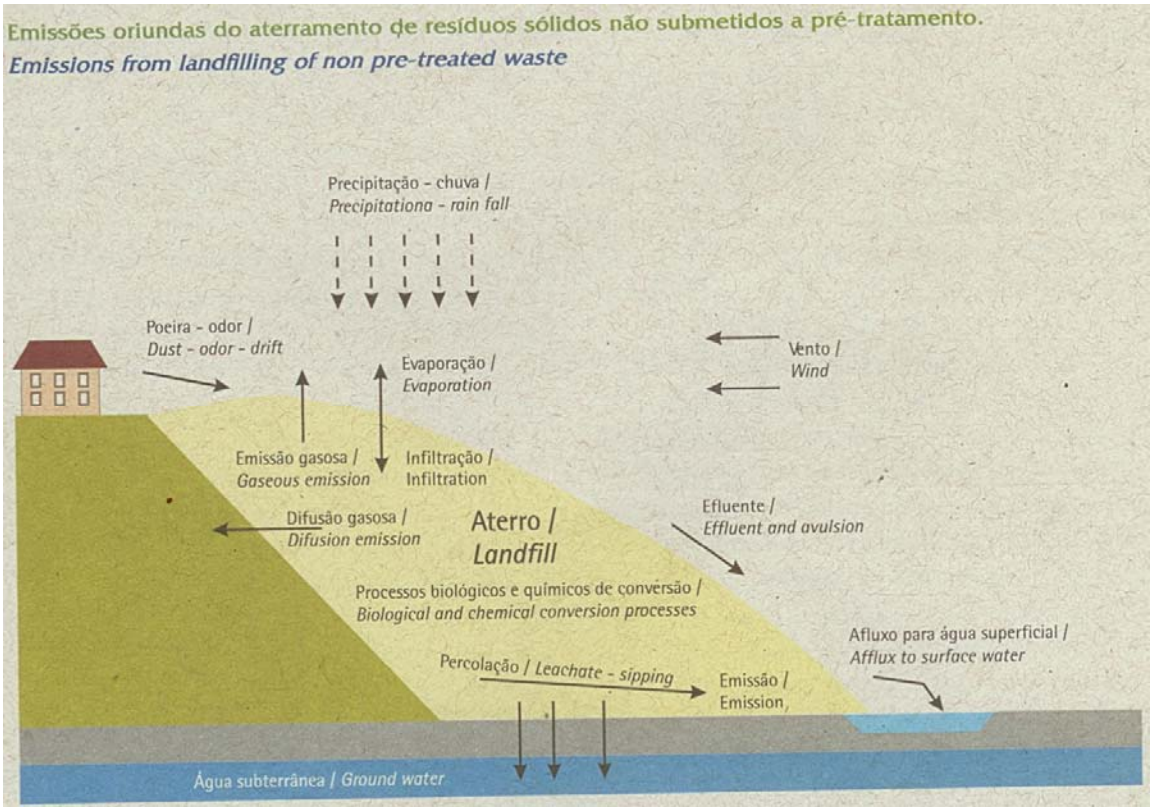

Figura 5. Efluentes líquidos e gasosos oriundos das práticas de aterramento de RSD (SMA-SMASPPC, 2005).

A figura acima demonstra o ciclo gasoso na área de disposição de resíduos num aterro sanitário, determinado pela geração de gases (bio-gás) que são expelidos à superfície, e o ciclo hídrico, determinado pelas precipitações pluviométricas e pelas emanações do chorume, que é recolhido, para posterior tratamento, nas lagoas de recepção.

3.3.1. O chorume e o bio-gás

O chorume é um líquido negro altamente poluente que é gerado pela putrefação da fração orgânica dos RSD no interior do aterro sanitário. Este líquido deve ser captado e tratado em estações de tratamento ou no próprio local do

aterro através de tecnologia apropriada. Os riscos de vazamento do chorume sobre o solo ou águas superficiais locais podem demandar grave contaminação às águas superficiais ou subterrâneas da região do aterro sanitário.

O efluente gasoso (que é conhecido no Brasil como "bio-gás") é um percolado gerado pelas reações químicas ocorridas entre os RSD no interior dos aterros sanitários. Estas reações são fortemente influenciadas pela degeneração da fração orgânica dos resíduos estocados. Após serem dispostos nos aterros sanitários, os RSD, que contém significativa parcela de matéria orgânica biodegradável, passam por um processo de digestão anaeróbia, que ocorre pela ação de microorganismos que transformam a matéria orgânica neste gás.

“O bio-gás gerado nos aterros sanitários é composto, basicamente, pelos seguintes gases: metano (CH4), dióxido de carbono (CO2), nitrogênio (N2), hidrogênio (H2), oxigênio (O2) e gás sulfídrico (H2S). Pelas características dos RSD coletados no Brasil, o bio-gás gerado na maioria dos aterros sanitários apresenta elevada concentração de metano, acima de 55%, e de Dióxido de Carbono, acima de 30%. O biogás gerado nos aterros sanitários, por contar em sua composição com metano e dióxido de carbono, é um dos gases formadores do fenômeno conhecido como ‘efeito estufa’ na atmosfera...estudos existentes indicam que, considerando um período de 100 anos, 1 grama de metano contribui 21 vezes mais para a formação do efeito estufa do que 1 grama de dióxido de carbono” (IBAM - Ministério das Cidades, 2007).

Por possuir, em sua composição, cerca de 50% de CH-4, o bio-gás gerado nos aterros sanitários deve ser drenado e queimado para mitigação dos efeitos causados pelo seu lançamento à atmosfera, notadamente no que concerne à potencialização do efeito estufa.

A queima do biogás transforma o CH-4 em CO2 e vapor d´água. Através de tubulações horizontais e verticais dispostas dentre os resíduos estocados no aterro sanitário, o bio-gás é canalizado a pontos de sua superfície, onde pode ser

queimado de modo a diminuir seu efeito poluente ou pode ser reaproveitado energeticamente para a geração de energia térmica ou elétrica.

A decomposição biológica da matéria orgânica presente no maciço de RSD depositados nos aterros sanitários pode formar bolsões de concentração de bio-gás dentre os resíduos estocados e, em caso de níveis elevados de concentração (e de mistura, em determinadas condições com o oxigênio - O2), por ser o CH-4 um gás combustível, pode ocorrer a combustão espontânea dos gases no interior dos aterros causando impactos ambientais negativos no terreno de disposição final dos RSD e podendo colocar em risco as populações circunvizinhas à região do aterro sanitário, prejudicando, conseqüentemente, as operações do aterro sanitário.

A foto abaixo registra um acidente deste tipo ocorrido no mês de agosto de 2007.

Foto 1. Aterro São João. Deformação topográfica causada por explosão dentre os resíduos estocados, ocorrida em 13 de Agosto de 2007.
Fonte: www.potaldogrito.org.br/noticias_visualização.php?not_id=283 em 05/11/2007

O mau-odor causado pela explosão dos RSD dispostos neste aterro sanitário atingiu localidades do Município de Mauá, situado na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) em área distante do local do aterro. Assinala-se a importante deformação topográfica ocorrida no terreno de disposição final dos RSD por ocasião deste evento.

3.3.2. O reaproveitamento energético do bio-gás

O bio-gás emanado dos aterros sanitários pode ser aproveitado (através de tecnologia apropriada) como fonte de energia renovável, podendo gerar energia térmica ou elétrica.

O reaproveitamento energético do bio-gás emanado nos aterros sanitários absorve apenas parcela do volume total de bio-gás gerado nestes locais. A preponderância deste reaproveitamento ocorre, principalmente, num período entre 20 ou 30 anos a partir do momento de deposição final dos RSD nos aterros sanitários. Nesta fase, as reações químicas que ocorrem no interior do maciço dos RSD depositados encontram-se em maior grau de efervescência e possibilitam maior volume de vazão, à superfície, de bio-gás gerado. Estas quantidades emanadas, geradas pelas parcelas de resíduos estocadas mais recentemente, favorecem o retorno econômico da atividade de recuperação energética. Nos períodos subseqüentes, as emanações de bio-gás diminuem progressivamente, inviabilizando, economicamente, seu reaproveitamento energético, mas devem ser monitoradas por longo tempo buscando-se evitar explosões no interior do aterro e contaminações à atmosfera.

A energia térmica ou elétrica produzida a partir do bio-gás emanado dos aterros sanitários pode, ao ser comercializada, representar retornos financeiros que favorecem, economicamente, as operações dos aterros sanitários. A energia térmica gerada pode, também, ser utilizada, no próprio local do aterro sanitário, para o tratamento do chorume emanado, reduzindo, assim, significativamente, os custos financeiros para a administração do aterro.

De acordo com boletim do IBAM – Ministério das Cidades (2007),

"... para que seja possível a recuperação energética do bio-gás, um aterro sanitário deverá contar com os seguintes sistemas:

- Sistema de impermeabilização superior: este sistema deverá evitar a fuga do bio-gás para a atmosfera. A cobertura superior da

área de deposição dos RSD nos aterros sanitários deve ser feita com argila compactada de baixa permeabilidade.

- Poços de drenagem de bio-gás**:** estes poços, escavados na massa de resíduos, são feitos, normalmente, com brita e podem ser verticais ou horizontais. Alguns aterros sanitários adotam um sistema misto.

- Rede de coleta e bombas de vácuo**:** a rede de coleta de bio-gás leva o bio-gás, drenado dos poços, para a unidade de geração de energia elétrica. A rede coletora de bio-gás é, normalmente, constituída por tubos de polietileno de alta densidade e deve ser aterrada para evitar acidentes. As bombas de vácuo são importantes para compensar as perdas de carga nas tubulações e garantir uma vazão regular de bio-gás para a unidade de geração de energia elétrica.

- Grupos Geradores**:** estes equipamentos possuem motores de combustão interna que utilizam o bio-gás como combustível. A implantação de unidades de geração de energia elétrica em aterros sanitários deverá ser precedida de estudo de viabilidade técnica e econômica. Este estudo deverá obrigatoriamente indicar o potencial de geração de bio-gás no aterro sanitário, em função da quantidade e da composição dos resíduos aterrados e avaliar o custo de geração de energia elétrica comparando-o com o valor cobrado pela concessionária local.

Para que o biogás possa ser explorado comercialmente através de sua recuperação energética, o aterro sanitário deverá receber, no mínimo, 200 toneladas/dia de resíduos, ter uma capacidade mínima de recepção da ordem de

500.000 toneladas e altura mínima de carregamento de 10 metros” (IBAM – Ministério das Cidades, 2007).

Note-se que a viabilização da recuperação energética ocorre com a concentração de grandes quantidades de RSD e por um período de tempo delimitado. As emanações de bio-gás (decorrentes das variadas formas de disposição final dos RSD no solo) que estiverem fora destas condições não são reaproveitáveis energeticamente pelo motivo de não propiciarem retorno financeiro aos investimentos de capital necessários à execução de tal tarefa.

Dessa forma, boa parte do conteúdo energético do bio-gás é desperdiçada. A queima do bio-gás em seus pontos de vazão à superfície, nos aterros sanitários, rompe as moléculas do CH-4 (que é um gás combustível e altamente inflamável) transformando-o em CO2 e vapor d’água. Esta medida diminui o efeito prejudicial causado pelo CH-4 à atmosfera, mas significa, também, um desperdício de seu poder energético. O CO2 resultante da queima do bio-gás nos aterros sanitários é lançado à atmosfera e passa a compor o ciclo natural do CO2 na natureza.

É necessário ressaltar que parcela do bio-gás dos aterros sanitários não é reaproveitável ou totalmente colocada em combustão. Há muita perda nas tubulações que o encaminham à superfície e muitos vazamentos à atmosfera nos pontos de vazão onde devem ser queimados. E o fato importante é que, em países como o nosso, a maior parte dos RSD coletados ainda é lançada em lixões a céu aberto.

Portanto, é considerável o volume de emissões de gases nocivos à atmosfera, derivado das formas de disposição final dos RSD. O CH4 possui um poder poluente 21 vezes maior do que o potencial poluidor do CO2. Mesmo quando, através da combustão, é transformado em CO2 e expelido à atmosfera, mantém-se uma sobrecarga aérea de CO2.

3.3.3. Impactos negativos das operações dos aterros sanitários

As operações dos aterros sanitários apresentam aspectos que configuram impactos ambientais:

- proliferação, na região dos aterros sanitários, de insetos e animais de pequeno porte que são vetores de doenças prejudiciais à saúde humana.
- defenestração do terreno do aterro sanitário (com impactos à fauna e flora) que pode levar centenas de anos para se regenerar.
- depreciação imobiliária da região de entorno ao aterro sanitário.
- período de vida útil limitado para a operação dos aterros sanitários, que, ao esgotar-se sua capacidade de absorção de resíduos para deposição final, demandam a locação de novas áreas para suas atividades. Tal necessidade encontra sérias restrições devido às formatações geotécnicas exigidas na escolha de terrenos para essa finalidade e à falta de áreas disponíveis, com estas características, nos meios urbanos, decorrente do intenso processo de ocupação imobiliária nas cidades. Tais restrições podem estar associadas a algumas determinações legais limitantes dessas atividades, como, por exemplo, a proibição, pela legislação ambiental, do tratamento e disposição final dos RSD sobre APM e APA. Este dispositivo legal afeta, enormemente, a RMSP, por exemplo, que possui parcela considerável de sua área situada sobre APM e APA. Tal quadro expõe, com freqüência, a necessidade de escolha de novas áreas para locação de aterros sanitários em regiões cada vez mais distantes dos centros urbanos geradores dos RSD, demandando custos maiores para transporte dos resíduos e aumento dos impactos imanentes ao seu traslado pelas rodovias.
- período prolongado de manutenção dos aterros sanitários após o encerramento de suas atividades, envolvendo altos custos financeiros correspondentes. As emanações de percolados (como o chorume e o

bio-gás) devem ser monitoradas por muito tempo visando impedir a contaminação atmosférica ou do lençol freático local e prevenir explosões no interior dos resíduos estocados causadas por concentrações de bio-gás. Existem, também, perigos de ruptura do talude utilizado para disposição final dos RSD devido ao peso mecânico dos resíduos estocados ou ao acúmulo de água no período chuvoso, e o monitoramento deve prevenir tais possibilidades.

Alguns efeitos sociais negativos também são decorrentes das operações dos aterros sanitários:

- a expansão dos núcleos urbanos pode atingir as regiões onde estão instalados os aterros sanitários. As populações circunvizinhas aos aterros sanitários ficam, então, expostas a impactos como poeira, barulho e mau-odor, causados pelos veículos de transporte dos resíduos nas estradas que levam aos aterros sanitários e pela descarga e compactação dos RSD no interior dos aterros sanitários. Estas populações estão mais sujeitas à contração de doenças respiratórias e de doenças transmitidas por insetos e pequenos animais que infestam estas áreas, atraídos pela putrefação orgânica dos resíduos depostos. As explosões que podem ocorrer entre os resíduos depositados devido a concentrações de bio-gás podem afetar as populações das regiões de entorno aos aterros sanitários, e existem, também, perigos de contaminação da água e do ar nestas regiões.
- embora a legislação ambiental não permita a presença de catadores de resíduos no interior dos aterros sanitários, ainda existe, em muitos aterros (e, principalmente, nos lixões), um número considerável de pessoas que ali buscam objetos que possam ser comercializados para reciclagem. A situação de tais pessoas, que mantêm uma vivência em locais tão insalubres, sujeitas ao perigo de contraírem infecções, constitui um grave problema social.

3.3.4. Uma grave incerteza quanto à efetividade da proteção ambiental auferida nas operações dos aterros sanitários

O peso mecânico dos resíduos estocados nos aterros sanitários, associado ao poder corrosivo dos efluentes líquidos (chorume), pode ocasionar fissuras ou rachaduras nas mantas sintéticas que recobrem, ao fundo, a área de disposição final dos RSD. A inexistência de tal possibilidade ainda não foi comprovada pelo fato de serem os aterros sanitários uma técnica de engenharia relativamente recente.

“O assentamento do corpo do aterro sanitário representa uma ameaça para os sistemas de impermeabilização...não existem experiências comprovadas ao longo do tempo sobre a eficiência dos sistemas de impermeabilização” (SMA-SMASPPC, 2005).

Quando ocorre, através da disposição final dos RSD, uma contaminação das águas subterrâneas, a penetração do chorume no solo se dá milimetricamente, e por um longo período de tempo. Nesses casos, quando, através do exame das águas, houver a constatação da contaminação, o processo infeccioso já está instaurado generalizadamente. A reparação, nos aterros sanitários, de uma contaminação deste tipo é muito dificultosa, uma vez que demanda a remoção de todos os RSD estocados sobre a manta plástica.

“Os riscos e perigos decorrentes da lixiviação e percolação são grandes, porque não é possível a reparação dos sistemas de impermeabilização de fundo” (SMA – SMA-SPPC, 2005).

Capítulo 4

Aspectos físicos, verificados na RMSP, decorrentes dos processos de aterramento dos RSD e da falta de áreas disponíveis para estas finalidades

4.1. O consorciamento regional dos municípios para a gestão dos RSD

Para um estudo de alternativas adequadas de destinação final dos RSD, verificamos alguns aspectos relativos às formas de disposição final utilizadas atualmente na RMSP.

Na RMSP, um município não pode representar, isoladamente, uma referência para a avaliação do desempenho econômico e ambiental auferido por sua forma de destinação final dos RSD, visto que é muito comum o encaminhamento destes resíduos a municípios vizinhos e que os impactos ambientais negativos existentes tendem a afetar toda a região circunvizinha.

O consorciamento entre municípios (já permitido pela legislação ambiental) para o tratamento de questões comuns é relativamente bem desenvolvido no tocante aos problemas de gestão dos RSD, refletindo a realidade de que as questões relativas aos RSD transcendem as unidades de administração pública de cada município.

Para melhor discorrermos sobre a situação de destinação final dos RSD encontrada na RMSP, faremos uma descrição a partir de sua divisão em sub-regiões, normalmente organizadas em consórcios intermunicipais para a gestão dos RSD.

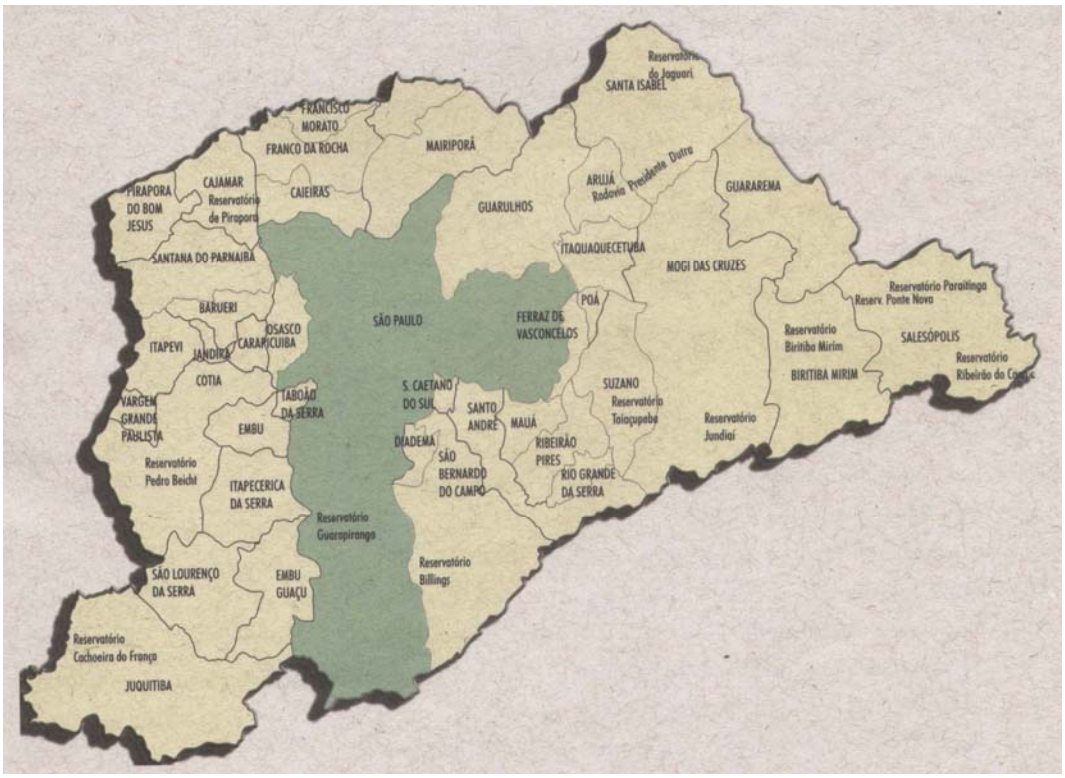

Figura 6. Municípios da RMSP. Fonte: SMA-SMASPPC, 2005.

