

GUSTAVO ROSSETTO SOARES

**DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, ENERGIA ELÉTRICA E
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**

Monografia de conclusão da graduação no curso de Ciências Econômicas do setor de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Paraná.

Professor Orientador: Luiz Antonio Lopes

**CURITIBA
2005**

TERMO DE APROVAÇÃO

GUSTAVO ROSSETTO SOARES

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, ENERGIA ELÉTRICA E RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel no Curso de Graduação em Ciências Econômicas, Setor de Ciências Aplicadas da UFPR pela seguinte banca examinadora:

Orientador:



Prof. Luiz Antonio Lopes
Setor de Ciências Sociais, UFPR



Prof. Demian Castro
Setor de Ciências Sociais, UFPR



Prof. Gustavo Inácio de Moraes
Setor de Ciências Sociais, UFPR

Curitiba, 01 de Dezembro de 2005

AGRADECIMENTOS

A minha família, meus pais Antonio e Sandra e meu irmão Guilherme, que sempre me orientaram e que em muitas vezes foram pacientes quando eu mesmo não fui. Que sempre estiveram ao meu lado para me ajudar e contribuir para o meu sucesso.

A todos os meus amigos pelos momentos de alegria e diversão que passamos, e que sempre me incentivaram na busca de meus objetivos. Em especial à Marina e aos meus amigos Hamilton e Luiz Carlos que me desafiaram e me incentivaram sempre a continuar em busca de novas perspectivas.

Aos meus colegas de trabalho na Ernst and Young, em especial ao amigo José Ricardo, que me proporcionou a compreensão e tempo necessários para que eu pudesse realizar mais este trabalho.

Ao meu orientador e mestre Luiz Antonio Lopes, por toda sua dedicação, inspiração, conhecimento e incentivo, pelas conversas, discussões e compreensão na elaboração deste estudo. Aos meus mestres Gustavo e Demian, que me proporcionaram as críticas e indagações para que eu me tornasse um economista mais ativo e mais consciente dos problemas dessa nossa sociedade, desse nosso mundo e desse nosso Brasil.

“Lentamente, e por toda parte, as sociedades começaram a reconhecer que não apenas estão destruindo seu meio ambiente, mas também estão minando seu futuro.”

BROWN (1990, p.217)

SUMÁRIO

LISTA DE GRÁFICOS.....	V
LISTA DE TABELAS.....	VI
LISTA DE SIGLAS.....	VII
RESUMO.....	VIII
INTRODUÇÃO.....	1
1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	4
1.1 VISÃO GERAL.....	4
1.2 REVISÃO TEÓRICA.....	7
1.3 ESPAÇO LIMITADO: “INPUTS” E “OUTPUTS”.....	12
1.4 OUTRAS CONSIDERAÇÕES.....	16
2 INPUT: ENERGIA ELÉTRICA.....	21
2.1 A RELAÇÃO ENTRE ENERGIA ELÉTRICA E MEIO AMBIENTE.....	21
2.1.1 Energias Renováveis.....	22
2.1.2 Energias Não-Renováveis.....	26
2.1.3 Um Comparativo Mundo - Brasil.....	29
2.2 ENERGIA ELÉTRICA COMO BASE PARA O DESENVOLVIMENTO.....	34
3 OUTPUT: RSU - RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	38
3.1 A RELAÇÃO ENTRE RESÍDUOS E DESENVOLVIMENTO.....	40
3.2 AS CONSEQUÊNCIAS DO RSU PARA O BEM-ESTAR HUMANO.....	41
3.3 DESTINO E TRATAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	44
4 TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL.....	51
4.1 ESTUDO DE CASO – TECNOLOGIA BEM.....	55
4.1.1 Principais Aspectos Técnicos.....	56
4.1.2 Principais Aspectos Econômicos e Financeiros.....	57
5 CONCLUSÃO.....	59
REFERÊNCIAS.....	63

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – OFERTA TOTAL DE ENERGIA PRIMÁRIA NO MUNDO EM 2002...	30
GRÁFICO 2 – OFERTA TOTAL DE ENERGIA PRIMÁRIA NO BRASIL EM 2002....	31
GRÁFICO 3 – QUANTIDADE DIÁRIA DE LIXO COLETADO, POR UNIDADE DE DESTINO FINAL DO LIXO COLETADO, SEGUNDO AS GRANDES REGIÕES – 2000 (%).....	46

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – FONTES DE PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE NO MUNDO E NO BRASIL EM 2002.....	32
TABELA 2 – PROJEÇÕES DE CONSUMO DE ENERGIA POR REGIÃO, 2000-2005 % aa.....	36
TABELA 3 – QUANTIDADE E PROPORÇÃO DE LIXO COLETADO, GRANDES REGIÕES 2000.	38
TABELA 4 – PROPORÇÃO DE DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES, POR DESTINO DO LIXO – GRANDES REGIÕES 2000 (%).....	45
TABELA 5 – MATERIAIS E TEMPOS DE DECOMPOSIÇÃO.....	47

LISTA DE SIGLAS

ANA –	Agência Nacional de Águas
ANEEL –	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEM –	Biomassa-Energia-Materiais
BNDES –	Banco Nacional do Desenvolvimento
COMPAM –	Comércio de Papéis e Aparas Mooca Ltda
COPEL –	Companhia Paranaense de Energia
GPC –	Grupo Peixoto de Castro
IBGE –	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEA –	International Energy Agency
IPCC –	Intergovernmental Panel on Climate Changes
IBAMA –	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
MCT –	Ministério de Ciência e Tecnologia
MMA –	Ministério do Meio Ambiente
ONU –	Organização das Nações Unidas
PROBEM –	Programa Biomassa-Energia-Materiais
RSU –	Resíduo Sólido Urbano
UNCED –	United Nations Commission for Environment and Development
WEA –	World Energy Agency
WWI –	World Watch Institute
WWF –	World Wildlife Fund