Em meu trabalho profissional com gestão de RSD, pude constatar, na RMSP, alguns aspectos relevantes que passo a descrever.

É necessário ressaltar, antes de tudo, a dramática situação por que passa, atualmente, a gestão dos RSD na RMSP. Os dois principais aterros sanitários da região, que recebem boa parte dos RSD recolhidos, estão em fase final de operação. São eles, o aterro Bandeirantes e o aterro São João, ilustrados nas fotos a seguir.

Foto 2. Aterro Bandeirantes

Foto 3. Aterro São João

Fonte: www.prefeitura.sp.gov.br/secretarias/servicoseobras/servicos/0011, acesso em 22/10/2007

O aterro São João é localizado no bairro de São Mateus do Município de São Paulo e recebe, diariamente, cerca de 7.000 toneladas de RSD. Sua operação foi iniciada em 1992. O aterro Bandeirantes, com a operação iniciada em 1979, localiza-se no bairro de Perus do Município de São Paulo, recebendo, diariamente, cerca de 6.000 toneladas de RSD. Com a iminência do esgotamento da capacidade de recepção de RSD nestes aterros sanitários, os administradores públicos movimentam-se em busca de novos locais para destinação final dos RSD.

4.2. O consórcio da sub-região sul da RMSP

Na sub-região sul da RMSP, consorciaram-se, para a gestão dos RSD, os municípios de Taboão da Serra, Embu, Itapecerica da Serra, Embu-Guaçú, São Lourenço e Juquitiba, tendo estado os representantes da administração pública do Município de Cotia presentes nas reuniões do consórcio num momento de indefinição entre participarem do consórcio da sub-região sul ou do consórcio da sub-região oeste da RMSP, devido à posição geográfica do município ser eqüidistante entre estas duas sub-regiões.

A administração do Município de Taboão da Serra, durante o ano de 2005, seguiu uma política autônoma de gestão dos RSD em relação ao consórcio dos municípios e encaminhou seus RSD ao aterro Bandeirantes. Com a iminência do encerramento deste aterro sanitário, juntou-se aos outros municípios do consórcio para pleitear a deposição dos RSD numa cava natural existente no Município de Itapecerica da Serra (fora da área urbana), que já recebia os RSD deste município e de municípios vizinhos.

Ocorre que existem vários problemas para utilizar-se esta cava natural para disposição final dos RSD. Primeiramente, esta área está situada sobre APM, sendo proibida, pela legislação ambiental, sua utilização para tratamento e disposição final dos RSD. Outro fato importante é que esta cava natural já havia sido utilizada como lixão, onde os resíduos eram lançados sem prévios cuidados ambientais para a preparação do terreno ou dos materiais ali depositados.

Por imposição da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), a administração pública do Município de Itapecerica da Serra foi obrigada a recuperar a área degradada seguindo um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). Tais obras tiveram seu início em 2004 (conforme registrado em fotos abaixo), mas o que se fez foi apenas cobrir, com uma manta de PVC, os resíduos ali lançados para que se pudesse acomodar os próximos lançamentos de RSD, no mesmo local, de maneira mais apropriada.

Foto 4. Obras do Plano de Recuperação de áreas Degradadas, implantado na região da cava natural que era utilizada como lixão no Município de Itapecerica da Serra. Foto registrada no início do ano de 2004 pelo geógrafo Luis Antonio Bittar Venturi.

Foto 5. Área da cava natural, que fôra utilizada como lixão, sendo recoberta por uma manta de PVC, instalada sobre os RSD ali lançados. Foto registrada no início do ano de 2004 pelo geógrafo Luis Antonio Bittar Venturi.

A manta de PVC é inapropriada para a proteção do solo contra as infiltrações dos efluentes líquidos (chorume) pelo fato de apresentar, no decorrer do tempo, fissuras e rachaduras promovidas pelo peso mecânico dos resíduos

estocados e dos caminhões e tratores que operam no local. Utiliza-se, para este fim, uma manta sintética de polietileno de alta densidade (PEAD), que aufere proteção mais segura.

A cava natural, no Município de Itapecerica da Serra, após estas medidas por que passou para receber os RSD, continuou sendo utilizada com os mesmos objetivos. E no consórcio local prosseguiram-se as discussões sobre o encaminhamento das questões comuns referentes à gestão dos RSD.

Em abril de 2006, por ocasião de fortes chuvas ocorridas naquele mês, houve um desmoronamento dos resíduos estocados na cava natural, que atingiram um riacho que é perpendicular à cava e deságua na Represa de Guarapiranga, causando grave contaminação.

A deposição de RSD na cava natural foi interditada pela CETESB. Porém, em meados do primeiro semestre de 2007, a cava natural voltou a ser utilizada como local de disposição final de RSD.

Entre os anos de 2005 e 2006, a prefeitura do Município de Embu promoveu reformas no aterro controlado municipal (que era um antigo lixão), encapsulando em células de frações de solo os RSD ali estocados e instaurando medidas preventivas contra as emanações de chorume e dos efluentes gasosos (o bio-gás), constituindo, assim, um aterro sanitário. O aterro sanitário do Município de Embu situa-se sobre APM, e, apesar destas reformas, ainda apresenta emanações de chorume, causadas pelo fato de ter sido um antigo lixão.

Com a implementação destas melhorias no aterro sanitário do Município de Embu, as discussões do consórcio local passaram a girar em torno de propostas para o aterramento, neste aterro sanitário, dos RSD de toda aquela sub-região. Tais propostas são rejeitadas pela administração pública deste município com o argumento de que, após esgotado seu aterro sanitário com os RSD dos municípios vizinhos, o Município de Embu não terá onde depositar os RSD gerados em seu território. Este aterro sanitário tem o tempo de vida útil previsto até meados do ano de 2008.

Assim, a problemática da gestão dos RSD perdura. É de se notar que, mesmo com a proibição legal sobre o tratamento e a disposição final dos RSD em APM, existem muitos lixões e aterros sanitários sobre estas áreas na RMSP.

4.3. O consórcio da sub-região oeste da RMSP

O consórcio da sub-região oeste da RMSP, para gestão dos RSD, é configurado pelos municípios de Osasco, Carapicuíba, Barueri, Jandira, Itapevi e Santana do Parnaíba (tendo ainda, como algo não muito bem definido, a participação do Município de Cotia).

A administração pública do Município de Osasco conta com um aterro sanitário, em seu território, com boa qualidade e capacidade para operar por mais alguns anos. Por isso, tem-se mantido à parte nas discussões fundamentais sobre o gerenciamento dos RSD no consórcio local.

A administração pública do Município de Barueri é caracterizada pelo alto volume de rendimentos que aufere com impostos locais sobre a área situada no Condomínio de *Alphaville*, em seu território, e é esquiva às demandas regionais encaminhadas pelos municípios vizinhos, que são muito mais pobres e que podem colocar-se como carentes dos recursos financeiros do Município de Barueri.

Enquanto se discutiam, durante o ano de 2005, políticas comuns para a gestão dos RSD em nível do consórcio local, a prefeitura municipal de Barueri liberou verbas públicas para a recuperação do lixão que mantinha às margens do rio Tietê, e passou a utilizá-lo como aterro controlado para disposição final dos RSD coletados em seu município.

O Município de Cotia possui um lixão fora de sua área urbana, à beira de um rio em meio à mata, e é multado sistematicamente pela CETESB, que exige a recuperação desta área. E o Município de Itapevi também possui um lixão nas

mesmas condições, mas dentro da área urbana e que tem causado protestos da população local.

A empresa particular denominada Estre construiu um bom aterro sanitário no Município de Itapevi e vem recebendo os RSD dos municípios de Cotia, Jandira e de outras localidades.

O Município de Jandira possui um antigo lixão que hoje é coberto por frações de solo. O núcleo urbano circundou o local e o próprio atual prédio da Secretaria de Obras do município é situado ao lado dele. É constatada a emanação de chorume à lagoa que lhe é perpendicular e o terreno não pode ser utilizado para construção civil por não oferecer fundamentos geotécnicos às fundações necessárias para as construções.

A conclusão técnica a respeito deste lixão é que ele, muitos anos após seu encerramento, ainda polui, talvez na mesma proporção em que muitas empresas locais poluem o ar ou as águas, mas os projetos de engenharia para sua recuperação não são viáveis economicamente.

O caso do Município de Carapicuíba é muito dramático. Com uma população em torno de 500.000 habitantes no ano de 2005, a quantidade diária de RSD coletada no local era de 250 toneladas. Isso equivale a dizer que cada habitante produz diariamente, em média, 0,5 kg de RSD.

É um índice muito abaixo da média de geração de RSD nas cidades, e denota uma população com renda econômica muito baixa. Nas palavras do sr. Borba, Secretário de Meio Ambiente do município, em abril de 2005: “aqui se come feijão com farinha e pouco se consome dos produtos com embalagens”.

Mesmo nestas condições, por não ter melhor alternativa para a disposição final dos RSD ali gerados, o município pagava, no ano de 2005, diariamente, em torno de R$ 7.000,00 (sete mil reais) para transportar seus RSD até o aterro do distante Município de Itaquaquecetuba, na sub-região leste da RMSP.

É importante ressaltar que o Município de Carapicuíba possui, em sua área urbana, em frente ao que é, hoje, seu centro comercial, um lixão de grandes proporções.

Tal fato ocorreu devido a uma intervenção técnica no meio geográfico. O rio Tietê, na altura do Município de Carapicuíba, provindo, à jusante, da sub-região leste da RMSP e acompanhando, à montante, a direção a oeste do Estado de São Paulo, descreve uma curva à esquerda em seu leito e aproxima-se do atual centro da cidade de Carapicuíba, para, alguns quilômetros adiante, numa curva à direita em seu leito, retomar sua antiga direção a oeste do Estado de São Paulo. Uma obra de engenharia foi realizada nesta primeira curva (à esquerda), no rio Tietê, interceptando sua passagem em direção ao atual centro da cidade de Carapicuíba.

Tal obra interrompeu estas curvas do rio Tietê, forçando-o a seguir um movimento linear e afastando-o do local que hoje ocupa o centro comercial do Município de Carapicuíba.

O espaço deixado pelo leito seco do rio passou a ser utilizado para lançamento dos RSD gerados no município, sem prévios cuidados ambientais. Segundo o sr. Borba, Secretário de Meio Ambiente do município, este lixão chegou a ter 12 metros de altura e amontoou cerca de 15.000 toneladas de RSD.

Foto 6. Antigo lixão de Carapicuíba, Região Metropolitana de São Paulo, 1998.
Fonte: www.institutogea.org.br/2b.htm em 26/10/2007

O crescimento do núcleo urbano circundou a área e ali foi constituído o centro comercial local. Mediante a falta de recursos para mitigar o problema, o secretário Borba solicitou às empresas construtoras do Rodoanel (que passa pelo seu município) resíduos de concreto da obra, e, com isso, cobriu o lixão, encerrando suas atividades.

Após isso, ocorreu uma grande enchente no rio Tietê por ocasião de fortes chuvas. A obra de interceptação da curva à esquerda no rio Tietê em direção ao centro da cidade de Carapicuíba foi tragada pelas águas e o rio retomou seu antigo curso em direção à cidade.

Com isso, o lixão de Carapicuíba está, até hoje, imerso, no leito do rio Tietê, e vai continuar percolando chorume por muito tempo.

4.4. O consórcio da sub-região leste da RMSP

Na sub-região leste da RMSP, as tentativas de consorciamento dos municípios locais para gestão dos RSD foram mais incipientes.

Envolvendo os municípios de Poá, Ferraz de Vasconcelos, Itaquaquecetuba, Suzano e Mogi das Cruzes, as alternativas de disposição final dos RSD quase sempre se resumem ao seu envio para o aterro controlado localizado no Município de Itaquaquecetuba.

O aterro de Itaquaquecetuba possui graves discrepâncias técnicas e é situado à margem de um rio que compõe a bacia do Alto Tietê, sobre APM. Seu terreno é por demais inclinado em direção ao rio e a má conformação dos resíduos em seu interior, associada à baixa qualidade que apresenta no tratamento de seus efluentes, chegou a ocasionar, dentre os resíduos estocados, explosões que afetaram a população em seu entorno e alteraram aspectos topográficos do terreno onde estão depositados os resíduos.

No ano de 2004, o Ministério Público suspendeu as operações do aterro de Itaquaquecetuba, mas a empresa particular denominada Pajoan, proprietária do aterro, recorreu ao Tribunal de Justiça solicitando a manutenção de suas

atividades, que foi conseguida devido à carência de outras áreas para destinação final dos RSD gerados na região.

Tendo sido penalizado, sistematicamente, com multas pela CETESB, exigindo sua reparação, este aterro está sendo ampliado para o terreno que lhe é contíguo e possibilitará, assim, a recepção de maior quantidade de RSD a serem estocados.

Os proprietários do aterro de Itaquaquecetuba também são donos de empresas coletoras de RSD que atuam na região. Sua prática pressupõe a forte influência política que mantêm sobre as prefeituras locais.

Dirigentes da Secretaria de Obras do Município de Suzano e da Secretaria de Meio Ambiente do Município de Mogi das Cruzes declararam, textualmente, no ano de 2005, que são contra a prática política dos donos do aterro de Itaquaquecetuba, mas seguem encaminhando, para aquele aterro, os RSD gerados em seus municípios. Nesse contexto, o Município de Itaquaquecetuba está arcando com um grave ônus ambiental gerado pela produção de RSD em outras localidades.

O Município de Ferraz de Vasconcelos encaminha seus RSD ao aterro São João, localizado no bairro de Sapopemba, na capital paulista, que lhe é próximo.

4.5. O consórcio da sub-região do ABCD da RMSP

O consórcio intermunicipal da sub-região do ABCD, na RMSP, envolve os municípios de Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, Diadema, Mauá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra e Paranapiacaba.

Nesta sub-região, o consórcio local, referente à gestão dos RSD, mantém objetivos definidos com relação à destinação final dos RSD ali gerados. Todos os resíduos coletados nesta sub-região, à exceção dos RSD coletados no Município de Santo André, têm, como destino final, sua disposição no aterro sanitário

localizado no Município de Mauá. Este aterro sanitário é de propriedade particular, pertencente à empresa denominada Lara.

Esta empresa é, também, responsável pela coleta dos RSD nestes municípios e o aterro sanitário recebe, ainda, RSD coletados na Baixada Santista, na região que inclui o Município de Guarujá e envolve os municípios de Santos e de São Vicente, abrangendo alguns municípios da Praia Grande.

O aterro sanitário localizado no Município de Mauá está instalado sobre APM e ainda possui capacidade considerável de espaços para manter suas operações, tendo sua vida útil estimada para muitos anos.

Ressalta-se, nesta sub-região, a existência do antigo lixão de São Bernardo do Campo, que ainda não foi recuperado.

4.6. O consórcio da sub-região norte da RMSP

A sub-região norte da RMSP, em sua porção nordeste, não chegou a qualificar um consórcio local em seus municípios com vistas a melhorias na gestão dos RSD coletados. O aterro sanitário do Município de Guarulhos, de propriedade particular da empresa denominada “Quitaúna Serviços S.A.”, é localizado no bairro do Cabuçu, próximo a APP na Serra da Cantareira, e vem recebendo RSD do Município de Guarulhos, que é o 2º município mais populoso da RMSP após a capital do Estado.

Esse aterro sanitário era um antigo lixão que foi instalado fora do centro urbano do Município de Guarulhos, em região serrana coberta pela mata atlântica. Com as reformas por que passou, ainda apresenta vazamento de chorume às águas locais, e a expansão urbana já aproxima o núcleo populacional à região de suas instalações, caracterizando problemas sociais decorrentes desta forma de gestão dos RSD que são comuns às áreas de muitos aterros sanitários.

Com a iminência do esgotamento de sua capacidade de armazenamento final de RSD, o aterro sanitário do Município de Guarulhos foi ampliado em área contígua ao seu terreno inicial, com previsão de vida útil por tempo considerável.

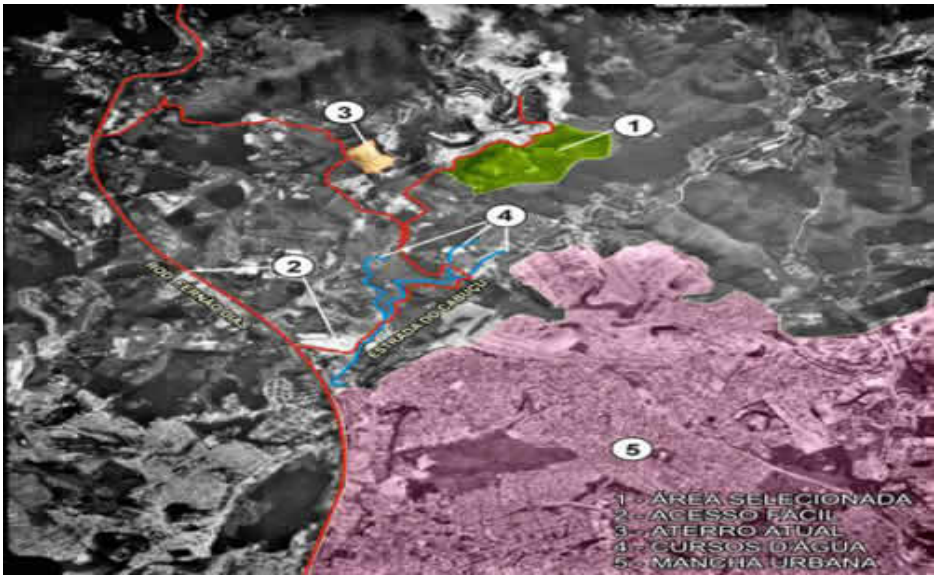

Foto 7. Região do aterro sanitário do Município de Guarulhos
Fonte: www.quitauna.com.br/aterro em 22/10/2007

Nesta imagem, o nº 1 indica a área selecionada para ampliação do atual local de disposição final dos RSD e o nº 3 indica a área do aterro sanitário onde os RSD estão sendo dispostos atualmente. O nº 2 demonstra as vias de acesso ao local do aterro sanitário, o nº 4 situa a presença dos principais corpos d'água no local e o nº 5 indica a área ocupada pelo numeroso núcleo urbano que se aproxima das instalações do aterro sanitário.

Existem mais dois aterros instalados em locais próximos ao aterro sanitário do bairro do Cabuçu, em Guarulhos, de propriedade da mesma empresa e que recebem RSD de municípios vizinhos e, mesmo, de municípios situados na região do município de Atibaia, situada fora da região metropolitana e ao norte da RMSP.

Os municípios situados na porção noroeste da sub-região norte da RMSP, consorciaram-se há bom tempo e mantiveram o aterro sanitário do Município de Várzea Paulista como local de disposição final dos RSD gerados em suas localidades.

Este aterro sanitário é de propriedade do consórcio intermunicipal local, composto pelos municípios de Cajamar, Caieiras, Franco da Rocha, Francisco Morato e Várzea Paulista, situados na RMSP, e pelo Município de Jundiaí, situado fora da RMSP. Metade dos RSD depositados no aterro sanitário de Várzea Paulista é proveniente do Município de Jundiaí, por ser o mais denso demograficamente e, também, por possuir uma população com renda média muito superior às dos outros municípios do consórcio local, gerando, assim, maior volume de RSD em sua área municipal.