RESUMO

A teoria e os princípios do desenvolvimento sustentável, cujo objetivo maior é equilibrar a relação homem – natureza priorizando a manutenção dos recursos naturais e do meio ambiente como um todo, consistem em uma base para compreender as conseqüências do modelo de desenvolvimento humano que estão degradando rapidamente os recursos naturais e as condições naturais de vida no planeta. Dentro de um planeta considerado um sistema fechado baseado numa relação contínua de “inputs” e “outputs”, é substantiva a importância da energia elétrica como “input” no processo, tanto por sua essencialidade dentro da dinâmica do modelo de desenvolvimento capitalista contemporâneo, quanto por sua dependência e seus impactos altamente prejudiciais ao meio ambiente. Em contrapartida, como “output” do processo se destaca a questão dos resíduos sólidos urbanos, comumente conhecidos como “lixo”, também por sua relação direta com o modelo de desenvolvimento, devido ao padrão de vida estabelecido em que produção e consumo crescem de forma exponencial sem considerar de forma proporcional o tratamento destes. Dessa forma, considerar todos estes aspectos para pensar e planejar o futuro de um ponto de vista multidisciplinar é vital e, nesse sentido, a tecnologia utilizada de forma sustentável contribui para a reversão de parte deste quadro. Portanto, a essência do presente trabalho reside em realizar uma análise da relação entre desenvolvimento sustentável, energia elétrica e resíduos sólidos urbanos, demonstrando porque estes dois últimos são vistos como pilares para a sustentabilidade do planeta.

Palavras-chave: desenvolvimento sustentável, energia elétrica, resíduos sólidos urbanos, sistema fechado, tecnologia sustentável.

ABSTRACT

The theory and the principles of the sustainable development, which prior objective is to balance the relation man - nature prioritizing the maintenance of the natural resources and the environment, are a solid base to understand the consequences of the model of human development that is quickly degrading the natural resources and the natural conditions of life in the planet. Inside the planet considered a closed system based in a continuous relation of "inputs" and "outputs", it is relevant the importance of the electric energy as "input" in the process, for its essentiality inside the dynamics of the contemporary capitalist model of development, and also for its highly harmful dependence and its impacts to the environment. On the other hand, as "output" in the process, there are the urban solid residues, also known as "garbage", also for its direct relation with the development model, due to the living standards established for this model of development, where production and consumption grow without considering proportionally its treatment. Therefore, is vital to consider all these aspects to think and plan the future in a multidisciplinary point of view. And, in this direction, the use of sustainable technology contribute to the reversion of part of this picture. Therefore, the essence of the present work inhabits in carrying through an analysis of the relation between sustainable development, electric energy and urban solid residues, demonstrating why these two last ones are seen as pillars for the planet sustainability.

Key-words: sustainable development, electric energy, urban solid residues, closed system, sustainable technology.

INTRODUÇÃO

Os grandes problemas mundiais, hoje, estão centralizados na sustentabilidade do crescimento econômico, como consequência de um crescimento impensado e não planejado, no qual a velocidade de utilização dos recursos naturais disponíveis e de poluição é muito maior que a velocidade que a capacidade natural do meio ambiente em restaurar o equilíbrio. Assim, o mundo se depara com uma questão de sobrevivência presente e futura.

A utilização de recursos escassos para atender as necessidades humanas é o ponto crucial. Até pouco tempo, a questão fundamental era atender as necessidades presentes da sociedade, o que gradativamente foi se modificando, ao passo em que hoje o crescimento e o desenvolvimento de forma global devem prever, antecipar e garantir o atendimento das necessidades também futuras, o que foi denominado “desenvolvimento sustentável”. No entanto, não somente os recursos naturais disponíveis estão se exaurindo rapidamente, dada a escala de crescimento mundial e o modelo de desenvolvimento baseado em produção e consumo que demandam cada vez mais recursos, mas também devido aos impactos altamente prejudiciais ao meio ambiente no que diz respeito à poluição dos “reservatórios naturais” como o ar, as águas e as terras, que são vitais para a sobrevivência da vida no Planeta.

Partindo desse princípio, o capítulo 1 busca demonstrar o conceito de desenvolvimento sustentável e sua importância, primeiramente com uma visão geral do tema, seguido por uma revisão teórica mais recente desse conceito, porém não muito abrangente, apenas para contextualizar o tema. Então, a partir de conceitos teóricos enfatizados nos estudos de Boulding na caracterização do Planeta Terra como sistema fechado baseado em uma relação contínua basicamente de: “inputs” (matéria-prima e energia) e “outputs” (resíduos), no entanto sem retratar teorias relacionadas, apenas focando nesses dois conceitos que se mostraram mais relevantes para o presente estudo. E, por último, algumas considerações relevantes para a questão apresentando alguns aspectos importantes na busca desse desenvolvimento sustentável. Dois pontos, então, se sobressaem nesse processo,

como “input” se destaca a energia elétrica e como “output” os resíduos sólidos urbanos.