Com a iminência do esgotamento da capacidade de operação do aterro sanitário de Várzea Paulista, a administração pública do Município de Jundiaí, por falta de outra opção, planejava, no ano de 2006, encaminhar os RSD coletados a um aterro sanitário situado no distante Município de Santa Isabel (localizado no extremo da porção nordeste da sub-região norte da RMSP), a percorrerem uma distância adicional de 63 km em relação ao percurso que se faz para sua disposição no aterro sanitário de Várzea Paulista, aumentando os impactos financeiros sobre as contas públicas do município com as despesas para o transbordo dos RSD e os impactos ambientais ocasionados pelas operações de transporte destes resíduos (como o mau-odor, poeira e perigo de acidentes causado pelo tráfego de veículos de grande porte, e o desgaste das rodovias de acesso).

4.7. Considerações sobre o aterramento dos RSD na RMSP

Pode-se avaliar a tradução do conceito de aterramento de RSD nos aterros sanitários em países como o nosso a partir da situação observada nas formas de disposição final destes resíduos na RMSP.

A destinação final dos RSD revela poucos cuidados ambientais, e a premência por soluções à problemática gerada pela ineficiência de planejamento

para a gestão destes resíduos ocasiona impactos negativos no meio ambiente, que são arcados pela sociedade local.

A evolução do nível de consciência ecológica da sociedade acerca desta problemática incorpora propostas para a implantação de aterros sanitários com melhor qualidade (que garantam proteção ambiental mais adequada) e a recuperação dos locais de disposição inadequada.

Mas, a falta de recursos financeiros das unidades administrativas competentes (públicas ou privadas) acarreta a negligência na realização destes compromissos. As áreas impactadas mantêm-se sem soluções, e as melhorias que lhes podem ser promovidas ainda não impedem o vazamento de efluentes danosos ao meio ambiente.

Dos locais de disposição final de RSD acima relatados, apenas o aterro Bandeirantes já processa a recuperação energética do bio-gás. Os outros locais promovem a queima do bio-gás em seus pontos de vazão à superfície dos aterros sanitários, mitigando os danos que causam à atmosfera, mas, ainda assim, significando uma emissão de poluentes gasosos, e, sobretudo, um desperdício energético.

É nesta dimensão mais generalizante que se pode considerar o desempenho do conceito de aterramento de RSD nos aterros sanitários.

Capítulo 5

A superioridade econômica e ambiental das Usinas de Recuperação Energética (URE) na gestão dos RSD

5.1. As negociações para a implantação das URE no Brasil

A aplicabilidade prática das medidas de proteção ambiental é objetivada, fundamentalmente, em unidades de gestão administrativa calcadas nos limites de sua propriedade privada (como é o caso de empresas privadas, que desenvolvem suas práticas de gestão ambiental de forma circunscrita ao espaço geográfico em que estão locadas), ou em unidades de gestão pública, que desenvolvem operações que geram efeitos de grande magnitude sobre a natureza, tratando os impactos ambientais de forma circunscrita aos locais de alcance físico de suas atividades (como, por exemplo, o caso das empresas públicas de saneamento básico ou o caso das empresas de geração de energia elétrica).

Ou seja, as intervenções técnicas de prevenção de danos ou de recuperação da degradação da natureza são encaminhadas através de unidades administrativas que implementam, isoladamente ou em consórcio com outras unidades administrativas que atuam com objetos técnicos semelhantes, as medidas necessárias à gestão ambiental das atividades circunscritas à sua área física de atuação.

Isso ocorre porque os empreendimentos, numa sociedade capitalista como a nossa (que pressupõe a iniciativa privada como seu traço fundamental), só podem organizar-se através de unidades administrativas (públicas ou privadas) que regem suas atividades pautadas por seus objetivos específicos, sendo, portanto, os cuidados com o meio ambiente restritos ao âmbito de suas atividades.

A aplicabilidade prática para o tratamento de questões ecológicas gerais, especificadas em aspectos de impactos ambientais que podem afetar toda a coletividade (como a poluição aérea, a contaminação das águas, etc.), remete-se a instâncias políticas mais gerais da sociedade (como a determinação de legislações ambientais a respeito, e as execuções administrativas de governos estaduais ou federais, ou até de organismos internacionais, como a Organização das Nações Unidas, por exemplo).

Relativamente aos resíduos sólidos domiciliares (RSD), é importante perceber que sua geração ocorre generalizadamente através do espaço geográfico ocupado demograficamente, e que suas formas de destinação final podem causar efeitos poluentes que transcendem os limites territoriais das unidades administrativas que realizam sua gestão.

Os RSD são uma parcela do total dos resíduos gerados através do consumo final de produtos realizado por cada indivíduo na sociedade. Sendo resíduos gerados, preponderantemente, nos domicílios, a sua deposição final deve realizar-se a partir da coleta nos locais em que são gerados.

No Brasil, como em muitos países, a responsabilidade legal pela gestão dos RSD cabe à administração pública de cada município. Isto advém do sentido inicial que era conferido às administrações governamentais (antes do processo, que vivemos há quase um século, de intervenção econômica e política do Estado na sociedade), onde as atividades de gestão pública restringiam-se a tarefas administrativas quanto à limpeza e iluminação públicas, e outras.

Ocorre que a gestão dos RSD pode transcender os limites de cada município (numa região metropolitana, por exemplo, por falta de áreas de disposição final de RSD em seu território, uma administração municipal pode encaminhar seus resíduos a outro município, circunvizinho ou localizado a grande distância). Tal fato dificulta, enormemente, a avaliação do processo de gestão dos RSD, que ultrapassa os limites da unidade administrativa de gestão.

No Brasil, ainda hoje, aceita-se a operação dos aterros sanitários como o conceito mais evoluído para a disposição final dos RSD. Mas, há alguns anos,

vem-se discutindo e negociando a implantação, em nosso país, das Usinas de Recuperação Energética (URE), como forma de destinação final dos RSD.

As URE utilizam os RSD como combustível para a geração de energia térmica ou elétrica, aproveitando, através de sua combustão, o poder calorífico dos materiais que o compõem, e eliminam, quase completamente, a necessidade de utilização dos aterros sanitários para a disposição final dos RSD. As URE já estão em operação, há algumas décadas, em várias cidades da Europa, e demonstram um desempenho eficiente e satisfatório.

Os impactos ambientais gerados nas operações dos aterros sanitários são expressivos, e as justificativas correntes, que procuram demonstrar que a implantação dos aterros sanitários constitui uma solução econômica menos dispendiosa do que a implantação e a operação das URE, carecem de verificação prática, uma vez que o tempo de vida útil para a operação de um aterro sanitário é limitado e demanda-se, após o encerramento de suas atividades, custos de pós-manutenção por um prolongado período de tempo, que sobrepõem-se aos custos de implantação e operação do novo aterro sanitário que se fará necessário. Por determinação da legislação ambiental, os aterros sanitários devem ser instalados em locais distantes das áreas ocupadas pelos núcleos urbanos, e, devido ao adensamento demográfico que ocorre nos centros urbanos, as novas instalações de um aterro sanitário são locadas em áreas cada vez mais distantes dos locais geradores de RSD, proporcionando um acréscimo de custos financeiros às operações dos aterros sanitários.

As URE podem ser locadas, em definitivo, numa área urbana, e representam uma solução ambiental para os impactos gerados nas operações dos aterros sanitários. Constituem uma forma de recuperação energética, e seus elevados custos de implantação justificam-se perante a economia, que possibilitam, do uso dos recursos naturais e perante a racionalização, que propiciam, dos recursos econômicos no gerenciamento dos RSD.

As empresas que detêm a tecnologia e os conhecimentos de engenharia para a implantação das URE situam-se em países estrangeiros (países da Europa,

em sua maioria), e seus representantes no Brasil desconhecem, sobremaneira, a realidade política e ambiental de nosso país.

Isso dificulta sua abordagem quanto às formas de concretização deste projeto em cidades brasileiras, pois as URE podem gerar lucros financeiros em alguns casos (como a URE de Munique – Alemanha, que aufere rendimentos econômicos expressivos com a venda de energia térmica às fábricas de automotores da AUDI S. A., indústria de automóveis) e podem ser improdutivas financeiramente em outros casos (como poderia ser o caso de alguma URE subvencionada por uma prefeitura municipal).

As propostas de implantação, em nosso país, das URE esbarram na dificuldade de identificação ou de consolidação de uma unidade administrativa institucional (pública ou privada) que se dispusesse a realizar o empreendimento e gerenciamento do projeto, com seu respectivo investimento de capitais.

Essas unidades administrativas poderiam ser uma empresa ou grupo de empresas, uma entidade pública ou um grupo de economia mista. Sendo assim, os grupos que poderiam representar, empresarialmente, este empreendimento no Brasil configuram grupos que representam a realidade local.

Nestas circunstâncias, no processo de implantação das URE no Brasil, podemos representar, esquematicamente, dois grupos distintos: de um lado, o grupo estrangeiro de fornecedores das tecnologias de que dispõem para a implantação das URE; e, de outro lado, o grupo de representantes locais que poderiam incorporar e gerir este investimento.

Falando, particularmente, dos fornecedores provindos de países da Europa, eles portam uma tecnologia que responde às necessidades ambientais já consolidadas nas legislações ambientais de seus países e que refletem o grau de consciência ecológica que foi definido politicamente pelas populações locais como forma de convívio social e de relação humana com a natureza.

Para a transmissão destes conhecimentos durante as negociações para a implantação das URE em países como o nosso, cria-se uma situação dificultosa para estes representantes estrangeiros porque a compreensão, por parte dos grupos de representantes locais, das tecnologias envolvidas no processamento

das URE esbarra na necessidade de um razoável conhecimento técnico para a assimilação de seu processo operacional, e na necessidade de um entendimento da inserção destas unidades de tecnologia (as URE) no sistema de gerenciamento dos RSD.

As URE inserem-se numa densa malha de interações entre os procedimentos legais do processo de sua implantação (concretizados nas legislações ambientais), as relações práticas com a situação ambiental determinada pela gestão dos RSD (tipos de RSD que são gerados em cada localidade, formas de coleta e tratamento dos resíduos, formas de destinação final, situação dos locais de destinação, minimização da geração de resíduos, reciclagem dos resíduos no processo produtivo, aproveitamento energético, etc.), e as relações sociais que determinam os sistemas de gerenciamento dos RSD. Estas relações sociais manifestam-se nas atividades de produção e consumo de bens através das formas de aproveitamento dos recursos naturais e de deposição dos resíduos gerados, e refletem o nível de consciência ecológica auferido pela população em cada região.

O processo de implantação das URE, nas fases de negociação do projeto, envolve, *a priori*, o estabelecimento de um padrão ambiental desejado politicamente, e que é consubstanciado através do nível de consciência ecológica atingido pela sociedade em determinado momento. E, a partir daí, envolve, sobretudo, uma quantificação ou uma valoração do maior número possível de variáveis pertinentes ao processamento tecnológico.

Em uma mesa de negociações, mais do que as intenções pessoais dos participantes, prevalecem as demonstrações sobre os dados pertinentes às questões discutidas. Caso contrário, não é possível haver planejamento para o encaminhamento de propostas e projetos. Faz-se necessário uma sistematização das informações a respeito do projeto de implantação das URE, que possibilite a demonstração de sua viabilidade econômica e ambiental.

A implantação do projeto de URE pode ocorrer através da administração de empresas públicas, privadas ou de economia mista.

As empresas privadas detém-se, fortemente, na avaliação dos retornos financeiros que tal projeto poderia lhes conferir, e isso tem demandado estudos prolongados sobre as oportunidades de mercado propiciadas pelas operações das URE (relativamente aos custos financeiros que lhes são pertinentes) e as condições que poderiam impor ao poder público para o processamento dos RSD gerados nos municípios.

As empresas de economia mista representam oportunidades favoráveis à implantação do projeto de URE, pois a parcela que o poder público representa nestas companhias pode favorecer a aquisição de financiamentos preferenciais ou a fundo perdido, em instituições nacionais ou internacionais, que viabilizam a implantação de tal projeto.

Os representantes estrangeiros dos países que detém as tecnologias para a implantação das URE têm voltado, no Brasil, sua atenção, fundamentalmente, para as administrações públicas municipais pelo fato de serem estas as unidades administrativas responsáveis pela gestão dos RSD.

É importante, antes de tudo, destacar que os mandatários públicos são eleitos por um limitado período de tempo e dispõem-se, normalmente, a resolver, na maneira mais prática possível, os problemas urgentes (e, às vezes, cruciais) que lhes são impostos.

Em muitas regiões metropolitanas do Brasil (particularmente, na Região Metropolitana de São Paulo – RMSP), a gestão dos RSD coloca-se como um problema crucial a ser resolvido por algumas administrações públicas municipais. Pela falta de conhecimento de técnicas mais adequadas de disposição final dos RSD, ainda aceita-se o aterramento de RSD nos aterros sanitários como a forma mais evoluída de disposição final destes resíduos. Mas a locação de áreas para a construção de aterros sanitários exige características específicas do terreno a ser utilizado e uma localização distante da área de ocupação urbana, limitando os locais disponíveis para a sua implantação, e, também, a densa ocupação imobiliária, decorrente do intenso processo de urbanização ocorrido nas últimas décadas, é um fator determinante na escassez de terrenos apropriados para as finalidades das operações dos aterros sanitários.

Em contrapartida, a geração de RSD é diária e ininterrupta e, mediante o elevado volume de RSD coletado, obriga os administradores públicos a tomarem decisões imediatas para a sua destinação final.

Nem sempre os administradores públicos eleitos pelo voto popular são suficientemente preparados para a gestão das tarefas que lhes cabem. Mas, no caso das negociações sobre a implantação das URE nos municípios brasileiros, o fator determinante na dificuldade do andamento do processo de negociações é a falta de sistematização das informações sobre o processamento das URE e das informações pertinentes à gestão dos RSD na realidade local dos municípios envolvidos no sistema de gerenciamento de RSD de cada região.

O item fundamental para estas negociações remete-se à definição dos custos financeiros para a implantação e operação das URE, para que possam ser comparados com os custos (econômicos e ambientais) inerentes às operações dos aterros sanitários. Mas, existem outros itens que são subjacentes a estas negociações e que se referem às quantificações e valorações, numéricas e ambientais, das operações referentes ao gerenciamento de RSD em cada região.

Ressalta-se, quanto a isso, os seguintes itens principais:

1. A gestão dos RSD transcende os limites territoriais de cada município. Afora os casos em que os RSD são encaminhados a outros municípios, os impactos ambientais e sociais causado pelo sistema de gerenciamento dos RSD, que encaminha estes resíduos aos aterros sanitários, podem envolver outras regiões, como nos casos de contaminação do ar e das águas.
2. A administração pública, sendo mandatária por um período de tempo limitado, assume o controle do município lidando com a estrutura técnica já existente e as despesas que lhe são concernentes. Neste sentido, um aterro sanitário já esgotado e que demanda custos de pós-manutenção por muito tempo, pode não ser visto como um sobre-acúmulo nas finanças que viabilizam a gestão dos RSD. Pensa-se nos custos de implantação e operação do novo aterro sanitário a ser construído sem considerar-se que os custos de pós-manutenção do aterro esgotado

(entre outros custos que se sobrepõem aos custos do novo aterro sanitário) fazem parte do custo total desta forma de gerenciamento de RSD.

3. O administrador público tende a tomar como parâmetros para a gestão dos RSD apenas o que ocorre em seu município, às vezes até desconhecendo o que ocorre em outros municípios de sua região. Exemplo disso é a disposição final de RSD em locais situados fora do município que os gera. Nesta forma, o território do município receptor está arcando com o ônus ambiental gerado pelos RSD coletados em outros locais.
4. A demonstração da superioridade técnica auferida na operação das URE não pode restringir-se ao âmbito de sua comparação com o desempenho auferido por um aterro sanitário na gestão de RSD em um único município. Essa demonstração deve envolver dados mais gerais sobre a disposição final de RSD em vários municípios, pois é possível que, enquanto um município não esteja incorrendo em problemas específicos nas operações do aterro sanitário em sua região, em outros municípios estas operações estejam incorrendo em problemas que têm grave decorrência. É preciso uma avaliação generalizante sobre os resultados que estão sendo obtidos com as operações dos aterros sanitários e os resultados que poderiam ser obtidos com as operações das URE.

A definição dos custos financeiros em que incorrem a implantação e a operação das URE demanda, também, uma operação complexa.

É necessário um estudo sobre o tipo de RSD a ser processado em cada local, determinando a composição de seus materiais e suas propriedades químicas. O tipo de RSD a ser processado determina a tecnologia a ser utilizada na construção da URE e seu potencial de geração de energia (o que estabelece, também, uma aproximação dos lucros financeiros que poderão advir da comercialização da energia produzida).

A capacidade projetada de processamento dos RSD na URE depende do volume de coleta destes resíduos em cada região, e é considerado, para a ampliação de sua capacidade em caso de aumento da demanda dos resíduos a serem processados, a necessidade de áreas contíguas ao pátio de instalação da URE.

Todos estes aspectos da operação da URE, envolvendo o processamento dos resíduos no interior da usina e a mão-de-obra necessária para a realização de tais atividades, são demonstrados através das planilhas financeiras que determinam o volume de investimentos de capital necessário para a implantação e operação da URE, que são obtidas por meio de um estudo de viabilidade econômico-financeira específico para cada caso de implantação da URE.

Existe instituída, no Brasil, uma mentalidade que considera o aterramento dos RSD como o conceito mais evoluído para a destinação final destes resíduos. Logicamente, isso não desconsidera a possibilidade de implantação de tecnologias mais avançadas para o tratamento e destinação final dos RSD (como é o caso das modernas usinas de incineração).

As principais alegações sobre os motivos que impediam a implantação das URE no Brasil quase sempre se remeteram aos elevados custos iniciais de investimento dos capitais necessários à sua implementação.

O fato principal, quanto à questão dos custos econômicos para a implantação das URE, é que os representantes das empresas estrangeiras produtoras das tecnologias para o processamento das URE, que têm visitado nosso país, não haviam definido, com precisão, o montante de capitais necessários a este investimento e a forma de financiamento que o viabilizaria.

Isso ocorria porque os projetos das URE devem ser específicos para cada caso de implantação e dependem de estudos detalhados sobre a viabilidade econômico-financeira do empreendimento. Tais estudos envolvem uma determinação aproximada da composição química dos resíduos locais a serem processados, que determina a estrutura técnica da usina projetada e o grau de rendimento energético a ser auferido. Envolvem, também, uma percepção abrangente sobre o sistema de gerenciamento de RSD no local de implantação da

URE, pois os estudos dependerão do volume de resíduos a ser processado e das perspectivas de crescimento (ou não) dessas quantidades. Por fim, os estudos requerem um trabalho de engenharia financeira que determine, em valores monetários, as despesas operacionais (envolvendo custos de investimentos, mão-de-obra e manutenção de equipamentos) e as receitas financeiras, que envolvem a comercialização da energia produzida.

Estes estudos, para serem efetivados, demandariam um custo financeiro. Os agentes econômicos locais, públicos os privados, que foram contatados com a proposta de implantação das URE não se dispunham a pagar por tal estudo pelo fato de não possuírem conhecimentos suficientes acerca de suas operações e de sua inserção no sistema de gerenciamento dos RSD.

Um administrador público municipal, que lida com a problemática de gerenciamento dos RSD assumida em sua gestão política, pode concluir ser mais viável economicamente a construção de um novo aterro sanitário que significará um tipo de solução para um período prolongado (de 30 ou 40 anos), sem calcular que, concluído este período, serão necessários novos custos para a construção de outros aterros. Nesta forma de raciocinar, também não estão implícitos os custos de pós-manutenção que representam os aterros já esgotados, tampouco os custos para a recuperação das áreas naturais degradadas pelos processos irregulares de aterramento dos RSD.

O administrador lida, em sua prática profissional, com os recursos econômicos de que dispõe, e pode, por isso tender a reduzir toda a prática social a parâmetros econômicos. Os argumentos de que, a médio e longo prazos, as operações das URE são mais viáveis economicamente do que as operações dos aterros sanitários talvez não tenham surtido, nos administradores públicos, o efeito desejado pelo fato de terem os seus mandatos políticos um período curto e determinado.

A falta de um estudo mais preciso e detalhado sobre a superioridade econômica e ambiental do rendimento das URE é um fator muito relevante na dificuldade de implantação das URE no Brasil.

No decorrer deste trabalho de pesquisa, foi editado, ao final do ano de 2006, um estudo comparativo entre o desempenho econômico de um aterro sanitário e de uma URE, realizado a partir da realidade e dos preços praticados na Região Metropolitana de São Paulo. Tal estudo, intitulado *TCO – Total Costs of Ownership: Comparison Incineration Plant – Landfill* (Custos Totais de Propriedade: Comparação entre Usinas de Incineração e Aterros Sanitários), foi realizado pela empresa alemã denominada Martin GmbH, produtora das tecnologias de operação das URE, a pedido do Convênio de Cooperação Técnica firmado, no ano de 2004, entre o Governo do Estado de São Paulo e o Governo do Estado da Baviera (Alemanha) para a transferência de conhecimentos para a gestão dos resíduos sólidos no estado de São Paulo.

O estudo TCO realiza uma comparação hipotética destas duas formas de destinação final dos RSD a partir de uma quantidade determinada destes resíduos que seria processada, e projeta um período de 60 anos para as operações estudadas, sendo a vida útil do aterro sanitário definida para 20 anos, requerendo, assim, a instalação de dois novos aterros sanitários no período total projetado.

Quanto à operação dos aterros sanitários, o estudo TCO pressupõe a total recuperação energética do bio-gás emanado (que é de 50% do volume total) e sua comercialização na forma da energia elétrica que é produzida, o que representa receitas financeiras em suas planilhas contábeis.

Quanto à operação das URE, o estudo TCO pressupõe a total comercialização da energia elétrica produzida e, também, de sua energia térmica. Ocorre que a energia térmica, através dos métodos de transporte disponíveis atualmente, apenas poderá ser consumida por alguma unidade de produção situada num raio de distância de 1 a 5 km do ponto de instalação da URE, e isso poderia dificultar, sob o enfoque econômico, sua implantação.

A análise comparativa, realizada no estudo TCO, quanto ao aspecto econômico das duas formas de destinação final revelou que o custo para o processamento de uma tonelada de RSD na URE é de 12,04 EUR, sendo que o custo para o processamento de uma tonelada de RSD no aterro sanitário é de 14, 60 EUR. A URE é mais viável economicamente do que o aterro sanitário.

Dentre os cinco municípios paulistas que se dispuseram, através do Convênio de Cooperação Técnica, a aprofundar as discussões para a implantação das URE (os municípios de São Paulo, São Bernardo do Campo, Santos, Embu e Barueri), nenhum se dispôs, a partir da divulgação do estudo TCO, a encaminhar o projeto. A Prefeitura do Município de Embu declarou, no ano de 2007, que tal projeto deveria ficar para a iniciativa privada.

Isso nos coloca naquilo que designamos, no início deste trabalho, em uma situação preplexante: os ganhos ambientais, afora o montante de investimentos necessários, não justificariam tal empreendimento?

O que ocorre é que ainda não existem políticas públicas nacionais ou estaduais que incentivem a implantação das URE no Brasil. Ao contrário, existem incentivos à instalação de aterros sanitários através da administração pública ou privada, ou mesmo em parceria entre estas.

5.2. As operações de uma Usina de Recuperação Energética

As Usinas de Recuperação Energética (URE) transformam os RSD em energia térmica ou elétrica através da incineração destes resíduos.

No processo de incineração, o poder calorífico (conteúdo térmico) dos RSD atua como combustível para a geração de gases que são encaminhados às unidades de geração de energia.

A figura a seguir mostra os principais componentes e os fluxos de materiais numa unidade de incineração.

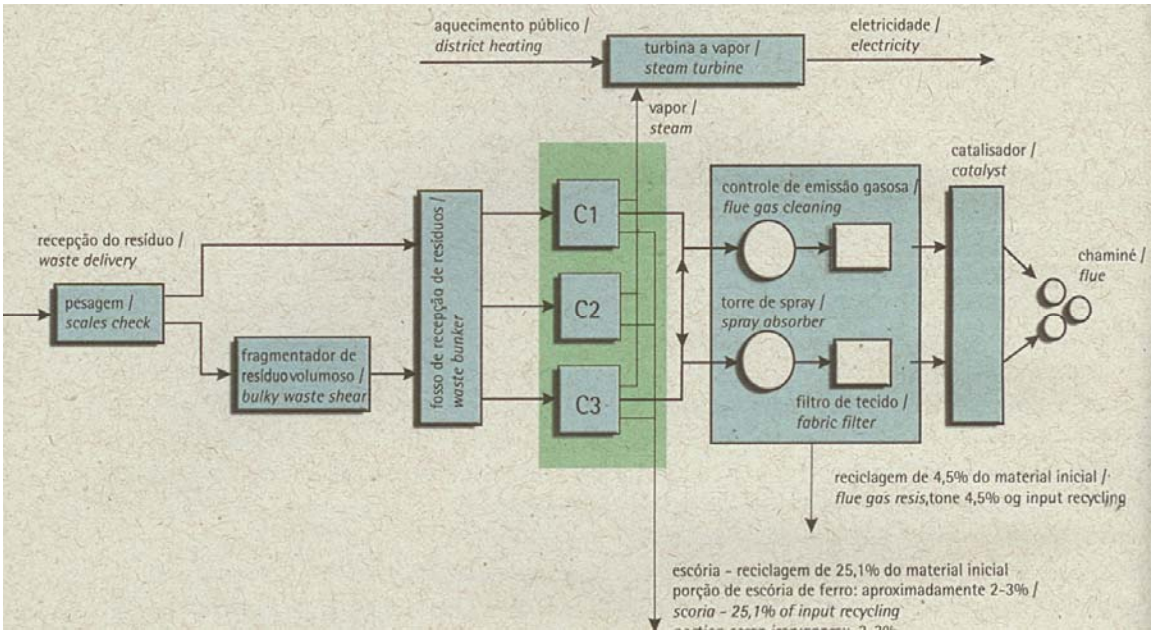

Figura 7. Principais componentes e fluxos de materiais numa URE (SMA-SMASPPC, 2005).

Os resíduos são depositados, pelos caminhões de transporte, no posto de pesagem no pátio de operações da URE. Os resíduos volumosos são fragmentados e o total dos RSD é encaminhado a um fosso de recepção.

Os resíduos são incinerados nas caldeiras de combustão (C1, C2 e C3) e geram vapores que movimentam uma turbina a vapor para a geração de energia elétrica. As emissões gasosas são controladas eletronicamente, promovendo-se uma lavagem dos gases que propicia sua filtragem através dos filtros gasosos.

O processamento da URE gera uma escória sólida que compõe o volume de 25% do material total processado inicialmente. Esta escória é uma cinza não-volátil (de aspecto vítreo, semelhante a um granito) que é quimicamente inerte, podendo, por isso, ser depositada, caso seja necessário, nos aterros sanitários sem causar danos por reações químicas no terreno.

A escória resultante da operação das URE pode ser aproveitada industrialmente na fabricação de blocos para a construção civil ou na conformação de uma massa asfáltica (quando misturada com piche) para recapeamento de ruas e avenidas.

O filtro de tecido retém os resíduos sólidos existentes dentre os gases resultantes da incineração dos RSD. A poeira dos filtros não encontra utilidade industrial, devendo ser aterrada nos aterros sanitários.

“O requisito básico desse método de tratamento é o valor calorífico do resíduo a ser tratado, de modo que este permita uma combustão auto-sustentada, ou seja, valores caloríficos superiores a 6 MJ/kg. Resíduo com valor calorífico menor pode ser pré-tratado por secagem e, então, ser transformado em material próprio para incineração” (SMA-SMASPPC, 2005).

É importante perceber a diferença entre a operação das URE e a das antigas usinas de incineração. As antigas usinas de incineração causavam grande poluição aérea e, por isso, granjearam um conceito negativo a seu respeito perante a opinião pública. As URE operam com potentes filtros gasosos que permitem seu funcionamento em países cujas legislações ambientais são muito rigorosas (a exemplo da Alemanha e da Grécia), mantendo os níveis de emissões gasosas dentro de limites aceitáveis.

“A instalação inteira de uma URE é composta pelos seguintes componentes individuais:

- Fornecimento e descarregamento no paiol
- Tecnologia de incineração com grelha de recuo e gerador de vapor,

- Sistema de vapor de água com turbina/gerador,
- Purificação de emissões,
- Tecnologia pertinente de energia elétrica e condução
- Instalações auxiliares necessárias como também a parte construtiva" (TCO, 2006).

O diagrama esquemático a seguir representa os fluxos operacionais do processamento de RSD no interior da URE sediada em Nüremberg, Alemanha.

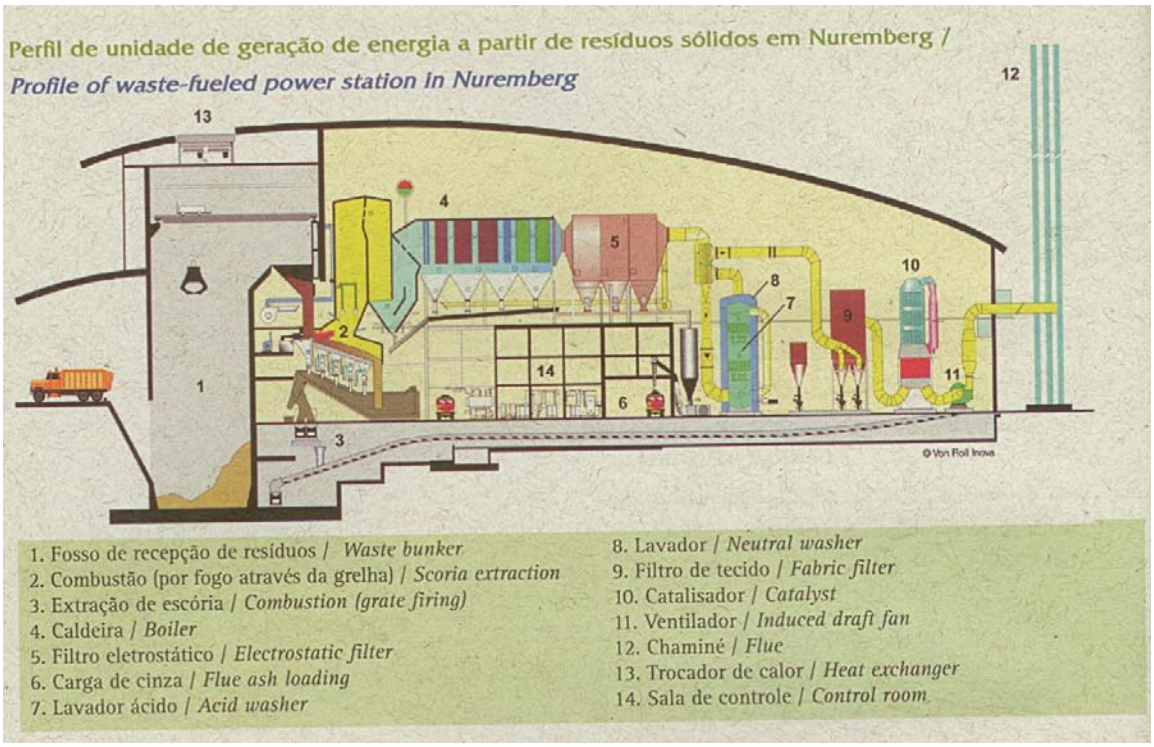

Figura 8. Diagrama esquemático dos fluxos operacionais numa URE (SMA-SMASPPC, 2005).

A técnica de um incinerador pode ser dividida em duas partes: a combustão e o tratamento dos gases.

A etapa de combustão compreende a descarga, num fosso de recepção, dos RSD trazidos pelos caminhões (nº 1 do diagrama), que serão transportados, mecanicamente, a uma grelha que propicia sua combustão numa câmara de combustão (indicada pelo nº 2 do diagrama).

“O processo decisivo relativo à tecnologia do processo da incineração ocorre na grelha de recuo. Através da variação da largura da grelha e da sua estrutura modular com várias faixas de grelha, a grelha de recuo está adaptada à vazão e ao rendimento calorífico exigido. Com o movimento característico da grelha, ocorre um atiçamento intenso do material combustível, onde as etapas clássicas dos processos de secagem, exaustão, ignição e incineração ficam sobrepostas” (TCO, 2006).

O poder calorífico dos RSD recém-coletados atua como combustível no processo de combustão. A fração orgânica dos RSD, que compõe parcela expressiva do volume total coletado, possui um poder calorífico inferior aos dos outros materiais que compõem os RSD, mas, mesmo assim, sua combustão é possibilitada quando misturada com os outros materiais constituintes dos RSD.

Os materiais com maior poder calorífico (como, por exemplo, os plásticos, papéis e aparas de madeira) possibilitam maior poder de combustão na grelha da URE, favorecendo, assim, a geração de maior quantidade de energia.

O nº 3 do diagrama representa o local onde são depositadas as escórias resultantes do processo de combustão.

O processo de tratamento dos gases inicia-se na caldeira por onde passam os gases provenientes da combustão (nº 4 do diagrama).

“A refrigeração dos gases de exaustão do fogo na grelha ocorre num gerador de vapor de 5 fases. A caldeira é projetada sob a observação das exigências especiais para gases de exaustão e termodinâmica. Através do dimensionamento generoso do espaço de incineração, resultam baixas velocidades dos gases de exaustão, que permitem assegurar um tempo de permanência dos gases suficientemente longo e reduzir a erosão nos canos em grande parte” (TCO, 2006).

O nº 5, no diagrama, representa o filtro eletrostático que faz a separação entre os gases resultantes e a poeira dos filtros gasosos, e o nº 6 indica a carga

de cinza resultante do trabalho de retenção dos resíduos efetivado por estes filtros. Esta cinza é denominada por “poeira de filtros” e não proporciona um reaproveitamento industrial.

Os nºs. 7 e 8 indicam os lavadores de gases e o nº 9 indica um filtro de tecido, que é mais especifico para o tratamento dos gases.

“O vapor superaquecido do superaquecedor final para o aproveitamento energético é solto como vapor à distância através de condensadores de calor ou encaminhado para uma turbina. A turbina aciona diretamente um gerador para a geração de energia elétrica” (TCO, 2006).

A energia elétrica gerada através do gerador é, por um lado, utilizada para satisfazer a necessidade própria da usina e, por outro lado, fornecida para a rede elétrica pública. As emissões gasosas resultantes do processo são encaminhadas à atmosfera através de uma chaminé (conforme o nº 12 do diagrama). Para cumprir os valores limite de emissões exigidos e separar os poluentes eficientemente, é aplicado um processo de purificação dos gases de exaustão.

“O conceito da purificação dos gases de exaustão consiste, principalmente, nos seguintes componentes:

- Processo de eliminação não-catalítica dos óxidos de nitrogênio em gases quentes para a redução do valor de emissão de NOx abaixo do valor limite da norma de incineração da União Européia (UE)
- Absorvedor pulverizador para refrigeração e condicionamento dos gases de exaustão com separação simultânea de componentes ácidos em gases poluentes (especialmente HCI, HF e SOx) através da injeção de leite de cal.
- Reator com injeção seca de coque ativo em forma de pó para a separação eficiente de metais pesados voláteis (especialmente mercúrio) e componentes orgânicos tóxicos.

- Filtro de tecido para a separação ampla das impurezas em forma de partículas contidas no gás de exaustão (poeira volátil, sais reativos ou coque ativo carregado).
- Exaustor e instalação de chaminé” (TCO, 2006).

Um sistema eletrônico de controle central conecta todos os sistemas de comando locais existentes na URE, fazendo convergir ao posto de comando central as informações necessárias para o monitoramento, comando, advertências e alarmes em sua operação.

“As unidades individuais em operação no interior das URE possuem regulagem/comando próprio no local (comandos autônomos), que possibilita uma opção de operação e observação. E podem, também, dependendo da necessidade do processo, ser operadas e observadas a partir do sistema de controle de processo, localizado no posto de comando central” (TCO, 2006).

A utilização de RSD como combustível para a geração de energia representa uma técnica já consolidada nos ramos da Engenharia.

“Os incineradores de resíduos sólidos (URE) e as unidades convencionais de geração de energia elétrica diferem, entre si, com relação a seus combustíveis, aos projetos de suas câmaras de combustão e a outros parâmetros de construção. A construção de incineradores especiais para resíduos permite a combustão de vários tipos de resíduos, garante a não-ocorrência de falhas no processo de incineração e a manipulação segura de efluentes gasosos altamente corrosivos. A capacidade de purificação que possuem os equipamentos de controle das emissões gasosas em unidades de incineração facilmente ultrapassa a das usinas de geração de energia convencionais, uma vez que são configuradas para a separação de vários produtos, como, por exemplo, mercúrio ou óxido nítrico” (SMA-SMASPPC, 2005).

O diagrama a seguir representa o fluxo de vapores resultantes da combustão dos RSD nas caldeiras das URE para a produção de energia térmica.

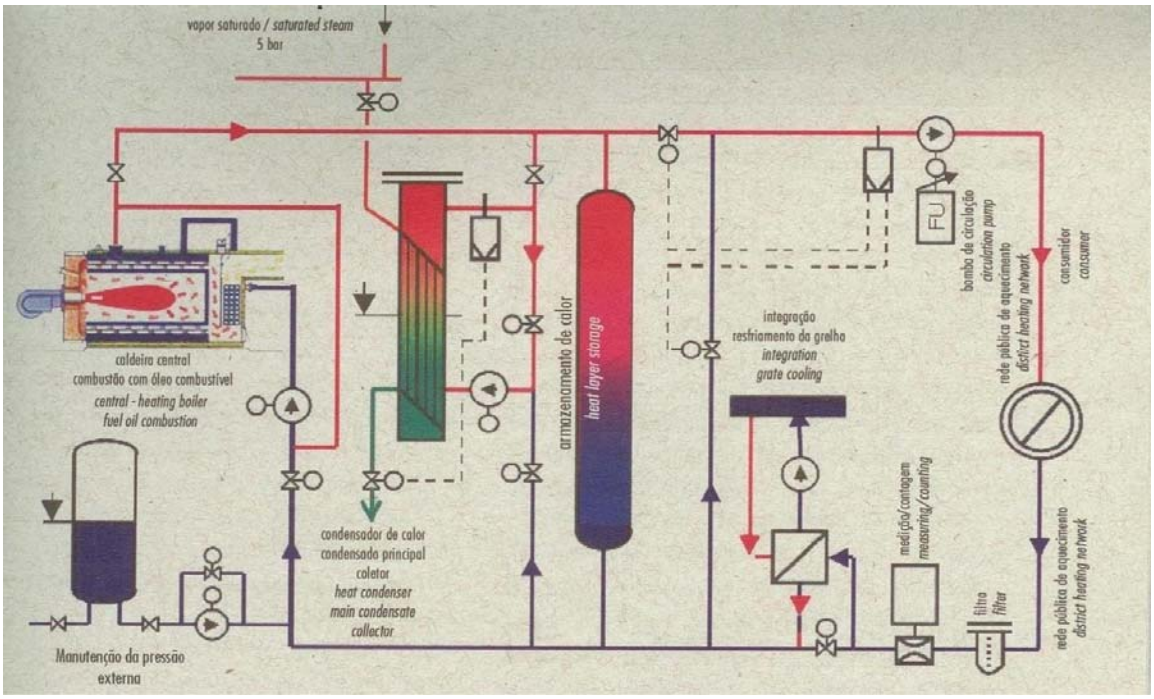

Figura 9. Diagrama de engenharia para a produção de energia térmica na URE (SMA-SMASPPC, 2005).

Para a produção de energia térmica, o vapor saturado proveniente da caldeira central é encaminhado a condensadores de calor, produzindo, desta maneira, aquecimento ou refrigeração. Através de bombas de circulação da energia produzida, situadas no interior da usina, a energia é disponibilizada para as formas de consumo a que será destinada.