Os capítulos seguintes 2 e 3 tem como objetivo elucidar o porquê de tamanha relevância da energia elétrica e dos resíduos sólidos urbanos para o desenvolvimento sustentável. A energia elétrica já é indispensável ao modo de vida moderno e com o passar do tempo se tornou figura fundamental na dinâmica do modelo capitalista e em seus grandes avanços tecnológicos, influenciando também diretamente nas condições de vida da população e nas transformações socioeconômicas das regiões. No entanto, como todos os recursos para geração de energia provêm direta ou indiretamente da natureza, a preocupação estratégica se torna também ambiental, já que a geração de energia depende da utilização de recursos naturais escassos e ao mesmo tempo necessários à sobrevivência de todos os seres vivos do planeta. Por isso e outras diversas aplicações da energia elétrica, a questão energética se torna mais que uma questão de simples suprimento de eletricidade, mas uma questão estratégica para o desenvolvimento de um país. Nesse sentido, se faz prioritária uma boa análise dos mais diversos recursos disponíveis para geração de energia, administrando seu emprego racional e estratégico, criando formas para maximizar os benefícios de sua utilização e minimizar os impactos ao meio ambiente e à sociedade como um todo. Sendo assim, a essência do capítulo 2 reside em apresentar uma visão da relação entre energia elétrica e meio ambiente, assim como da energia elétrica com o desenvolvimento. Ou seja, demonstra os impactos e conseqüências da geração de energia elétrica para que seja possível compreender de forma integrada essas relações.

Já o capítulo 3 ressalva, dentro do contexto de desenvolvimento sustentável, os resíduos sólidos urbanos, ou comumente conhecidos como lixo. O lixo é gerado diariamente em todo o planeta como conseqüência do modelo de desenvolvimento de produção e consumo capitalista contemporâneo. Este possui as mais diversas origens e, atualmente, ainda não existem as condições necessárias para o seu devido armazenamento, tratamento e destino. O prejuízo ao meio ambiente é estrondoso e os males causados somente tendem a crescer, principalmente para o homem com a proliferação de doenças, poluição de lagos, rios, mananciais, oceanos. Constitui, assim, um problema com soluções pouco difundidas e de difícil

implementação. Ao mesmo tempo tende a se tornar um problema ainda mais grave à medida que produção e o consumo crescem em uma velocidade muito maior (com a conseqüente geração de resíduos) que a capacidade natural do meio ambiente e artificial do homem em tratá-lo.

Sendo assim, fica claro que é preciso promover o desenvolvimento econômico preservando a diversidade biológica nacional para garantir o suprimento energético das mais diversas regiões de forma sustentável e garantir o devido tratamento dos resíduos, possibilitando a manutenção e disponibilidade dos recursos naturais do Planeta. Torna-se, portanto, fundamental o conhecimento das necessidades, o desenvolvimento e a viabilidade de novas tecnologias que promovam o crescimento da economia e o desenvolvimento nacional de forma sustentável. Nesse sentido o capítulo 4 traz à luz uma breve introdução da importância dessa “tecnologia sustentável”. Como os dois pontos centrais abordados durante todo o decorrer deste trabalho centram-se em dois pilares do desenvolvimento sustentável: a energia elétrica e os resíduos sólidos urbanos, foi de fundamental relevância apresentar um estudo de caso que une esses pilares do desenvolvimento sustentável, uma tecnologia desenvolvida nacionalmente de utilização do lixo como fonte de energia elétrica, a tecnologia BEM – Biomassa, Energia e Materiais.

1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

1.1 VISÃO GERAL

“Lentamente, e por toda parte, as sociedades começaram a reconhecer que não apenas estão destruindo seu meio ambiente, mas também estão minando seu futuro.” Este trecho da obra de BROWN (1990, p.217) no capítulo “O Planejamento de uma sociedade Sustentável” revela a consciência que vem aos poucos crescendo na sociedade.

Segundo MORHY (2004, p.01):

O aumento do crescimento populacional e das atividades humanas trazendo como consequência graves impactos ambientais em todo o mundo determinou importantes mudanças nas diretrizes norteadoras do desenvolvimento da sociedade humana. A população mundial mais do que triplicou nos últimos anos cem anos; as atividades agrícolas, as cidades e as atividades de produção industrial e comercial transformaram a metade da superfície do planeta; 10% da cobertura vegetal total da Terra não existe mais; cerca de 70% das florestas da Europa e da Ásia desapareceram; ¼ das espécies de aves foi extinto (...) A observação e os registros desses fatos, que cresceram assustadoramente nos últimos 50 anos, convenceram definitivamente a humanidade da insustentabilidade do modelo de desenvolvimento que vinha adotando, sem levar em conta os prejuízos ambientais

Ainda, um ponto abrangido por LOPES (1999, p.09) quanto a essa questão:

Um dos principais dilemas com que se defrontam os planejadores de desenvolvimento pode ser resumido com o seguinte desafio: como conciliar ou harmonizar a enorme pressão social existente para melhorar os padrões de consumo da sociedade, com a necessidade crescente de se preservar o meio ambiente, principalmente nos chamados países em desenvolvimento do terceiro mundo.

BROWN (1990, p.218) indica que essa tarefa de criar e estabelecer uma sociedade sustentável deveria ser atingida até o prazo de 2030, pois após este prazo seria provável que a degradação dos recursos naturais juntamente com um conseqüente declínio econômico formem uma espécie de ciclo vicioso que culminaria em uma total desintegração também social.

Já para o WWF¹, no Relatório Planeta Vivo 2002, se a humanidade continuar a explorar os recursos naturais na velocidade atual, até 2050 seria preciso

¹ World Wildlife Fund

colonizar cerca de outros dois planetas Terra². Ou seja, mesmo com uma visão extremamente conservadora dessas avaliações, não seria possível chegar a um ano muito distante do nosso próprio.