A energia térmica produzida pelas URE pode ser utilizada para a calefação de residências ou para o resfriamento ou aquecimento de aparelhos industriais. O desenvolvimento de técnicas que facilitam o armazenamento e transporte da energia térmica tem sido um fator estimulante para sua produção.

A incineração de RSD nas URE é uma parte essencial da concepção integrada de destinação final destes resíduos.

“A incineração de RSD cumpre as seguintes tarefas:

- redução da quantidade e volume de resíduos sólidos (redução em volume: cerca de 70%; redução de carga: cerca de 80%).
- oxidação completa dos componentes orgânicos e conversão em substâncias simples como dióxido de carbono e água, preferencialmente.
- redução das quantidades de resíduos perigosos por meio da concentração de poluentes e metais pesados nos resíduos de tratamento, e sua disposição em separado.
- baixa produção de escória e reutilização de modo a não demandar espaço em aterro.
- utilização máxima de energia liberada para geração de energia elétrica, produção de vapor ou outros propósitos” (SMA-SMASPPC, 2005).

Por apresentarem segurança de operação e baixo volume de emissões, as URE podem ser instaladas em centros urbanos e sua locação pode se dar de maneira definitiva em sua área de implantação.

“O ar tem uma função importante no processo e recebe a atenção especial nas emissões de uma URE. Na operação regular, com a aplicação de tecnologias modernas para a purificação dos gases de fumaça, não se espera uma poluição adicional significativa das emissões aéreas. Para a avaliação da proteção contra emissões em seu processamento, normalmente são consideradas falhas no processo operacional, como um incêndio no paiol de lixo, um incêndio num filtro ou a saída de gases brutos. Conforme a experiência mostra, os valores máximos das emissões ficam numa distância de 100-200 m, de maneira que se determine uma distância mínima de 300 m quanto a residências e áreas de uso comum (como hospitais e escolas, por exemplo)” (TCO, 2006).

A URE opera sem produção de esgoto, e sua conexão na rede de esgotos apenas se faz necessária devido ao esgoto produzido nas áreas sociais.

A procura de locais para a instalação da URE deve excluir as APM e as APA, bem como as áreas de inundação e as áreas de lazer. Na comparação entre os locais disponíveis, os critérios econômicos desempenham o papel preponderante para a avaliação da viabilidade de sua implantação.

“O propósito da comparação de localizações é encontrar a localização onde será obtido o melhor aproveitamento ecológico e econômico da energia e onde a influência da usina planejada sobre os ambientes próximos seja reduzida ao mínimo possível. Para uma operação econômica da instalação, deve ser assegurado que a energia produzida no processo seja toda consumida. A operação mais econômica da instalação é possível quando todo o vapor produzido pode ser desviado. Caso haja, na proximidade da localização avaliada, empresas de engenharia que utilizam o vapor para os seus processos de produção, isto será uma vantagem decisiva da localização. Além do aproveitamento do calor (vapor), a geração de frio também é possível através de instalações de absorção interligadas. Distâncias convenientes da UL são de 1.000 m até os consumidores de vapor à distância e de 5.000 m até os consumidores de calor à distância” (TCO, 2006).

O empreendimento econômico de implantação de uma URE é viabilizado através de parcerias que devem ser estabelecidas com empresas industriais que podem consumir a energia produzida em suas operações.

“Potenciais parceiros são todas as empresas cujos processos de produção incluem uma grande necessidade de calor ou frio. Processos para a produção de combustíveis biogênicos estão ficando cada vez mais no foco do interesse (como, por exemplo, a produção de bioetanol para o processamento de biomassa ou os processos para a absolução do bioetanol, que utilizam energia externa). Outros

potenciais parceiros industriais são cervejarias, frigoríficos ou operadoras de câmaras frias” (TCO, 2006).

Pode-se assumir que as necessidades de consumo de vapor à distância aumentarão devido à necessidade de substituição de fontes de energia fósseis, que geram grande quantidade de emissões de CO2.

“Através do aproveitamento do vapor à distância, e do conseqüente rendimento energético mais eficiente, resultam, além dos aspectos diretos ecológicos e econômicos, também outros efeitos de sinergia causados pelos mecanismos de desenvolvimento limpo (MDL), que possibilitam reduções de emissões do CO2. O rendimento máximo da energia da URE através do aproveitamento do vapor à distância significa, ao mesmo tempo, a redução máxima de CO2 num projeto MDL” (TCO, 2006).

As URE reduzem, significativamente, as necessidades de aterramento direto dos RSD nos aterros sanitários, evitando os impactos ambientais e sociais causados pela disposição final dos RSD nestes locais.

AS URE já estão em operação, há bom tempo, em várias cidades da Europa.

Foto 8. Incinerador de Kiel, Alemanha (SMA-SMASPPC, 2005).

A foto acima demonstra a URE instalada no centro urbano do município de Kiel, na Alemanha. Estas usinas não produzem impactos ambientais significativos no ar, águas ou solo, e podem instalar-se, definitivamente, num mesmo local, contrariamente ao que ocorre com a instalação dos aterros sanitários, que demandam a instalação de novas áreas para sua operação após esgotada sua capacidade de recepção dos RSD ali estocados.

O aspecto operacional qualitativamente mais expressivo no processamento das URE é o reaproveitamento energético dos materiais que seriam desperdiçados no aterramento promovido nos aterros sanitários. As URE representam uma fonte de energia renovável e, ainda, protegem a atmosfera das emanações do gás de aterro.

“Uma unidade moderna de incineração de resíduos representa uma solução das mais sustentáveis. O processo de incineração pode reduzir o volume de RSD em 90%. Ao mesmo tempo, os poluentes orgânicos são destruídos e os poluentes inorgânicos, se voláteis, são absorvidos quase por completo pelo sistema de emissões gasosas” (SMA-SMASPPC,2005).

O processo de combustão de resíduos sólidos gera emissões que contém um grande número de poluentes. Dependendo do tipo de sistema de controle de emissões gasosas, esses poluentes podem ser eliminados em um nível pré-determinado definido a partir de instrumentos legais e metas ambientais estabelecidas pelas partes responsáveis na sociedade.

“Na Europa, os limites atuais de emissões dos incineradores garantem alto padrão ambiental, correspondente à qualidade do gás puro” (SMA-SMASPPC, 2005).

A reutilização do poder energético dos RSD nas URE constitui uma fonte de energia renovável que promove uma considerável economia de recursos naturais.

“Hoje em dia, no Estado da Baviera (Alemanha), 2,8 milhões de toneladas de RSD são tratados termicamente, utilizando-se a maior parte da energia liberada. Conseqüentemente, 400.000 toneladas de dióxido de carbono (CO2) deixam de ser, anualmente, emitidas, e mais de 500.000 toneladas de combustíveis fósseis (tais como carvão, óleo ou gás) são preservadas” (SMA-SMASPPC, 2005).

5.3. Uma URE em operação no México

Gunther (2006) assim refere-se à gestão dos RSD na cidade do México:

“A cidade do México tem uma população ao redor de 18 milhões de habitantes, com uma geração total de RSU de 600 ton/dia e um consumo *per*

capita de 0,791 kg/hab/dia. A composição de seus RSU apresenta 38,14% de materiais orgânicos e 61,86% de materiais sólidos.

Os RSU eram aterrados a céu aberto, onde havia catadores atuando sob condições sanitárias e de trabalho bastante precárias. A implantação de aterros sanitários implicava em gastos tanto para a aquisição e preparação do terreno como para sua operação e controle, além de implicar imensas perdas de recursos naturais, ocasionando, assim, impactos ambientais pela contaminação do solo, da água e do ar, devido à geração de bio-gás e emissões nocivas ao ambiente" (Günther, 2006).

Günther (2006) nos relata que, no interesse de minimizar-se a disposição dos RSD em aterros inadequados, implantou-se um plano de administração dos RSD que engloba a separação de resíduos por tipos e a valorização dos materiais em escala industrial, envolvendo:

- separação dos resíduos orgânicos para compostagem e elaboração do composto orgânico
- separação mecanizada dos materiais sólidos para reciclagem industrial
- tratamento dos rejeitos não reutilizáveis buscando um aproveitamento calorífico através dos métodos de incineração
- co-geração de energia térmica e elétrica.

"O sistema implementado realiza, da seguinte forma, a separação dos materiais:

- os materiais orgânicos passam por biodigestores, onde é gerado bio-gás que, mais tarde, será utilizado para a geração de energia
- os materiais sólidos de baixo poder calorífico (como vidros e metais) são encaminhados à separação em centros específicos para esta tarefa, e, posteriormente, reciclados
- os demais materiais, de maior poder calorífico, são utilizados na produção das URE para gerar energia através da incineração

Os RSU têm um elevado poder calorífico que pode ser utilizado como fonte alternativa de energia, e permitem, inclusive, que seja aproveitado o calor gerado durante o processo.

O processo utilizado é controlado e garante emissões atmosféricas inferiores aos níveis previstos por lei, produzindo como subprodutos, CO2, água e vapor.

Calcula-se que uma tonelada de RSU gera 4,1 toneladas de CO2 equivalente, e, quando se processa termicamente, gera somente 0,7 toneladas de CO2.

Os resíduos a serem incinerados são reduzidos pela separação mecânica da fração combustível (extraindo material orgânico, metais, vidros e outros materiais não combustíveis), seguida de trituração, dando, como resultado, um produto com partículas de 3 a 5 cm e poder calorífico de 2.000 a 5.000 kcal" (Günther, 2006).

Günther (2006) ressalta os principais aspectos positivos ambientais, econômicos e sociais que resultam das operações das URE.

Aspectos ambientais:

- redução, em até 95%, do volume de RSD que é depositado nos aterros
- geração de energia térmica e elétrica

Aspectos econômicos:

- geração de renda através da separação, valorização e venda de materiais às indústrias de reciclagem
- recuperação e venda de energia
- é possibilitada a emissão de créditos de carbono
- é promovida uma considerável economia de matérias-primas virgens e recursos hídricos
- redução de custos representados pela disposição dos RSD nos aterros sanitários, uma vez que permite reduzir, em torno de 95%, o volume de RSD que iria para a disposição no solo

Aspectos sociais:

- incorporação, em seu processamento, como trabalhadores qualificados, dos catadores de materiais recicláveis.

5.4. Os estudos para a implantação das URE no Brasil

No ano de 2004, o Governo do Estado de São Paulo assinou um convênio de cooperação técnica com o Governo do Estado da Baviera (Alemanha) que enfocava a transferência, ao nosso país, de conhecimentos relacionados aos sistemas de gerenciamento de RSD.

As atividades decorrentes do estabelecimento deste convênio ocasionaram a elaboração, no ano de 2005, de um relatório analítico (intitulado "*Gerenciamento de Resíduos Sólidos: uma visão de futuro*"), que versa sobre a gestão dos RSD na RMSP e em outras metrópoles do mundo, e sobre as possibilidades de implantação das URE no Brasil. Este relatório sistematiza informações acerca dos sistemas de gerenciamento dos RSD e das possibilidades tecnológicas disponíveis para seu manejo e, nessa forma, pôde configurar uma importante base de dados para a tomada de decisões dos empreendedores locados em nosso país.

As administrações públicas de cinco municípios paulistas manifestaram interesse em aprofundar os conhecimentos sobre a operação das URE. São eles, os municípios de São Paulo, Santos, Embu, Barueri e São Bernardo do Campo.

O termo aditivo ao convênio de cooperação técnica entre o Estado de São Paulo e o Estado da Baviera (à disposição na Secretaria de Meio Ambiente do Município de Embu) expressa que:

"Os estudos de viabilidade para implantação das URE serão definidos conjuntamente com os municípios de São Paulo, Santos, São Bernardo do Campo, Embu e Barueri, além da CETESB".

E este termo aditivo determina que:

"O objetivo dessa fase do projeto será:

- Desenvolver concepções de projetos otimizados para as URE
- Examinar as possibilidades técnico-econômicas de implementação

- Selecionar possíveis locais em conformidade com os critérios de impactos ambientais mínimos
- Preparar Plano Preliminar para Minimização dos Resíduos Sólidos Municipais
- Preparar Lista Preliminar de atividades para o Processo de Licenciamento em cada um dos municípios".

Nesta perspectiva, representantes da administração pública do Município de Embu estiveram na Alemanha, no ano de 2007, para verificar o processamento das URE em operação.

Os estudos de viabilidade econômico-financeira, necessários para a implantação do empreendimento, devem ser específicos para cada caso considerado, uma vez que dependem da composição e volume de RSD gerados e da forma de inserção da URE no sistema local de gerenciamento dos RSD.

Tal estudo, para ser efetivado, deve ser encaminhado por uma unidade administrativa já disposta à implantação do projeto, e, portanto, disposta a pagar os custos dos estudos preliminares.

Até o presente momento, não existe, em nosso país, uma unidade administrativa disposta, definitivamente, à implementação de uma URE pelo fato de não se possuir, suficientemente, uma avaliação técnica e econômica sobre o projeto. Portanto, não há empreendedores dispostos a pagar pelos estudos de viabilidade econômico-financeira, necessários ao desenvolvimento desta proposta.

Para auxiliar na avaliação das perspectivas sobre a implantação das URE no Brasil, o convênio de cooperação técnica encomendou à empresa alemã "ia GmbH – Wissensmanagement und Ingenieurleistungen" (ia GmbH – Gerenciamento de conhecimento e serviços de engenharia) e à empresa alemã "MARTIN GmbH", construtora de plantas de usinas de incineração, um estudo hipotético sobre a implantação da URE, adaptado às condições da realidade brasileira.

Estas empresas efetivaram, no ano de 2006, este estudo, que porta o seguinte título:

"*TCO: Total Costs of Ownership – Comparison Incineration Plant-Landfill*" (Custos Totais de Propriedade – Comparação entre as plantas de incineração e os aterros sanitários).

O estudo TCO realiza uma comparação entre os custos e receitas que incidem nas operações de um aterro sanitário e nas operações de uma URE. É criado um modelo para permitir uma comparação entre os dois empreendimentos.

Estima-se, hipoteticamente, uma quantidade anual (500.000 toneladas) de RSD a ser processada e determina-se a estrutura necessária para seu aterramento ou incineração. Dessa forma, estabelece-se um termo comum para a comparação entre o rendimento econômico nos dois processos.

O termo comum é a quantidade de RSD que deverá ter um destino final (500.000 toneladas anuais). Com esse procedimento metodológico, o estudo TCO desenvolve os projetos de URE e de aterro sanitário pertinentes à destinação desta quantia de RSD, e possibilita, através da determinação dos custos e receitas inerentes a cada processo, uma identificação do custo por unidade de tonelada que é demandado em cada uma destas formas de destinação final.

É através do custo de processamento de cada tonelada de RSD que se pode efetuar uma comparação entre o desempenho econômico auferido pelo aterro sanitário e aquele auferido pela URE.

Quanto ao estudo TCO, é necessário assinalar-se duas importantes ressalvas. A primeira refere-se ao fato de que este estudo não incorpora as possibilidades de obtenção de receitas financeiras provenientes do mercado mundial de Créditos de Carbono, derivadas do processo de certificação das quantidades de CO2 que deixam de ser emanadas à atmosfera em cada uma das formas de destinação final de RSD em estudo.

A segunda ressalva ao estudo TCO remete-se ao fato de que tal estudo considera, quanto ao aterro sanitário, apenas os valores econômicos referentes ao desempenho de um único aterro sanitário, desconsiderando os custos necessários à implantação de um novo aterro sanitário após o término do período de vida útil do aterro sanitário considerado, que se sobrepõem aos custos de pós-manutenção do aterro sanitário esgotado.

O gráfico a seguir demonstra a sobreposição de custos econômicos no processo de aterramento de RSD, determinada pelo limitado período de vida útil dos aterros sanitários e pelo prolongado período de manutenção necessário após o esgotamento de suas operações. O gráfico demonstra, também, o crescimento dos custos dos transportes dos RSD aos novos aterros sanitários, que são locados em áreas mais distantes dos locais de geração dos RSD.

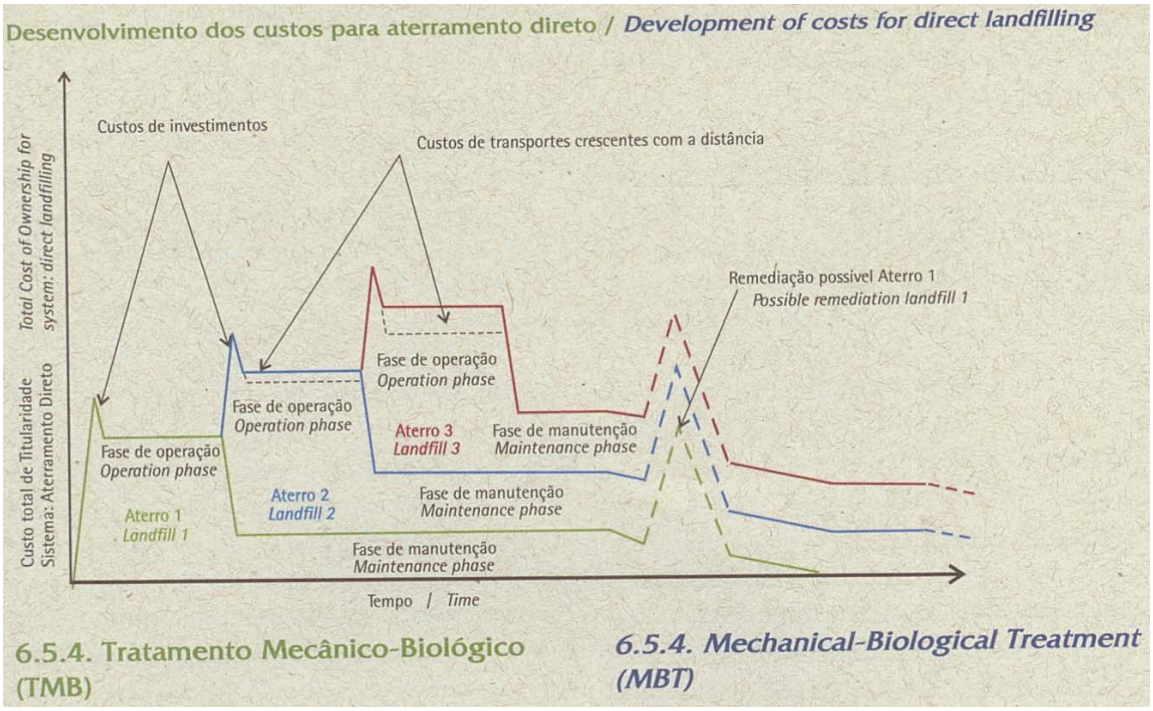

Figura 10. Sobreposição de custos nas práticas de aterramento de RSD ocasionada pelo tempo limitado de vida útil dos aterros sanitários (SMA-SMASPPC, 2005).

A contraposição, no estudo TCO, a esta lacuna quanto à sobreposição de custos existente na operação dos aterros sanitários por ocasião da necessidade de implantação de um novo aterro sanitário, é feita na análise do desempenho econômico da URE, onde estima-se, após o período de 20 anos de sua operação (que coincide com o período de vida útil do aterro sanitário), os valores que deixam de ser investidos em obras de construção e equipamentos técnicos da URE, por serem desnecessários uma vez que o processamento das URE é perene e independe de seu tempo de vida útil.

O estudo TCO faz uma projeção futura das operações de uma URE e de um aterro sanitário para um período de 60 anos. Isto deve-se ao fato de tal período corresponder às atividades do aterro sanitário projetado, considerando-se um tempo de 20 anos para sua vida útil e um tempo de 40 anos para a manutenção necessária após seu encerramento.

A figura a seguir demonstra este planejamento, que teria sido iniciado no ano de 2006.

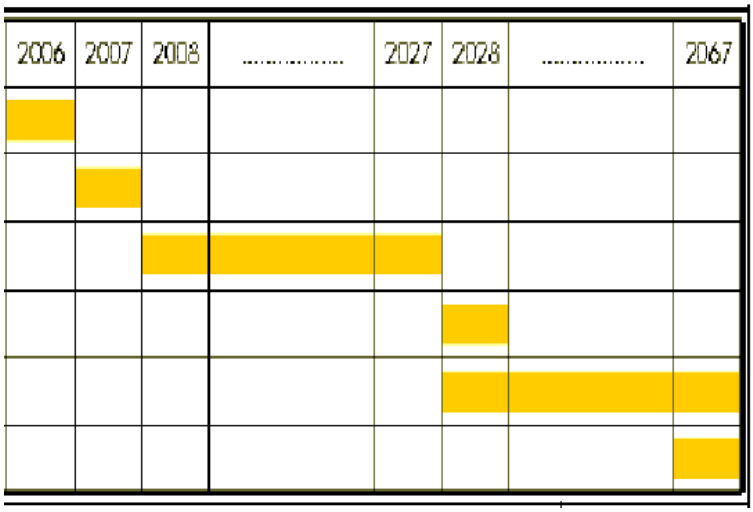

Figura 11. Planejamento sobre períodos de tempo para o estudo comparativo entre o desempenho econômico de um aterro sanitário e o desempenho econômico de uma URE (TCO, 2006).

Nesta figura, o ano de 2006 corresponde ao ano de planejamento das atividades para a construção de um aterro sanitário e de uma URE, e o ano de 2007 corresponde ao período de tempo necessário para sua construção.

Entre os anos de 2008 a 2027 decorre o período de 20 anos, que é considerado como o tempo de vida útil para as operações do aterro sanitário planejado.

O ano de 2028 é o período para a reposição de peças e manutenção da estrutura técnica da URE e corresponde ao primeiro ano de pós-manutenção das atividades do aterro sanitário após o encerramento de suas operações. O período de pós-manutenção perdura, no projeto, por 40 anos, estendendo-se até o ano de 2067, quando deverá ocorrer a renaturalização da área do aterro sanitário.

O padrão técnico de engenharia para a construção do aterro sanitário e da URE é estabelecido, no estudo TCO, de acordo com as normas européias, e os valores financeiros constantes no projeto estão descritos na moeda corrente na União Européia, que é o EURO (EUR). Os preços constantes no projeto são calculados a partir da realidade verificada na RMSP.

Mesmo com as ressalvas ao estudo TCO (citadas acima), este estudo demonstra serem as URE mais viáveis economicamente que os aterros sanitários, uma vez que o custo para o processamento de cada tonelada de RSD na URE é de 12,04 EUR e o custo para o processamento de cada tonelada de RSD no aterro sanitário é de 14,60 EUR.

Nos dois empreendimentos, estes custos para a destinação final de cada tonelada de RSD tornam nula a diferença entre as despesas operacionais e de investimentos e as receitas provindas com a venda da energia gerada.

No aterro sanitário, calcula-se a remuneração pela destinação final dos RSD por um período de 20 anos, que é tempo de sua vida útil.

Nas operações da URE, calcula-se a remuneração pela destinação final dos RSD por um período de 60 anos, uma vez que seu tempo de vida útil não é limitado.

No estudo TCO, pressupõe-se a recuperação energética de 50% do bio-gás emanado do aterro sanitário, e sua comercialização na forma de energia elétrica ocorre durante todo o período projetado de 60 anos. Pressupõe-se, também, a venda da energia elétrica produzida na URE, bem como a venda integral, para uso industrial, da energia térmica produzida.

5.5. O desempenho econômico de um aterro sanitário

No estudo TCO, considera-se, para o processamento de 500.000 toneladas anuais de RSD, a necessidade de uma área total de 524.500 m² para a instalação de um aterro sanitário. Com o preço estimado de 2,00 EUR por m², a área teria um valor de 1.049.000 EUR.

O custo para a preparação externa do terreno, envolvendo as áreas de tráfego dos veículos de transporte dos resíduos, é estimado numa importância global de 1.000.000 de EUR, e calcula-se um custo adicional para as movimentações de frações de solo de modo a acomodar os RSD numa inclinação segura para a devida proteção ambiental, estimado em 1.049.000 EUR.

Desta forma, os investimentos na propriedade somam, conforme demonstrado abaixo, 3.049.000 EUR.

1.	Custos de propriedade		
1.1.	Área: 524.500 m² (2,00 EUR por m²)		1.049.000
1.2.	Preparação da área		1.000.000
1.3.	Movimentação de frações de solo		1.049.000
		Total	3.098.000

Durante o período de construção do aterro sanitário, são calculados os seguintes custos de investimentos:

- condicionamento da superfície
- manta geossintética
- preparação interna do terreno para a drenagem dos efluentes
- bacia de recepção dos efluentes líquidos
- equipamentos técnicos (como pontes de peso, etc.)
- pontos de captação do bio-gás à superfície e equipamentos para a recuperação energética do bio-gás
- estação de controle do bio-gás recuperado

São calculados, também, os reinvestimentos necessários para a manutenção da estação de controle de bio-gás, o lacre da superfície da cada

seção de aterramento (célula) que é preenchida, e os custos dos projetos de engenharia para a construção do aterro sanitário e da inspeção das obras.

2.	Investimentos no período da construção	
2.1.	Condicionamento da superfície	5.245.000
2.2.	Manta plástica e drenagem	10.857.600
2.3.	Preparação interna da área	922.500
2.4.	Utilidades para o tratamento de lixiviados	4.718.000
	Total	21.743.100
3.	Recuperação de gás	
3.1.	Motores de gás, *containers*, etc.	3.850.000
3.2.	Reinvestimento em motores de gás	3.850.000
3.3	Reinvestimento em motores de gás II	3.850.000
3.4.	Captação de gás	4.485.000
3.5.	Estação de controle de gás	1.040.000
3.6.	Reinvestimento em estação de controle de gás	4.680.000
	Total	21.755.000
4.	Lacre da superfície das célutas	11.052.480
5.	Planta da construção e inspeção das obras	2.454.776

Assim, tem-se, como custos de investimentos, o seguinte quadro, designado como tópico A:

A)	Investimentos no período de vida útil	
1.	Custos de propriedade	3.098.000
2.	Período da construção	21.743.100
3.	Recuperação de gás	21.755.000
4.	Lacre da superfície	11.052.480
5.	Planta da construção e inspeção das obras	2.454.776
	Total	60.103.356

Esses investimentos são determinados para todo o período de vida útil do aterro sanitário projetado.

O quadro a seguir demonstra o total das despesas anuais em que incorrem as operações do aterro sanitário projetado durante seu período de vida útil, que é de 20 anos. Cabe ressaltar o caráter anual desta demonstração, pois, mais adiante, teremos a demonstração da soma das despesas de todos os anos de

operações do aterro sanitário projetado no estudo TCO. Portanto, o quadro a seguir demonstra as despesas em que incorre, no prazo de um ano, o aterro sanitário em seu período de vida útil.

6.	Custos operacionais (despesas anuais)		
6.1.	Pessoal		
6.1.1.	Trabalhadores		100.000
6.1.2.	Técnicos		125.000
6.1.3.	Executivos		200.000
6.1.4.	Administração		75.000
6.1.5.	Ausências (férias, doenças)		93.000
		Total	713.000
6.2.	Gastos com energia		
6.2.1	Eletricidade		7.500
6.2.2.	Combustível		352.440
		Total	359.940
6.3.	Desgasificação		200.000
6.4.	Tratamento de lixiviados		1.972.426
6.5.	Frota de veículos		127.650
6.6.	Despesas administrativas		71.300
		Total das despesas anuais	3.444.316

A seguir, demonstra-se os custos dos investimentos necessários as período de pós-manutenção do aterro sanitário projetado. O período de pós-manutenção inicia-se com o término de seu período de vidas útil, e prolonga-se, de acordo com o projeto, pelo prazo de 40 anos.

7.	Investimentos (renaturalização)		
7.1.	Desmonte dos pontos de vazão de gás		390.000
7.2.	Desmonte dos equipamentos técnicos		300.000
7.3.	Profissionais para a segurança		20.000
7.4.	Seguros contra acidentes		4.600
		Total	714.600

E, agora, demonstra-se as despesas anuais (ou custos operacionais) incorridas no período de pós-manutenção das operações do aterro sanitário projetado. Ressalta-se, também aqui, que esta demonstração refere-se apenas ao período de um ano destas atividades, sendo, portanto, uma demonstração *anual*.

8.	Custos operacionais anuais (despesas anuais)	
8.1.	Pessoal	139.725
8.2.	Gastos com energia	9.675
8.3.	Desgasificação	200.000
8.4.	Tratamento de lixiviados	647.606
8.5	Frota de veículos	14.950
8.6.	Despesas de administração	13.973
	Total	1.025.929

O tópico A e o item 6 demonstram os valores totais de investimentos de despesas anuais das operações do aterro sanitário em seu período de vida útil. Os itens 7 e 8 demonstram os totais de investimentos e os totais de despesas anuais das operações do aterro sanitário em seu período de pós-manutenção.

Período de vida útil		
A)	Investimentos	60.103.356
6.	Despesas anuais	3.444.316
Período de pós-manutenção		
7.	Investimentos (renaturalização)	714.600
8.	Despesas anuais (renaturalização)	1.025.929

Para a consideração do total dos custos de investimentos e despesas das operações do aterro sanitário em todo o período projetado de 60 anos (vida útil e pós-manutenção), deve-se multiplicar por 20 as despesas anuais do período de vida útil (pelo fato de ser este um período de 20 anos) e por 40 as despesas anuais do período de pós-manutenção (que é de 40 anos).

Assim, temos:

A)	Investimentos	60.103.356
6.	Total das despesas anuais X 20	68.886.320
7.	Investimentos (renaturalização)	714.600
8.	Total das despesas anuais (renaturalização) X 40	41.037.160
	Total	170.741.436

O total de custos dos investimentos e despesas para o aterro sanitário no período total projetado (60 anos) é de 170.741.436 EUR.

Desse montante financeiro, uma parte é financiada através dos rendimentos econômicos obtidos com a comercialização da energia elétrica produzida no aterro sanitário (a partir da recuperação energética do bio-gás emanado), e uma parte pode ser obtida através das receitas provindas da cobrança de quantias financeiras por cada tonelada de RSD que será aterrada no aterro sanitário.

Mas, os custos iniciais de investimentos de capital e uma parte do capital de giro inicial devem provir de instituições financeiras que concedam um financiamento para as operações do aterro sanitário.

No estudo TCO, considera-se a existência de um financiamento a juros preferenciais, que será amortizado em 48 anos e terá, como prazo de carência para o pagamento da primeira parcela, o período de 12 anos. Portanto, a primeira parcela do financiamento deverá ser paga somente após 12 anos do início de suas atividades, e o pagamento deverá estender-se por 48 anos, até o final do período de 60 anos projetado para as operações do aterro sanitário.

Calcula-se, como juros desse financiamento, deduzidos do índice anual de inflação de 2% (que é projetado no estudo TCO), o valor de 8.071.014 EUR. Esse valor é contabilizado, no projeto, como despesas, e, portanto, deve ser adicionado ao montante total de custos do aterro sanitário.

Montante total de custos	170.741.436
Valor dos juros de financiamento	8.071.014
Total	178.812.450

Este é o total de custos incidentes nas operações do aterro sanitário projetado.

O aterro sanitário aufere receitas provindas da comercialização da energia elétrica a ser produzida através da recuperação energética do bio-gás. Pressupõe-se a recuperação de 50% do total de bio-gás que é emanado no aterro sanitário.

A projeção do bio-gás a ser recuperado leva o aterro sanitário à produção de 1.093.750.000 kWh de energia elétrica, que será comercializada a 0,03

EUR/kWh (conforme preços verificados na RMSP). O aterro sanitário auferirá, portanto, a quantia financeira total estimada em 32.812.500 EUR.

Essa quantia deve ser abatida (como receita financeira) dos custos totais verificados no aterro sanitário (que constituem investimentos e despesas). Então, temos:

Custos totais das operações do aterro sanitário	178.812.500
Receitas provindas através da geração de energia (-)	32.812.500
Total	146.000.000

A quantia de 146.000.000 EUR representa um débito que deverá ser quitado. As receitas que devem advir das operações do aterro sanitário para o pagamento deste débito serão obtidas através da cobrança de quantias financeiras a serem pagas por cada tonelada de RSD depositada no aterro sanitário.

No estudo TCO, o valor financeiro a ser cobrado por cada tonelada de RSD depositada no aterro sanitário intenta a efetivação do pagamento total dos custos de investimentos e despesas de modo a reduzi-los a zero. Portanto, não pressupõe a apropriação de lucros por parte de investidores.

“De modo a cobrir as despesas do período de pós-manutenção, todas as receitas necessárias devem ser realizadas no período de operação do aterro sanitário. Inicialmente, os investimentos iniciais e os custos operacionais são cobertos por empréstimos e inserções de capital e são pagos com os rendimentos da recuperação energética do bio-gás e com as remunerações pela destinação final dos RSD nos anos subseqüentes. No ano de 2028, estas receitas terão criado um fluxo de caixa de mais de 22.000.000 EUR. Após 40 anos de pós-manutenção no aterro sanitário, este fluxo de caixa reduz-se a zero” (TCO, 2006).

O débito de 146.000.000 EUR deverá ser pago através da cobrança de valores financeiros referentes a cada tonelada de RSD que será depositada no aterro sanitário.

O aterro sanitário somente poderá receber os RSD em seu período de vida útil, que é de 20 anos. De acordo com o estudo TCO, a quantia anual de RSD a ser estocada no aterro sanitário é de 500.000 toneladas. No período de 20 anos (vida útil do aterro) a quantidade total de RSD estocada será de 10.000.000 toneladas.

Nas operações do aterro sanitário, o débito de 146.000.000 EUR a ser pago deverá ser dividido entre a quantidade total de toneladas de RSD a ser estocada, que é de 10.000.000. Portanto, cada tonelada de RSD a ser estocada no aterro sanitário deverá ter o custo financeiro de 14,60 EUR.

Débito das operações do aterro sanitário a ser pago com a estocagem de RSD	146.000.000,00
Quantidade total de RSD a ser estocada no aterro sanitário	10.000.000
Preço a ser pago por cada tonelada estocada	14,6

O gráfico a seguir demonstra o fluxo de caixa referente às operações financeiras do aterro sanitário projetado e os rendimentos econômicos provindos da estocagem dos RSD em seu período de vida útil.

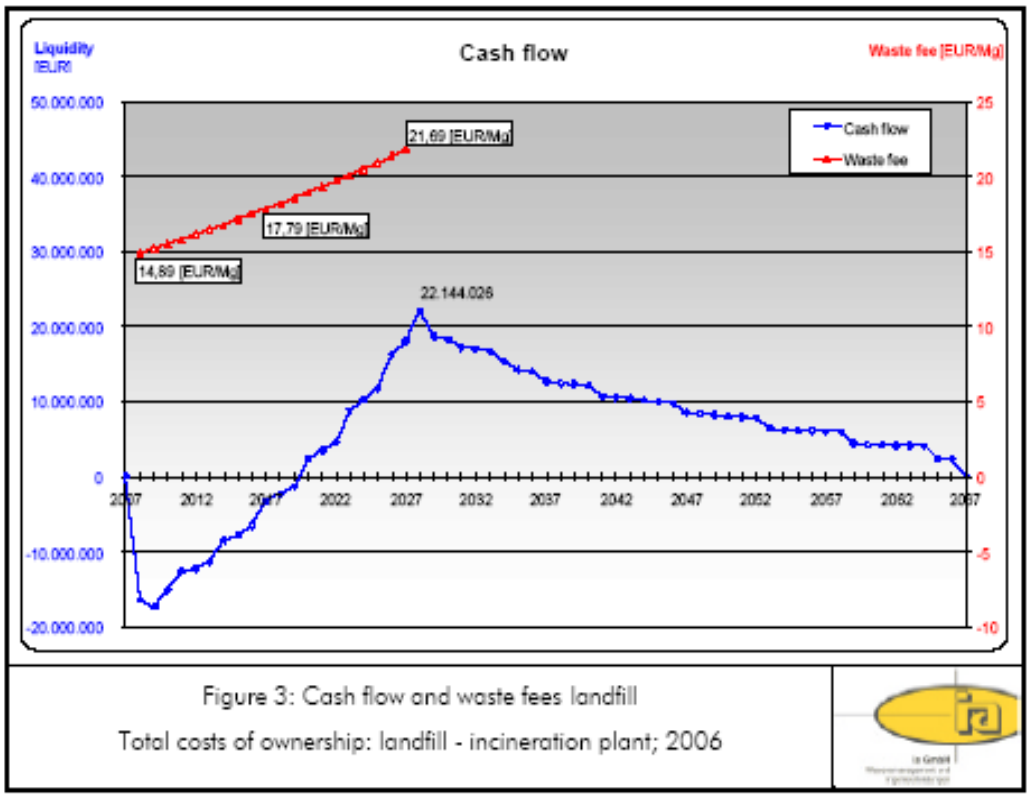

Figura 12. O fluxo de caixa e os ganhos econômicos referentes à estocagem dos RSD no aterro sanitário (TCO, 2006).

Nesta figura, a linha vermelha ascendente representa os ganhos econômicos referentes à estocagem dos RSD no aterro sanitário em seu período de vida útil. Os valores ascendentes dos preços pagos por tonelada de RSD estocada devem-se aos reajustes anuais da inflação projetada (de 2%). A linha azul demonstra a quitação do capital investido no período de construção, operação e pós-manutenção. Ao final da fase de operações do aterro sanitário, no ano de 2028, os rendimentos econômicos devem ter criado um fluxo de caixa de 22.144.026 EUR, que deverá reduzir-se a zero após os 40 anos do período de pós-manutenção.

Fica, assim, demonstrado o desempenho econômico das operações do aterro sanitário projetado no estudo TCO.

Dessa demonstração econômica, é necessário ressaltar dois dados importantes: o custo financeiro de cada tonelada de RSD a ser processada no

aterro sanitário (que é de 14, 60 EUR), que será comparado com o custo financeiro de cada tonelada de RSD a ser processada na URE (que, como veremos, é de 12,04 EUR); e a dimensão da área necessária para a implantação do aterro sanitário (que é de 524.500 m²), que será comparada com a dimensão da área necessária para a implantação da URE (que, também, como veremos, será de 29.000 m²).

5.6. O desempenho econômico de uma URE

O projeto técnico de uma URE baseia-se na composição dos RSD a serem processados em sua unidade. Na falta de dados disponíveis acerca da composição calorífica dos RSD coletados na RMSP, o estudo TCO desenvolve o projeto de uma URE com base nos dados sobre a composição dos RSD coletados no Município de São Sebastião – SP, constantes no Plano Diretor do município, e em dados do setor informal de reciclagem de RSD na RMSP, que demonstram a proximidade da composição dos RSD nas duas localidades.

“A composição estimada dos RSD corresponde às análises de resíduos verificadas na região de São Sebastião, porque não existem dados correntes e verificáveis sobre a composição dos RSD e seu valor calorífico na RMSP que sejam aproveitáveis para este relatório...utilizou-se os dados sobre a composição dos RSD e seu valor calorífico contidos no Plano Diretor do Município de São Sebastião, bem como os resultados dos esforços do setor informal para a redução e reciclagem de resíduos realizados na RMSP” (TCO, 2006).

A URE projetada no estudo TCO baseia-se na seguinte composição e nos respectivos valores caloríficos.

	Proportion of waste [%]	Specific heat value [kJ/kg]	Heat value of proportion [kJ/kg]
Organics	48	5.706	2.739
Ferrous Metal	3	0	0
Non-ferrous metal	2	0	0
Paper	16	13.941	2.231
Cardboard	6	13.702	822
Plastics	12	30.478	3.657
Glas	2	0	0
Miscellaneous	11	6.643	731
Sum	100		10.180

Figure 2: Waste composition and heating value

Total costs of ownership: landfill - incineration plant; 2006

Figura 13. Composição dos RSD e seu valor calorífico para a projeção de uma URE

A soma do valor calorífico por Kg de RSD monta em 10.180 Kj, correspondendo às quantias necessárias para o processamento de uma URE, que é, no mínimo, de 10.000 Kj.