Segundo BOULDING (1960), em seu trabalho “The Economics of the Coming Spaceship Earth”, por vivermos em um espaço limitado podemos pensar no Planeta como uma espaçonave. Em uma espaçonave os recursos são limitados e a importância e relevância da utilização e reaproveitamento dos recursos utilizados é essencial para a sobrevivência dos tripulantes. Ou seja, os tripulantes devem racionalizar a utilização dos seus recursos e pensar em um sistema com uma partida de “inputs” e “outputs”. A sobrevivência depende não somente da responsabilidade quanto à utilização das entradas como de materiais e energia, mas também no tratamento após a conversão destes em saídas também em forma de materiais e energia. No tópico seguinte deste estudo é apresentado, de forma detalhada, esta relação entre “inputs” e “outputs” para o desenvolvimento econômico.

Esta metáfora relacionada ao desenvolvimento econômico e social do Planeta e sua população, revela uma relação única e conectada ao meio ambiente. Pois, ao mesmo passo em que as atividades econômicas extraem recursos naturais para a produção de bens e serviços para a satisfação das “necessidades” humanas, por outro lado utilizam os chamados “reservatórios naturais” como os solos, as águas e a atmosfera como destino final dos resíduos destas mesmas atividades.

Quarenta e cinco anos após Boulding, quinze anos após Brown, ainda nos deparamos com uma sociedade que quase de forma despercebida, direta ou indiretamente, mas de forma inquestionável, degrada a natureza. O desenvolvimento de um novo pensamento sustentável, mesmo com certo atraso também cresce. Porém, também de forma inquestionável, com velocidade não suficiente para amenizar significativamente os efeitos dessa devastação.

Dentre esses efeitos é possível citar alguns principais como indica LOPES (1999, p.09) “a chuva ácida, o aquecimento da atmosfera, a destruição da camada de ozônio e o desflorestamento/ desertificação”. A chuva ácida é resultado da contaminação atmosférica principalmente pelo uso de combustíveis fósseis em que partículas ácidas da chuva se depositam nos rios, lagos, na vegetação, além de

² Living Planet Report 2002

provocar enfermidades respiratórias nos seres humanos. O chamado efeito estufa é a concentração de dióxido de carbono que prende os raios ultravioleta que chegam à Terra e a queima de combustíveis fósseis e desflorestamento provocam o aquecimento da atmosfera. As mudanças da temperatura do planeta também é uma consequência. Os desflorestamentos também são motivos de preocupação e as informações sobre desertificação são também preocupantes já que a rápida destruição de florestas e do meio ambiente que, naturalmente absorvem esses gases poluentes, impede a interação natural da superfície com a atmosfera criando uma espécie de barreira à emissão térmica mantendo na superfície maior radiação e modificando o clima das regiões. Ainda, ressalta que pelo seu porte, “também devem ser incluídos como exemplos de problemas ambientais os grandes aproveitamentos hidrelétricos, que exigem a formação de reservatórios e o consequente alagamento de grandes áreas do território, antes ocupadas com lavouras, florestas ou outros usos agropecuários”. LOPES (1999, p.10).

Além disso, a poluição, urbanização, expansão da agricultura, exploração florestal inadequada, entre outros problemas, causam o desflorestamento e a até mesmo a perda total de áreas e recursos naturais. É perceptível que os resíduos de produção e consumo não somente na atmosfera, mas também nos lagos, nos oceanos e no solo são de extrema importância. Na medida em que produção e consumo crescem exponencialmente, o tratamento dos resíduos desta atividade cresce de forma lenta e ainda sem uma solução adequada e definitiva.

As consequências da ação humana e suas atividades são inúmeras direta e indiretamente, e muitas estão correlacionadas. Não cabe ao presente estudo detalhar tecnicamente as origens e consequências desses efeitos, mas somente salientar sua relação com o desenvolvimento e a importância do tema. Pois, são exatamente esses efeitos que fazem o atual modelo de desenvolvimento **insustentável**.

Esse crescimento irracional gera riscos à sobrevivência humana não tão inimagináveis, como podem ser a escassez de água potável, de ar puro, de alimentos saudáveis. Em síntese, o risco de não existirem condições ambientais suficientes para a sobrevivência das futuras gerações. Engana-se quem pensa estar longe dessas consequências. Pois, independente de cor, raça, riqueza ou hierarquia social, a degradação da natureza invariavelmente afetará a todos, pois é inerente à

vida humana a necessidade direta da natureza para sua própria sobrevivência, seja no ar que respira, na água que bebe ou na comida de que se alimenta.

Não é preciso muito para concluir que o ser humano está aos poucos traçando seu próprio destino, talvez irreversível. E não tão lentamente quanto possa parecer aos olhos leigos, talvez alienados à uma visão simplista ou complexa demais. E cujas conseqüências vão além, pois condenam todo e qualquer tipo de vida do Planeta Terra, em um tempo não tão longe para a geração presente e ainda mais próximo para as gerações futuras.

Uma nova forma de pensamento se faz necessária de que não basta desenvolver e manter este desenvolvimento à custa da própria vida, mas desenvolver de forma consciente, tendo em mente que os recursos neste Planeta são exauríveis e podem sim ser esgotados. Essa forma de pensar vem com o tempo se consolidando e cada vez mais se torna pauta de discussões do mundo inteiro. Assim, uma breve revisão teórica e histórica da evolução desse pensamento nos últimos anos, dessa preocupação com os limites do desenvolvimento do planeta, poderá contribuir na melhor interpretação desse conceito³.

1.2 REVISÃO TEÓRICA

Data da década de 60, o início de uma concentração mais significativa quanto ao pensamento sobre desenvolvimento e sustentabilidade. Foi quando começaram as discussões sobre as conseqüências do modelo de desenvolvimento, os riscos da degradação do meio ambiente, desigualdades, etc. A partir desta década, estudiosos trabalharam em função de uma definição precisa de desenvolvimento, para então poderem alcançar um conceito de desenvolvimento sustentável, pois segundo AMAZONAS (1999, p.06) este termo era confundido ou até mesmo entendido como “crescimento”.

Em 1972 ocorreu a Conferência sobre Meio Ambiente, em Estocolmo, promovida pela ONU – Organização das Nações Unidas, já buscando pensar de forma mais ativa a relação entre crescimento populacional, utilização dos recursos

³ Nenhum modelo evolucionista é capaz de, sozinho, cobrir todas essas regularidades ao mesmo tempo, entretanto o grau de consistência entre os diferentes modelos focando em sub-itens deles é surpreendente.

naturais e da capacidade de absorção de resíduos das atividades humanas pelo meio ambiente. No mesmo ano, Dennis Meadows e os pesquisadores do chamado “Clube de Roma” publicaram o livro que marcou as discussões sobre meio ambiente na década de 70 “The limits to growth” (Os limites do crescimento). Este não apenas definiu os problemas da poluição e da utilização de recursos naturais finitos como variáveis fundamentais do processo econômico e social, mas polarizou a questão ambiental. Tal estudo se resumia à teoria que se mantidos os níveis de industrialização, poluição, produção de alimentos e exploração dos recursos naturais, o limite de desenvolvimento do planeta seria atingido em no máximo 100 anos, provocando uma repentina diminuição da população mundial e da capacidade industrial⁴.

Em 1973 o canadense Maurice Strong foi além, criou o conceito de ecodesenvolvimento. Strong defendia a existência de seis pressupostos que levavam a um efetivo desenvolvimento: satisfação das necessidades básicas; solidariedade com as gerações futuras; participação da população envolvida; preservação dos recursos naturais e do meio ambiente; elaboração de um sistema social que garanta emprego, segurança social, respeito às outras culturas; e programas de educação. O autor dava destaque aos países subdesenvolvidos, justamente pelo fato destes apresentarem certos problemas que os impediam de serem considerados como desenvolvidos. Foram os debates em torno deste conceito de ecodesenvolvimento que abriram espaço para o conceito de desenvolvimento sustentável que foi lançado realmente apenas em 1979, em Estocolmo.

No ano de 1987, o conceito de desenvolvimento sustentável ganha seu impulso decisivo quando a Comissão Mundial da ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED) apresentou um documento chamado Our Common Future, mais conhecido por relatório Brundtland. Este basicamente relata que “desenvolvimento sustentável é desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades”. Também mostra que para atingir um efetivo desenvolvimento econômico, o desenvolvimento deveria estar baseado no tripé

⁴ Meadows, D. et al, 1993. **Além dos Limites**. Ed. Difusão Cultural.

Eficiência Econômica – Ecologia – Equidade. O relatório foi bem aceito pela comunidade internacional, principalmente pelo fato que ao contrário de documentos anteriores, este não apresentava críticas diretas à sociedade industrial.

Aconteceu então em 1992 no Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, referenciada por mais de 180 países. Nesta foi notado um aumento de interesse mundial pelo futuro do planeta e pela vida das gerações futuras. Diversos países passaram a dar mais atenção nas relações existentes entre desenvolvimento sócio-econômico e meio ambiente, principalmente naquelas em que o desenvolvimento causa destruição ambiental.

Entretanto, essas discussões foram ofuscadas pela delegação dos Estados Unidos da América, que forçou a retirada dos cronogramas para a eliminação da emissão de CO₂ (que constavam no acordo sobre o clima firmado na Conferência) e não assinou a convenção sobre a biodiversidade. Os EUA ao defenderem seus próprios interesses econômicos em sua estratégia como potência mundial conseguiu minar os maiores efeitos positivos que poderiam ter sido gerados pelas discussões até aquele momento, e efetivamente criaram ou firmaram sua imagem egocêntrica e despreocupada com o “resto” do mundo.

Segundo ANA – Agência Nacional de Águas, no site oficial da RIO + 10, entre os principais resultados da conferência conhecida como Rio-92 estão a Agenda 21 e a Declaração do Rio. A Agenda 21 foi criada como plano de ação da Organização das Nações Unidas para o início do século 21. Os países membros presentes ao Rio de Janeiro firmaram o comprometimento de direcionar suas políticas econômicas, sociais e ambientais com base no conceito do desenvolvimento sustentável, foram definidas recomendações e responsabilidades a curto, médio e longo prazo. A resolução da ONU que convocou a RIO-92 já reconhecia a ligação coesa entre pobreza e degradação ambiental e indica "se há uma síntese possível para este final de século, pode-se caracterizá-la como o esgotamento de um estilo de desenvolvimento que mostrou-se ecologicamente predatório, socialmente perverso e politicamente injusto" (BRASIL, apud MORHY, 2004, p.02).