“Os equipamentos técnicos e as estimativas de custos no projeto da URE são baseados na experiência de operação de plantas de incineração do Estado da Baviera (Alemanha) e da empresa construtora MARTIN GmbH” (TCO, 2006).

O modelo projetado propõe-se a uma capacidade anual de processamento de 500.000 toneladas de RSD, contendo 2 linhas de operação com capacidade, cada uma, de processamento de 800 toneladas por dia.

A área total requerida para a implantação desta URE é de 29.000 m², sendo estimado o custo por m² em 35,00 EUR (por tratar-se de área urbana), somando um custo total de 1.015.000 EUR.

Os custos para a adequação do terreno, de modo a auferir segura proteção ambiental no empreendimento, somam 1.165.000 EUR, computando um total de 2.180.000 EUR o valor da propriedade.

Os investimentos para a construção da URE projetada no estudo TCO, e seus custos, são assim descritos:

1.	Valor da propriedade			
1.1.	Custo da área		1.015.000	
1.2.	Adequação do terreno		1.165.000	
		Total	2.180.000	
2.	Investimentos - período da construção			
2.1.	Construção do prédio da usina		23.700.000	
2.2.	Equipamentos técnicos		178.500.000	
2.3.	Plano de construção e de maquinaria		12.313.500	
		Total	214.513.500	
		Total dos itens 1 e 2		216.693.500

Os custos operacionais anuais são:

3.	Custos operacionais anuais		
3.1.	Pessoal (trabalhadores, técnicos, executivos e guardas)		773.000
3.2.	Manutenção e reparos		5.592.000
3.3.	Roupas e objetos de proteção		5.055.000
3.4.	Energia		132.800
3.5.	Recursos (carvão ativado, CaO, NH4OH)		1.292.000
3.6.	Aterramento de escória e filtros para reciclagem		8.927.500
3.7.	Administração		77.300
3.8.	Seguros		1.020.965
		Total	22.870.565

Para o cálculo dos custos totais de investimentos e despesas da URE no período projetado de 60 anos, deve-se multiplicar por 60 o valor das despesas anuais.

Valor dos custos operacionais anuais			22.870.565
Período total projetado - 60 anos	(X)	(B)	1.372.233.900

O custo total das despesas da URE no período projetado de 60 anos é de 1.372.233.900 EUR.

Esse custo das despesas deve ser somado ao custo dos investimentos e valor da propriedade para que se possa avaliar o volume de gastos financeiros no empreendimento.

O custo dos investimentos e o valor da propriedade somam (como vimos acima, nos itens 1 e 2) a quantia de 216.693.500. Mas, no projeto de URE do estudo TCO, realiza-se uma declinação financeira no custo dos investimentos após cada período de 20 anos de operação da URE.

A justificativa para tal declinação financeira é o fato de que o aterro sanitário (comparado com a URE no estudo TCO) demanda a necessidade de gastos com novas instalações após o término do período de sua vida útil (que é de 20 anos). Dessa forma, a declinação financeira nos custo dos investimentos da URE no estudo TCO seria uma contrapartida (proporcional) às necessidades de novos investimentos para as operações do aterro sanitário, que no processamento da URE não são necessários. Isso, então, diminui os custos da URE relativamente aos custos do aterro sanitário no estudo TCO.

A declinação dos custos financeiros dos investimentos da URE consiste numa diminuição do valor dos investimentos realizados no período de sua construção.

Considera-se, como declinação financeira da URE no estudo TCO, o custo da área total da URE (1.015.000 EUR) 25% do valor da construção do prédio da usina (5.925.000 EUR) e 10% do valor dos equipamentos técnicos (17.850.000 EUR), perfazendo um total de 24.790.000 EUR em uma declinação financeira.

Este valor de uma declinação financeira nas operações da URE projetada (24.790.000 EUR) deve ser multiplicado por 2, pois a declinação financeira ocorrerá novamente decorridos mais vinte anos de operações da URE (ou seja, após 40 anos da data inicial do projeto). A declinação financeira total será de 24.790.000 X 2 = 49.580.000 EUR.

Esse valor é abatido do custo dos investimentos no período da construção, ficando assim:

1.	Valor da propriedade	2.180.000
2.	Investimentos no período da construção	214.513.500

		Total	216.693.500
4.	Declinação financeira	(-)	49.580.000
		(A1) Total	167.113.500

Esse valor dos investimentos será somado ao valor total das despesas da URE no período projetado, conforme vimos no item B indicado acima.

(A1)	Investimentos com declinação financeira		167.113.500
(B)	Custo total das despesas da URE		1.372.233.900
		(C) Total	1.539.347.400

Cabe, agora, incluir, nos cálculos desses custos, as receitas auferidas com a comercialização da energia térmica e elétrica produzida na URE projetada.

Considera-se, no período projetado, a geração de 16.100 KW de energia elétrica a ser produzida na URE, que será comercializada (conforme preços praticados na RMSP) a 0,03 EUR/ kWh, gerando a receita financeira anual de 3.622.500 EUR. E, também a produção de 82.767 KW de energia térmica, que será comercializada (conforme preços praticados na RMSP) a 0,03 EUR/kWh, gerando a receita financeira anual de 18.622.450 EUR.

Assim, fica demonstrado:

5.	Receitas anuais provindas da geração de energia	
5.1.	Energia elétrica	3.622.500
5.2.	Energia térmica	18.622.500
	Total	22.244.950

Esse total anual de geração de energia deve ser multiplicado por 60 (por ser este o número de anos do período projetado para as operações da URE no estudo TCO) para dimensionar-se o volume financeiro total das receitas advindas através do processo de geração de energia.

Assim, 22.244.950 EUR X 60 = 1.334.697.000 EUR.

Esse total de receitas provindas da comercialização da energia gerada na URE é abatido do item C, que representa o total dos gastos em investimentos e despesas na URE.

C		1.539.347.400
D	(-)	1.334.697.000
Total		204.650.400

Esta é a diferença entre os custos das despesas e os custos da receitas. Note-se que, até aqui, os custos das despesas são maiores do que os custos das receitas.

Cabe, finalmente, mais uma despesa, que é aquela referente aos juros do financiamento do capital para este empreendimento.

O financiamento para as operações da URE é concebido, no estudo TCO, nos mesmos moldes e formas de pagamentos que aquele citado no caso do aterro sanitário deste mesmo estudo.

É considerado, como juros financeiros a serem pagos, o valor de 156.549.600 EUR, referente aos adiantamentos de capital para os investimentos no período da construção e para parte do capital de giro necessário às operações da URE projetada.

Dessa forma, as despesas são acrescidas no valor de 156.540.600 EUR. O item D (acima), que representa a diferença entre o valor total das despesas e o valor total das receitas da URE projetada, é acrescido desta despesa dos juros de financiamento.

D	204.650.400
Juros de financiamento	156.549.600
Valor final das despesas	361.200.000

Este valor final das despesas da URE (descontadas as receitas auferidas por sua produção de energia) consiste um débito que deve ser quitado.

A forma de sua quitação será (semelhantemente à forma adotada no aterro sanitário projetado neste estudo TCO) a cobrança de valores financeiros por cada tonelada de RSD que será processada na URE.

Considerando-se a quantia anual de 500.000 toneladas de RSD a serem processadas através das operações da URE projetada, e considerando-se seu

período total de operações de 60 anos no estudo TCO, devemos multiplicar esta quantia anual de 500.000 toneladas por 60 vezes.

Assim, 500.000 X 60 = 30.000.000 toneladas.

E, para verificarmos o preço de cada tonelada de RSD a ser processada na URE, devemos dividir o valor final das despesas (que é de 361.200.000 EUR) pela quantidade total de RSD a ser processada na URE no período de 60 anos (que é de 30.000.000 toneladas). Dessa forma, chegamos ao valor a ser pago pelo processamento de cada tonelada de RSD na URE projetada.

Dividindo-se o valor de 361.200.000 EUR por 30.000.000 toneladas de RSD, teremos o custo unitário de 12,04 EUR para o processamento de cada tonelada de RSD na URE projetada. O valor a ser pago por cada tonelada de RSD na URE projetada é de 12,04 EUR.

Ressalta-se, aqui, dois pontos importantes.

Em primeiro lugar, no estudo TCO, o valor financeiro para o processamento dos RSD na URE projetada é inferior ao valor financeiro necessário à disposição final dos RSD no aterro sanitário projetado. Fica, assim, demonstrado, neste estudo TCO, a superioridade econômica dos modernos métodos de incineração perante as práticas de aterramento de RSD em aterros sanitários.

O segundo ponto importante é o fato de que tal superioridade econômica da URE projetada perante as operações do aterro sanitário apenas pode ser confirmada através da utilização total da energia térmica gerada na URE.

A energia elétrica pode ser transportada, através dos fios elétricos, para a rede pública (hospitais, escolas, repartições públicas, etc.) ou para concessionárias, transmissoras de energia elétrica, que possam comprá-la.

Mas, a energia térmica tem que ser consumida por indústrias situadas em pontos geográficos que distem de 1 a 5 km do local de instalação da URE.

Caso a energia térmica não seja consumida, a URE torna-se um empreendimento economicamente mais oneroso do que as operações de um aterro sanitário.

Por fim, enfatizamos que, mesmo que o preço das operações da URE fosse mais caro do que o preço em que incorrem as operações do aterro sanitário, deve-

se considerar que seus benefícios de proteção ambiental e de recuperação energética são muito mais relevantes à sociedade.

5.6. A relevância do estudo TCO e alguns dados econômicos sobre as operações de alguns aterros sanitários situados na RMSP

O estudo TCO, demonstrado neste trabalho de pesquisa, analisa o desempenho econômico de um aterro sanitário, comparando-o com o desempenho econômico de uma URE.

Neste estudo, a partir de uma quantidade estabelecida de RSD, que é comum aos dois processos de destinação final analisados, evidencia-se que, sob condições de total aproveitamento econômico da energia gerada nos dois processos analisados, as operações da URE projetada apresentam um desempenho econômico mais vantajoso em relação ao desempenho econômico auferido pelas operações do aterro sanitário projetado.

Visando contribuir para as negociações, em andamento, sobre a implantação das URE no Brasil, o estudo TCO nos traz, finalmente, uma aproximação dos valores econômicos em que incidem as operações das URE.

De acordo com o estudo TCO, os preços praticados nas análises das operações do aterro sanitário e da URE têm, por base, a realidade dos preços praticados na RMSP.

Uma vez que não existe, ainda, qualquer URE em operação no território brasileiro, para realizar-se a comparação entre o desempenho econômico de um aterro sanitário e o desempenho econômico de uma URE tratou-se de estabelecer um termo comum aos dois processos analisados de modo a obter-se parâmetros de comparação. E o termo comum, como vimos, é a quantidade anual de RSD a ser processada em cada um destes dois processos de destinação final dos RSD.

Dessa forma, o estudo que foi elaborado (o estudo TCO) passa a ser um modelo hipotético pelo fato de não existir, em operação, o aterro sanitário analisado no estudo TCO e, tampouco, a URE (que não existe, ainda, no Brasil).

Perante o caráter hipotético do estudo TCO (mesmo considerando-se sua importante relevância), impõe-se-nos verificar, dentro das condições possíveis, alguns dados que serviram de base a este estudo, corroborando-os ou não, de

forma a conferir ao estudo TCO um senso de realidade prática sobre as operações inerentes à destinação final dos RSD em nosso país.

Pelo fato de não existirem, ainda, quaisquer URE em operação no Brasil, aceitamos as análises desenvolvidas, no estudo TCO, sobre as operações de uma URE como sendo uma estimativa econômica sobre seu processamento que nos é oferecida por uma empresa estrangeira produtora das tecnologias para suas operações.

No tocante às análises desenvolvidas sobre as operações de um aterro sanitário, passamos a verificar o grau de realidade destas considerações hipotéticas. Para tanto, comparamos as conclusões do estudo TCO acerca do desempenho econômico do aterro sanitário analisado com dados econômicos que constatamos acerca do desempenho econômico de alguns aterros sanitários situados na RMSP.

O desempenho econômico de um aterro sanitário remete-se, fundamentalmente, ao valor financeiro que é cobrado por cada tonelada de RSD que é estocada no aterro sanitário.

É certo que os rendimentos financeiros que podem ser obtidos nas operações do aterro sanitário através da comercialização da energia elétrica (que pode ser produzida a partir da recuperação energética do bio-gás) constam como fontes de receitas financeiras. Porém, estas receitas irão refletir-se na determinação dos custos financeiros em que incidem a estocagem, de cada tonelada, dos RSD no aterro sanitário.

Portanto, o valor financeiro de cada tonelada de RSD estocada no aterro sanitário corresponde ao parâmetro fundamental de análise sobre o desempenho econômico de um aterro sanitário. É a partir do custo financeiro cobrado pela estocagem de cada tonelada de RSD no aterro sanitário que poderemos avaliar seu desempenho econômico.

No estudo TCO, o custo financeiro de cada tonelada de RSD que é estocada no aterro sanitário projetado é de 14,60 EUR.

Considerando-se que, na moeda corrente no Brasil (o Real), o valor de cada EURO, no ano de 2007, tem sido de, aproximadamente, três reais (R$ 3,00),

podemos situar o valor de cada tonelada de RSD a ser estocada no aterro sanitário projetado no estudo TCO como o valor aproximado de R$ 43,80. Esse seria o custo financeiro (na moeda brasileira) de cada tonelada de RSD estocada no aterro sanitário projetado no estudo TCO.

Em meu trabalho profissional na tentativa de implantação das URE no Brasil, obtive dados sobre o desempenho econômico de aterros sanitários situados na RMSP. Faremos referência, aqui, ao valor financeiro cobrado pela estocagem de cada tonelada de RSD em aterros sanitários dos municípios de Várzea Paulista, Guarulhos e Embu.

O aterro sanitário do município de Várzea Paulista é de propriedade do consórcio intermunicipal local composto pelos municípios de Cajamar, Caieiras, Franco da Rocha, Francisco Morato e Várzea Paulista, situados na RMSP, e pelo Município de Jundiaí, situado fora da RMSP. Metade dos RSD depositados no aterro sanitário de Várzea Paulista é proveniente do Município de Jundiaí.

A Secretaria de Serviços Públicos do Município de Jundiaí informou-me, no segundo semestre do ano de 2005, que o custo financeiro pago pelo município por cada tonelada de RSD estocada no aterro sanitário de Várzea Paulista era de R$ 60,00. Esse custo financeiro envolve, também, o transporte ("transbordo") dos RSD do Município de Jundiaí até o Município de Várzea Paulista, que lhe é circunvizinho.

No nosso entendimento, a diferença entre o valor de R$ 60,00 por tonelada de RSD estocada, pago pelo Município de Jundiaí, e o valor de R$ 43,80 assinalado como o desempenho econômico do aterro sanitário projetado no estudo TCO deve-se a dois fatores: a inclusão, neste valor de R$ 60,00, dos custos de transbordo dos RSD e a falta do reaproveitamento energético do bio-gás emanado do aterro sanitário de Várzea Paulista, que poderia diminuir o custo financeiro da estocagem dos RSD em sua área.

Para referirmo-nos ao desempenho econômico do aterro sanitário situado no Município de Guarulhos, citamos um dado econômico que nos foi transmitido pelo prefeito do Município de Atibaia no segundo semestre do ano de 2004. O Município de Atibaia transbordava seus RSD ao aterro sanitário do Município de

Guarulhos e, de acordo com o prefeito, naquela época, a prefeitura do Município de Atibaia pagava pelo transbordo e estocagem dos RSD no aterro sanitário do Município de Guarulhos a quantia de R$ 60,00 por cada tonelada de RSD.

Esta diferença entre o valor financeiro de estocagem de cada tonelada de RSD no aterro sanitário projetado no estudo TCO (de R$ 43,60) e o valor financeiro pago pelo Município de Atibaia para estocagem de cada tonelada de seus RSD no aterro sanitário do Município de Guarulhos (de R$ 60,00) é proporcional à diferença constatada no exemplo anterior sobre os valores financeiros pagos pelo Município de Jundiaí para a estocagem de seus RSD no aterro sanitário do Município de Várzea Paulista.

Entendemos esta diferença sob a mesma perspectiva de análise do caso do Município de Jundiaí: as despesas de transbordo do Município de Atibaia até o Município de Guarulhos (que dista em torno de 50 km) e a falta de recuperação energética de bio-gás no aterro sanitário do Município de Guarulhos, que faria diminuir o custo financeiro de estocagem de cada tonelada de RSD.

O terceiro exemplo analisado remete-se ao caso do Município de Embu.

O Município de Embu contava, nos arredores do centro da cidade (a uma distância de 3 km) com um lixão de grandes proporções. A administração pública do município, em suas últimas gestões políticas, instaurou um processo de separação de resíduos recicláveis e recuperação deste lixão, transformando-o num aterro controlado de boa qualidade.

As obras para a recuperação do lixão local envolveram o encapsulamento, em células de disposição final separadas e encobertas por frações de solo, dos RSD ali lançados, e a canalização do chorume emanado de modo a obter-se melhor proteção ambiental.

Este lixão, agora recuperado, situa-se sobre área de proteção de mananciais (APM), e o vazadouro de seus efluentes líquidos poderia atingir águas subterrâneas e águas superficiais que deságuam na Represa de Guarapiranga, fonte importante de abastecimento de água na RMSP.

O aterro do Município de Embu é administrado pela prefeitura deste município, e tem uma contabilidade financeira independente, que possibilita a

gerência das obras de recuperação natural e a gestão da estocagem dos RSD (existem, no aterro, um centro de triagem e local de enfardamento dos RSD selecionados para a reciclagem industrial).

A diretora do aterro do Município de Embu (que é, também, assessora do Gabinete da Secretaria de Meio Ambiente da prefeitura) informou-me, no segundo semestre do ano de 2007, que a administração pública do município credita à contabilidade financeira do aterro local o valor financeiro de R$ 60,00 pago por cada tonelada de RSD estocada no aterro.

Ressalta-se que, no Município de Embu, não são computadas despesas de transbordo dos RSD ao aterro local, uma vez que este aterro é situado próximo ao centro da cidade e, dessa forma, os caminhões de coleta de RSD podem despejar, diretamente na área de disposição final do aterro, os resíduos coletados.

Na comparação com os outros dois exemplos citados acima (o caso dos municípios de Jundiaí e de Atibaia), a diferença entre os valores de disposição final de cada tonelada de RSD no aterro sanitário projetado no estudo TCO (R$ 43,80) e os valores de disposição final de cada tonelada de RSD depositada nos aterros sanitários agora em questão (R$ 60,00) é mantida no caso do Município de Embu.

No caso do Município de Embu, o que ocorre de diferente, em relação aos exemplos citados anteriormente, é que não são computadas despesas de transbordo.

Tal diferença justifica-se pelo fato de que a administração do aterro do Município de Embu continua envidando esforços para a melhoria da gestão da estocagem dos RSD e a recuperação da natureza degradada, e o excedente financeiro dos recursos provindos da prefeitura (que são pagos na proporção das quantidades de resíduos que vão sendo estocados) favorece o encaminhamento desses esforços.

Esses casos nos demonstram serem pertinentes as avaliações econômicas verificadas no estudo TCO.

O estudo TCO foi realizado, a pedido do convênio de cooperação técnica estabelecido entre os Governos do Estado de São Paulo e do Estado da Baviera

(Alemanha), por uma empresa alemã produtora das tecnologias para a implantação das URE.

Pode-se imaginar que tal empresa poderia ter, como objetivo implícito, a perspectiva de implantação de uma URE no Brasil, a partir do que poderia auferir rendimentos econômicos com a comercialização de suas tecnologias.

Nesse caso, o intento de tal empresa seria demonstrar a superioridade econômica da URE (e, logicamente, a superioridade ambiental) em relação às operações de um aterro sanitário.

Dessa forma, caso se tivesse buscado, através do estudo TCO, argumentos que pudessem favorecer, economicamente, a empresa produtora das tecnologias das URE (ou seja, favorecer a venda de seus produtos), o estudo TCO poderia ter sobrevalorizado os custos do aterro sanitário projetado numa intenção de propiciar estes supostos objetivos comerciais da empresa produtora das tecnologias das URE.

Mas, o que ocorreu foi o contrário.

Os padrões técnicos para as operações do aterro sanitário projetado no estudo TCO são superiores aos observados nos aterros sanitários citados nos exemplos acima. Por isso, os custos econômicos do aterro sanitário projetado no estudo TCO deveriam ser superiores aos custos econômicos dos aterros sanitários dos exemplos que verificamos.

Mas não o são. E isso demonstra a falta de racionalidade econômica na gestão das operações dos aterros sanitários citados, aqui, como exemplos.

A verificação prática dos exemplos dos aterros sanitários citados demonstra que seu desempenho econômico assemelha-se ao desempenho econômico constatado no modelo hipotético realizado pelo estudo TCO.

As análises sobre o desempenho econômico da URE projetada no estudo TCO não podem ter verificação prática em nosso país pelo fato de não existirem UREs em operação em nosso território. Mas, constituem um fator muito relevante porque demonstram, da parte de uma empresa produtora de suas tecnologias, os custos econômicos que são pertinentes à sua implantação no Brasil.

CONCLUSÕES FINAIS

Este trabalho de pesquisa demonstrou que, num país como o nosso, o aterramento de RSD não pode ser visto apenas como a estocagem de RSD nos aterros sanitários construídos com modernas técnicas de engenharia. A proporção, em número, de formas irregulares de disposição final dos RSD (como lixões e aterros controlados) é muito grande quando comparada ao número ainda reduzido de aterros sanitários em operação no Brasil.

E, na perspectiva de instituir-se novos aterros sanitários para a gestão dos RSD, as áreas degradadas pelas formas irregulares de disposição final tendem a manter-se sem soluções de recuperação. Afora os impactos ambientais ocasionados pelos locais irregulares de disposição final dos RSD, até mesmo os aterros sanitários apresentam imperfeições que geram riscos ou impactos ambientais importantes.

Este estudo crítico sobre o processo de aterramento dos RSD foi feito na perspectiva da existência de soluções tecnológicas mais avançadas para a destinação final dos RSD e que representam maior grau de proteção à natureza. Dessa forma, sistematizou-se informações sobre o aterramento dos RSD em nosso país, o processamento dos aterros sanitários e os impactos ambientais que lhes são inerentes.

A comparação sobre o desempenho ambiental auferido nas operações dos aterros sanitários e aquele auferido nas operações das URE remete-se ao fato de que as URE não representam, praticamente, qualquer impacto ambiental. Ao passo que o processamento dos aterros sanitários, conforme ficou demonstrado, representa uma série de impactos e riscos ambientais que os colocam como desvantajosos em relação ao processamento das URE.

Uma idéia de quantificação numérica destes dados ambientais em comparação poderia ser-nos dada pela estimação de taxas ambientais que toda a

sociedade teria que pagar para a recuperação natural das áreas de disposição final de RSD, utilizadas para seu aterramento. Esta seria a dimensão quantificada dos impactos ambientais ocasionados pelos processos de aterramento dos RSD.

Quanto ao desempenho econômico auferido nestas duas formas de destinação final dos RSD, a idéia de que um aterro sanitário constitui uma forma menos dispendiosa economicamente mostrou-se sem fundamento a partir da realização do estudo TCO.

O estudo TCO demonstra que as duas formas analisadas de destinação final dos RSD incorrem, praticamente, nos mesmos custos financeiros. A diferença é que as URE exigem um maior investimento inicial de capital, mas tornam-se mais viáveis economicamente, a médio prazo, do que os aterros sanitários.

É certo que, no estudo TCO, pressupõe-se um aproveitamento total da energia térmica produzida na URE, e isso requer a proximidade geográfica com indústrias que possam utilizá-la. Mas, também, caberia à sociedade, a partir de um nível de consciência ecológica estabelecido, a opção pela implantação das URE mesmo sem o aproveitamento da energia térmica (quando isso não fosse possível), arcando, com a justificativa de maior proteção à natureza através da incineração dos RSD, com um ônus econômico um pouco maior.

Conforme demonstrou este trabalho de pesquisa, as URE inserem-se nos sistemas de gerenciamento dos RSD a partir do estabelecimento de um grau desejado de proteção à natureza. A implantação das URE no Brasil não deve ser vista, apenas, como um aditivo de inovação tecnológica na forma instituída de produção e consumo de bens em nossa sociedade. A tecnologia das URE significa um redirecionamento das pesquisas científicas no sentido de uma relação mais saudável entre a sociedade e a natureza.

O estudo TCO configurou uma realidade palpável no processo de negociações para a implantação das URE no Brasil, que detinha-se na falta de compreensão, por parte dos representantes locais, sobre as operações das URE e sua inserção nos sistemas de gerenciamento dos RSD no Brasil, e na dificuldade de uma avaliação econômica mais precisa sobre os valores financeiros de tal empreendimento.

O estudo TCO foi editado ao final do ano de 2006 (no decorrer deste trabalho de pesquisa), e, nem por isso, viabilizou de fato (ao menos, por enquanto) a implantação de uma URE em nosso país.

As justificativas atuais para tal impedimento remetem-se às alegações de que tal iniciativa deve partir de empresas privadas, que possam viabilizar o total aproveitamento da energia térmica gerada na URE.

Assim, um projeto desses que, como vimos, poderia favorecer a edificação de um espaço geográfico de melhor qualidade (com as melhorias ambientais e sociais que lhe são decorrentes) fica sujeito às possibilidades dos lucros financeiros que movimentam as iniciativas privadas.

As perspectivas internacionais delineadas sob a égide do conceito de desenvolvimento sustentável ressaltam a necessidade de transferência de tecnologias, a partir dos países industrializados em direção aos países que ainda buscam completar sua industrialização, com o intuito de difundir-se os métodos de que dispõe nossa civilização atual para o tratamento de questões ambientais.

Essa difusão, segundo os princípios defendidos pelo Relatório Brundtland ("Nosso Futuro Comum") poderia dar-se através de financiamentos preferenciais concedidos por instituições financeiras internacionais, como o Fundo Monetário Internacional (FMI) e o Banco Mundial, entre outras.

O que é necessário definir (num país como o nosso) são as prioridades que podemos estabelecer mediante as questões sociais e ambientais que nos afligem.

Somente através de um diálogo social abrangente é que poderemos estabelecer os parâmetros de um convívio em sociedade e da relação de nossa sociedade com o meio ambiente natural.

Isso significa conceber, de alguma forma, um projeto social, que só pode ser estabelecido politicamente e com a adesão dos setores sociais que são expressivos em nossa sociedade.

A existência, em nosso planeta, de tecnologias mais avançadas, desenvolvidas pelas sociedades em diferentes países, coloca-se como uma questão fundamental para o encaminhamento de soluções às problemáticas

decorrentes do tamanho avanço ocorrido nas atividades industriais, que são determinantes nas formas de organização espacial e social.

O conceito de desenvolvimento sustentável é fruto de uma intensa discussão internacional que vem sendo travada sobre estas problemáticas.

Pensamos serem estas discussões uma oportunidade favorável para concebermos projetos sobre o tipo de espaço e de sociedade que poderíamos viabilizar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABAL – Associação Brasileira do Alumínio. *Estado Atual e Imagem Futura da Indústria Secundária do Alumínio no Brasil,* São Paulo, 1995.
2. ABAL – Associação Brasileira de Alumínio. *III Seminário Internacional de Reciclagem de Alumínio,* São Paulo, 1996.
3. ABIQUIM – Associação da Indústria Química e dos Produtos Derivados. *O Ciclo de Vida do Plástico*, Plastivida, São Paulo, 1995.
4. ABIVIDRO – Associação Brasileira da Indústria do Vidro. *Manual de Reciclagem do Vidro*, São Paulo, 1994.
5. ABLAS, Luiz Augusto de Queiroz. *A Teoria do Lugar Central: Bases Teóricas e Evidências Empíricas – Estudo de Caso*, Tese de Doutoramento, Departamento de Geografia da FFLCH-USP, São Paulo,1978.
6. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR – Norma Brasileira Registrada nº 10.007 – *Descrição de Técnica de Quarteamento*, 1987.
7. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR – Norma Brasileira Registrada nº 10.703, *Disposição Final do Lixo, 1989.*
8. AFONSO, Renata. *Terá Usina de Reciclagem de Pneus*, IPT Notícias, São Paulo, 1995.
9. ANDRADE, Manuel Correia de. *O Desafio Ecológico – Utopia e Realidade*, Hucitec, São Paulo, 1994.
10. ASSUNÇÃO, Maria Luiza Portes Rizzo. *Espacialidade dos Sistemas de Relações entre os Circuitos Superior e Inferior da Economia Urbana: A Reciclagem do Papel na Cidade do Rio de Janeiro*, Tese de Doutoramento, Instituto de Biociências - UFRJ, Rio de Janeiro, 1993.

11. AUKLAND, L.; MOURA, P.C.; BASS, S.; HUQ, S.; LANDELL-MILLS,N.; TIPPER,R.; CARR,R. *Criando as bases para o desenvolvimento Limpo : Preparação do Setor de Gestão de Uso da Terra. Um Guia Rápido para o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)*, IIED, Londres, 2002.
12. BARCIOTTE, Maria Lúcia. *Coleta Seletiva e Minimização de Resíduos Sólidos Urbanos: Uma Abordagem Integradora*, Tese de Doutoramento, Faculdade de Saúde Pública - USP, São Paulo,1994.
13. BERRÍOS, Manuel Rolando. *O Lixo Domiciliar: A Produção de Resíduos Sólidos Residenciais em Cidade de Porte Médio e a Organização do Espaço. O Caso de Rio Claro – SP*, Dissertação de Mestrado, Departamento de Geografia - UNESP, Rio Claro, 1986.
14. BERTRAND, Georges et BERTRAND, Claude. *Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através de territórios e das temporalidades.* Ed. Massoni, Maringá, 2007.
15. BM&F - Bolsa de Mercadorias e Futuro. *Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE) - Banco de Projetos.* In: *Carbon Facility Guide - BM&F: Procedimentos e Funcionalidade*, Bolsa de Mercadorias e Futuro e Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, São Paulo, 2005.
16. BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social), MCT (Ministério da Ciência e Tecnologia). *Cartilha sobre efeito estufa e a Convenção sobre mudança do clima*, C&T, Brasília, 1999.
17. BORGER, Fernanda Gabriela. *Valoração econômica do meio ambiente: aplicação da técnica no caso da Bacia do Guarapiranga*, Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental – USP, 1996.
18. BRUNDTLAND, Gro Harlem. *Nosso Futuro Comum*, Fundação Getúlio Vargas, 1991
19. CAIRNCROSS, Frances. *Meio Ambiente – Custos e Benefícios*, Nobel, São Paulo, 1992.

20. CALDERONI, Sabetai. *Uso do Lixo para a Geração de Energia Elétrica e Reciclagem de Materiais Beneficiados.* In: *Anais Evershow'98* (Feira e Congresso - Palácio das Convenções do Anhembi, 24 a 26 de novembro de 1998), São Paulo, 1998.
21. CALDERONI, Sabetai.*O Valor Econômico dos Resíduos Sólidos.* In: *Revista Ação Ambiental*, Universidade Federal de Viçosa - MG, Opinião Debate, Viçosa, 1998.
22. CALDERONI, Sabetai. *A Viabilidade Econômica da Coleta Seletiva no Contexto do Processo de Reciclagem do Lixo – O Caso do Município de São Paulo* In: *Coleta Seletiva do Lixo – Experiências Brasileiras*, EINGENHEER, Emílio Maciel (org.), no prelo, Rio de Janeiro, 1998.
23. CALDERONI, Sabetai. *Omissão do Governo Joga Bilhões no Lixo*, Revista Parabólicas, São Paulo, 1997.
24. CALDERONI, Sabetai. *Perspectivas Econômicas da Reciclagem de Lixo no Município de São Paulo*, Tese de Doutoramento, FFLCH - USP, São Paulo, 1996.
25. CAMPOS, Robinson de. *Proposta de Sistematização e Reavaliação do Processo de Gerenciamento de Serviços de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Domiciliares*, Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos - USP, São Carlos, 1994.
26. CEMPRE (Compromisso Empresarial para Reciclagem). *O Lixo que não é Lixo*, Curitiba, Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Curitiba, 1993.
27. CETESB (Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental). *Sistema de Planejamento e Gestão Ambiental*, Boletim Câmaras Técnicas, São Paulo, 1995.
28. CHANG, Manyu. *Seqüestro de Carbono Florestal: oportunidades e riscos para o Brasil*. Revista Paranaense de Desenvolvimento (nº 102), Curitiba, 2002.
29. CLAVAL, Paul. *A Paisagem dos Geógrafos* In. CORRÊA, R.L e ROSENDHAL Z. (orgs.), *Paisagens, Textos e Identidades,* Eduerj, Rio de Janeiro, 2004.

30. CNUMAD. *Agenda XXI: Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento* Secretaria de Estado de Meio Ambiente, São Paulo, 1997.
31. COTTA, Michele Karina et al. *Os projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo no Brasil*, Texto para discussão, Universidade de Campinas – SP, Campinas, 2006.
32. DINIZ, Eliezer M. *Entendendo o Protocolo de Kyoto*. Informações FIPE, n. 225, São Paulo, 1999.
33. FREY, Klaus. *Políticas Públicas: um debate conceitual e reflexões referentes à prática da análise de políticas públicas no Brasil*, IPEA, nº 21, jun. 2000. Disponível em:http://www.ipea.gov.br/pub/ppp/ppp.html. Acesso em: 15/02/2006.
34. KRAEMER, M.E.P; TINOCO, J.E.P. *Introdução ao meio ambiente*. In: Contabilidade e Gestão Ambiental, Atlas, Paraná, 2004.
35. GEOCITIES. *Aterros sanitários*. Disponível em: http://www.geocities.com/reciclagem2000/aterros.html. Acesso em 24 de agosto de 2007.
36. GOLDEMBERG, José; FILHO, Luiz Gylvan M. *Um novo protocolo de Kyoto*, Texto para o Instituto de Estudos Avançados da USP. Disponível em: <http://www.iea.usp.br/iea/contato/contato56.html>. Acesso em: 17 set. 2006.
37. GRANGER, Gilles Gaston. *A Ciência e as Ciências*, São Paulo, UNESP, 1994.
38. GUERASIMOV, I. *La Sociedad y el Medio Natural.* Ed. Progresso, Moscou, 1983.
39. GÜNTHER, Wanda Maria Risso. *Encontro Nacional de Limpeza Pública* (In. *Anais*), ABLP, SÃO Paulo, 1998.
40. GÜNTHER, Wanda Maria Risso. *Directrices para la gestión integrada y sostenible de residuos solidos urbanos en America Latina e Caribe*, AIDIS, São Paulo, 2006.

41. IBAM – Ministério das Cidades. *Bio-gás em Aterros Sanitários e os Créditos de Carbono.* Disponível em: http://www.ibam.org.br/publique/media/Boletim2a.pdf Acesso em 13/08/2007.
42. JACOBI, Pedro (Org.). *Gestão compartilhada dos resíduos sólidos no Brasil: inovação com inclusão social*, Annablume, São Paulo, 2006
43. KHUN, Thomas S. *A Estrutura das Revoluções Científicas*, Perspectiva, São Paulo, 1970.
44. LIMA, Lucila F. *A moldura regulatória internacional do mecanismo de desenvolvimento limpo do protocolo de Quioto*, Dissertação de Mestrado, Direito Ambiental - USP, São Paulo, 2003.
45. LOPES, I.V.(Coord.). *O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL***.** In: *Guia de orientação*, Fundação Getulio Vargas, Rio de Janeiro, 2002.
46. LOPES, Luciana. *Gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos. Alternativas para pequenos municípios. Dissertação de Mestrado apresentada ao Departamento de Geografia da FFLCH-USP*, 2006.
47. MAY, Peter H. *Economia do Meio Ambiente: Teoria e Prática*, Campus, Rio de Janeiro, 2003.
48. MERICO, Luiz Fernando Krieger. *Introdução à Economia Ecológica*, FURB, Blumenau, 1996.
49. MILARÉ, Edis. *Estudo Prévio de Impacto Ambiental no Brasil*, In: *Previsão de Impactos*. Edusp, São Paulo, 2002.
50. MOTTA, Ronaldo Serôa da et al. *O mecanismo de desenvolvimento limpo e o financiamento do desenvolvimento sustentável no Brasil.* Texto para discussão IPEA, n. 761. Rio de Janeiro, 2000.
51. OGATA, Maria Gravina. *Os resíduos sólidos na organização do espaço e na qualidade do ambiente urbano: uma contribuição geográfica ao estudo do problema na cidade de São Paulo*. Dissertação de Mestrado – USP, IBGE, Rio de Janeiro, 1983.

52. PEREIRA, A.S; MAY, P.H. *Economia do aquecimento global*. In: *Economia do Meio Ambiente: teoria e prática*. LUSTOSA, M.C; MAY, PH; VINHA, V. da (orgs.)**.** Campus, Rio de Janeiro, 2003.
53. PROTOCOLO DE QUIOTO. In: *Brasil e a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima*. Ministério da Ciência e Tecnologia (tradução e edição), Brasília, 2000.
54. REBELO JÚNIOR, Manoel. *O Desenvolvimento Sustentável – A Crise do Capital e o Processo de Recolonização*. Tese de doutoramento apresentada no Departamento de Geografia da FFLCH-USP, 2002.
55. RIBEIRO, Wagner Costa. *A Ordem Ambiental Internacional*. Contexto, São Paulo, 2001.
56. ROCHA, Marcelo T. *Aquecimento Global e o Mercado de Carbono: Uma aplicação do Modelo Cert*. *2003*, Tese de Doutoramento, Escola Superior de Agricultura - USP, São Paulo, 2003.
57. ROMEIRO, Ademar Ribeiro (org.). *Avaliação e Contabilização de Impactos Ambientais*, Unicamp, Campinas, 2004.
58. ROSS, Jurandyr L. Sanches. *Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados*. Revista do Departamento de Geografia – USP, nº 8, São Paulo, 1994.
59. SÁBER (AB'), Aziz Nacib. *Bases Conceptuais e Papel do Conhecimento na Previsão de Impactos*, In. *Previsão de Impactos.* MÜLLER-PLATENBERG, C.; AB'SABER, A. (orgs). Edusp, São Paulo, 2002.
60. SACHS, Ignacy. *Ecodesenvolvimento – crescer sem destruir.* Vértice, São Paulo, 1986.
61. SANTOS, Milton. *Por uma Geografia Nova*, Hucitec, São Paulo, 1978.
62. SANTOS, Rozely Ferreira dos. *Planejamento ambiental: teoria e prática.* Oficina de Textos, São Paulo, 2004.
63. SCARLATO, Francisco Capuano. *A indústria automobilística no capitalismo brasileiro e suas articulações com o crescimento espacial na metrópole paulistana.* Dissertação de Mestrado apresentada no Departamento de Geografia da FFLCH-USP, 1981.

64. SEA – RJ (Secretaria de Estado do Ambiente - RJ). *Destinação final dos RSD.* Disponível em http://www.semadur.rj.gov.br/tratamento_resíduos_link.as2. Acesso em Maio. 2006.
65. SMA-SMASPPC (Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo e Secretaria de Meio Ambiente, Saúde Pública e Proteção ao Consumidor da Baviera - Alemanha). *Gerenciamento de resíduos sólidos: uma visão de futuro.* SMA, São Paulo, 2005.
66. TCO. ia GmbH – Wissensmanagement und Ingenieurleistungen (Gerenciamento de conhecimento e serviços de engenharia). *Total Costs of Ownership: Comparison Incineration Plant-Landfill*. Disponível em: Secretaria de Meio Ambiente do Município de Embu – SP, Embu, 2006.
67. TRICART, Jean. *Ecodinâmica*. IBGE, Rio de Janeiro, 1977.
68. TRICART, Jean. *Ecogeography and Rural Management*. Logman Scientific & Technical, New York, 1992.