Outro documento que ficou muito conhecido mundialmente foi o Protocolo de Kyoto, um acordo internacional aprovado inicialmente em 1997 na cidade de Kyoto, no Japão. Com informações da ANA - Agência Nacional de Águas, este acordo

internacional foi aberto para assinatura em 1998 e previa a aprovação como lei por um número de países que representem 55% das emissões de gases do mundo desenvolvido. Estabelece metas de redução de gases poluentes para os países industrializados baseado nos princípios do Tratado da ONU sobre Mudanças Climáticas, de 1992. Os países industrializados se comprometeriam a reduzir até 2012 as suas emissões de dióxido de carbono a níveis pelo menos 5% menores do que os que vigoravam em 1990. A meta de redução varia de um signatário para outro. O protocolo foi ratificado por 141 países até fevereiro de 2005 e foi a ratificação por parte da Rússia oficializada em fevereiro de 2005 que permitiu a entrada em vigor deste tratado. Entre muitos pontos apresentados, o protocolo estabelece que os chamados países desenvolvidos deveriam reduzir a emissão de gases causadores do efeito estufa e, ainda, que os países deveriam buscar formas alternativas de energia aos combustíveis fósseis, que são os principais causadores do efeito estufa.

Apesar dos países em desenvolvimento, como o Brasil, não terem compromissos de redução na emissão de gases, o governo brasileiro ratificou o protocolo em julho de 2002. Mas, em mais uma demonstração de desdém às ações mundiais, os Estados Unidos da América, que responde por quase um quarto das emissões de gases-estufa, abandonaram o protocolo por decisão do presidente George W. Bush em 2001.

Mais recentemente, entre 26 de agosto e 4 de setembro de 2002 em Joanesburgo na África do Sul, 193 países foram representados na terceira conferência mundial promovida pela ONU para discutir os desafios ambientais do planeta, a Cúpula Mundial Sobre Desenvolvimento Sustentável "Rio mais 10", cujo nome remete à dez anos após a conferência realizada no Rio de Janeiro. A ANA - Agência Nacional de Águas, reflete que nesta foram gerados dois documentos oficiais mais significativos: a Declaração Política e o Plano de Implementação, que apenas representam um conjunto de diretrizes e princípios para as nações, sendo de responsabilidade de cada um dos países participantes e signatários transformarem estas diretrizes apontadas em leis nacionais para assegurar sua efetiva realização. O Plano de Implementação, por exemplo, busca atingir três objetivos essenciais: a erradicação da pobreza; a mudança nos padrões insustentáveis de produção e consumo; e a proteção dos recursos naturais.

A Rio mais 10 também marcou o início de um novo grupo, que foi chamado pelo WWI⁵ de E-9 (Environmental 9). Este grupo é formado pelas sociedades organizadas nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, são eles: África do Sul, Brasil, China, EUA, Japão, Índia, Indonésia, Rússia e União Européia. Este grupo tem como objetivo desempenhar um papel central para diminuir a distância entre os chamados planetas rico e pobre. Segundo o WWI, o E9 representa 60% da população mundial, 57% das florestas e 72% da produção econômica total e funcionará como contra ponto ao G8 - grupo dos oito países mais ricos do mundo.

É importante também salientar a importância do tema abrangido pela ONU - Organização das Nações Unidas em suas metas do milênio para o Desenvolvimento, são elas:

- Erradicar a pobreza extrema e a fome;
- alcançar a educação primária universal;
- promover a igualdade de gêneros;
- reduzir a mortalidade infantil;
- melhorar a saúde materna;
- combater o HIV/AIDS, a malária e outras doenças;
- assegurar a sustentabilidade ambiental;
- desenvolver uma parceria global para o desenvolvimento.

Dentro do aspecto “Assegurar a sustentabilidade ambiental”, a ONU ainda destaca: “Integrate the principles of sustainable development into country policies and programmes; reverse loss of environmental resources; Reduce by half the proportion of people without sustainable access to safe drinking water; Achieve significant improvement in lives of at least 100 million slum dwellers, by 2020”⁶.

Todas essas ações de ordem mundial, mesmo que com certo atraso demonstram, com clareza, a relevância que o desenvolvimento sustentável tem ganhado nas pautas de discussão ao redor do mundo. Fica clara a tendência de que

⁵ World Watch Institute

⁶ Integrar os princípios do desenvolvimento sustentável nas políticas e nos programas dos países; reverter a perda de recursos ambientais; reduzir pela metade a proporção de pessoas sem acesso sustentável a água potável de fonte segura; alcançar uma melhora significativa nas vidas de pelo menos 100 milhões de moradores de favelas até 2020

com o passar do tempo isso cresça ainda mais e possibilite as relações necessárias para a sustentabilidade do Planeta.

1.3 ESPAÇO LIMITADO: “INPUTS” E “OUTPUTS”⁷

Com o objetivo de compreender melhor a idéia da relação entre “inputs” e “outputs” para o desenvolvimento mundial, este tópico está centrado na obra de 1966 do professor britânico Kenneth E. Boulding, e traz a base com que desenvolveu sua teoria, que ficou conhecida como a “teoria do astronauta” por seu trabalho intitulado “The Economics of the Coming Spaceship Earth”. Segue BOULDING (1966, p.01):

Even in the thirteenth century, the commonest map was Mercator's projection, which visualizes the earth as an illimitable cylinder, essentially a plane wrapped around the globe, and it was not until the Second World War and the development of the air age that the global nature of the planet really entered the popular imagination. Even now we are very far from having made the moral, political, and psychological adjustments which are implied in this transition from the illimitable plane to the closed sphere⁸.

Este trecho sintetiza a idéia que o mundo ainda estava vivendo um período de transição quanto à imagem que o homem tem de si mesmo e do seu meio ambiente, pois a velha imagem de um mundo ilimitado era uma das premissas mais antigas da humanidade. Seria, portanto, compreensível a dificuldade de assimilar essa nova idéia de limitação. Para ele, esta transição caracterizava uma mudança de uma Terra aberta para uma Terra fechada.

O pensador considera que um sistema é um tipo de estrutura mantida em meio a um processamento de “inputs” (entrada de materiais, energia, informação) que se convertem em “outputs” (saída, também de materiais, energia e informação). A característica de um sistema fechado é que os “outputs” de todas as partes do sistema estão ligados aos “inputs” de outras partes. Sendo que não existem “inputs”

⁷ Este tópico está baseado na concepção de Boulding, Keneth E., **The economics of the coming spaceship earth**, 1966.

⁸ Até mesmo no século XIX, o mapa mais comum era a projeção de Mercator, que visualizava a Terra com um cilindro ilimitado, essencialmente um plano enrolado ao redor do globo, e não foi senão até a Segunda Guerra Mundial, e a partir do desenvolvimento da era espacial, que a forma de globo de nosso planeta passou a se incorporar realmente à nossa imaginação. Mesmo nos tempos mais atuais, estamos muito longe de ter feito os ajustes morais, políticos e psicológicos que estão implícitos nesta transição de plano ilimitado para esfera fechada.

exteriores ao sistema ou “outputs” para o exterior. Ou seja, entradas ou saídas de materiais, energia de ou para fora do sistema. Elucida que todos os organismos vivos são sistemas abertos, pois devem receber do seu exterior “inputs” na forma de alimentos, ar, água e em contra passo liberar “outputs” sob a forma de excrementos ou efluentes também para o exterior do sistema que constitui o seu corpo.

Também menciona a questão das sociedades humanas também como sistemas abertos. Pois, recebem “inputs” que são as matérias-primas, os elementos da atmosfera, da terra e das águas, e em contra ponto despejam os “outputs” nesses mesmos reservatórios; além disso também produzem “inputs” internamente concebendo a vida na forma de bebês e “outputs” quando da morte sob a forma de cadáveres. É importante salientar que dada essa capacidade para extrair “inputs” ou dispor dos “outputs” exteriores ao sistema, um sistema aberto deste tipo poderia persistir indefinidamente no tempo.

Assim, sistemas podem ser abertos ou fechados, de acordo com o número de classes de “inputs” e “outputs”. Três classes importantes são a matéria, a energia e a informação. A economia mundial do momento está aberta, em relação a estas três classes. Boulding pensa na economia mundial ou “econosfera” como um subconjunto do conjunto global, que é o conjunto de todos os objetos de uma possível discussão em nosso mundo. Sendo que do ponto de vista material, existem objetos passando do conjunto não econômico para o conjunto econômico no processo de produção, da mesma forma como produtos passando para fora do conjunto econômico, quando o seu valor se torna nulo.

Assim, a economia mundial é como um processo material que por um lado envolve a descoberta e extração de recursos naturais como com atividades de mineração de combustíveis fósseis, minérios brutos, entre outros, e por outro lado um processo pelo qual os efluentes do sistema são transferidos para os reservatórios não econômicos como a atmosfera, os solos e os oceanos. Já do ponto de vista do sistema energético, a economia mundial envolve “inputs” de energia disponível nas formas, por exemplo, de potência hidráulica, combustíveis fósseis, luz solar, que são necessárias para o processo de transformação de “inputs” em “outputs”.

Quanto à questão da energia e sua essencialidade dentro do sistema, BOULDING (1966, p.03) ainda argumenta:

“...if there were no energy inputs into the earth, any evolutionary or developmental process would be impossible. The large energy inputs which we have obtained from fossil fuels are strictly temporary. Even the most optimistic predictions would expect the easily available supply of fossil fuels to be exhausted in a mere matter of centuries at present rates of use”⁹.

No trecho a seguir BOULDING (1966, p.03) apresenta de forma clara o que chama de economia do astronauta

“... the ‘spaceman’ economy, in which the earth has become a single spaceship, without unlimited reservoirs of anything, either for extraction or for pollution, and in which, therefore, man must find his place in a cyclical ecological system which is capable of continuous reproduction of material form even though it can not escape having inputs of energy”¹⁰.

O autor diferencia a “economia do astronauta” do que chama em contra ponto de “economia do cowboy”, que seria a economia predominante anterior na qual não havia a percepção nem a preocupação com os limites do Planeta. A diferença principal reside quanto à mensuração do sucesso da economia. Enquanto para a denominada “economia do cowboy” o sucesso estava no montante transformado de “inputs” em “outputs”, para a “economia do astronauta” o sucesso da economia reside em não só produzir e transformar, mas em otimizar os recursos de ponta a ponta. Ou seja, maximizar a utilização dos recursos utilizados sob a forma de “inputs” e minimizar os impactos dos resíduos das atividades de transformação sob a forma de “outputs”.

BOULDING (1966, p.06) ainda argumenta:

I would argue, furthermore, that tomorrow is not only very close, but in many respects it is already here. The shadow of the future spaceship, indeed, is already falling over our spendthrift merriment. Oddly enough, it seems to be in pollution rather than in exhaustion that the problem is first becoming salient. ...The cities of today, with all their foul air and polluted waterways, are probably not as bad as the

⁹ ...caso não houvesse energia como input no planeta Terra, qualquer processo de evolução ou desenvolvimento seria impossível. Os grandes montantes de entrada de energia que temos obtido dos combustíveis fósseis são estreitamente temporários. Mesmo as previsões mais otimistas esperariam que o estoque mais facilmente disponível de combustíveis fósseis sejam liquidados em alguns séculos baseados nas atuais taxas de uso.

¹⁰ ...a economia do astronauta, na qual a Terra se tornou uma única espaçonave, sem reservas ilimitadas de qualquer coisa, tanto para extração quanto para poluição, e na qual, portanto, o homem deve encontrar seu lugar em um sistema ecologicamente cíclico que é capaz de reprodução contínua de forma material mesmo que não seja capaz de escapar de ter entradas de energia.

filthy cities of the petrochemical age. Nevertheless, that fouling of the nest which has been typical of man's activity in the past on a local scale now seems to be extending to the whole world society; and one certainly cannot view with equanimity the present rate of pollution of any of the natural reservoirs, whether the atmosphere, the lakes, or even the oceans¹¹.

I would argue strongly also that our obsession with production and consumption to the exclusion I would argue strongly also that our obsession with production and consumption to the exclusion of the "state" aspects of human welfare distorts the process of technological change in a most undesirable way. We are all familiar, of course, with the wastes involved in planned obsolescence, in competitive advertising, and in poor quality of consumer goods¹².

Um ponto importante enfatizado foi que a obsessão da sociedade por produção e consumo, excluindo os aspectos do estado de bem-estar humano, distorce o processo de transformação tecnológica da forma mais indesejável. Já na época questionava os desperdícios envolvidos na obsolescência planejada, na publicidade competitiva e na pouca qualidade de bens de consumo.

O professor conclui seu estudo afirmando que o sucesso em tratar problemas maiores está relacionado com as habilidades que a sociedade tem de lidar com problemas mais imediatos e de menor dificuldade, assim como no maior interesse da sociedade para com estes problemas. Acreditando nessa possibilidade, encerra "This may sound like a rather modest optimism, but perhaps a modest optimism is better than no optimism at all"¹³.

É correto que de uma forma ou de outra, o interesse e predisposição de ação para reverter este quadro, é de todos. A importância e consciência para isto dependerão da ação conjunta da sociedade buscando o seu próprio bem. Não que adotar uma posição otimista ou não seja uma opção, pois caso não sejamos estamos admitindo o nosso próprio fim.

¹¹ ...eu argumentaria ainda que o amanhã não está somente muito próximo, mas em muitos aspectos já está aqui. A sombra da futura espaçonave, na verdade, já está se projetando sobre a nossa alegria esbanjadora. Estranhamente, parece ser na poluição, mais do que na exaustão, que o problema está se tornando saliente em primeiro lugar... As cidades de hoje, com todo seu ar viciado e águas poluídas, não são provavelmente piores do que as imundas cidades da idade pré-técnica. No entanto, aquela sujeira de ninho que tem sido típica das atividades do homem no passado, numa escala local, agora parece estar sendo estendida para toda a sociedade mundial; e certamente não se pode ver com condescendência a taxa atual de poluição de qualquer reservatório natural, quer seja a atmosfera, os lagos, ou até mesmo os oceanos.

¹² Eu enfatizaria também que nossa obsessão por produção e consumo, com exclusão dos aspectos do "estado" de bem-estar humano, distorce o processo de transformação tecnológica da forma mais indesejável. Estamos todos familiarizados, é claro, com os desperdícios envolvidos na obsolescência planejada, na publicidade competitiva, e na pobre qualidade de bens de consumo.

¹³ Isto pode soar como um otimismo um tanto modesto, mas talvez um otimismo modesto seja melhor do que otimismo nenhum".

1.4 OUTRAS CONSIDERAÇÕES

Talvez em 2102 o planeta sem juízo caia na realidade de um alerta pintado em 1972 e ordenado em 1992: não há crescimento infinito dentro de um espaço finito assim como não há suprimento infinito de um recurso finito. Os netos dos nossos netos já estão desfalcados de um hábitat global decente (...) Não haverá parada técnica para o reabastecimento das provisões de bordo. Teremos de sobreviver unicamente com os recursos disponíveis na espaçonave – os renováveis e os finitos já em exaustão.

Esta metáfora apresentada pelo jornalista BETING em A BORDO DA RIO + 10 (2002, P.01), expõe de forma clara que, infelizmente, apesar das tentativas de conscientizar quanto à necessidade de uma reformulação do sistema produtivo atual, que em seu desdenho com os impactos ao Planeta, já não existe mais total reversão. E ainda, que se mantida tal forma de degradação, pode não existir sequer um legado ambiental para que as futuras gerações possam retirar seu próprio sustento.

Um estudo feito pela organização não-governamental WWF constatou que a utilização de recursos naturais pela humanidade ultrapassou em 42,5% a capacidade de renovação da biosfera. Chamado de LIVING PLANET REPORT 2000¹⁴, este estudo fundamentou-se no índice de pressão ecológica que cada habitante exerce sobre a Terra, concluindo que o suporte necessário à manutenção dos atuais níveis de consumo de uma população de seis bilhões de pessoas demandaria quase meio planeta a mais. Este estudo confirma a capacidade finita da natureza em absorver o crescimento exponencial das atividades humanas e as graves conseqüências da exaustão dos recursos naturais resultante da sua utilização predatória.

O professor COSTA em ECONOMIA DA ESPAÇONAVE (2005, p.01), afirma que é de extrema urgência a necessidade de repensarmos os atuais modelos econômicos, com o intuito de estabelecer uma nova lógica. Uma lógica em que a sustentabilidade seja o princípio norteador, equacionando matéria e energia utilizadas nas atividades econômicas. Um ponto interessante é que "esta reavaliação implica em desenhar novos paradigmas sócio-ambientais e econômicos, bem como considerar suas inter-relações e interdependências".

A estratégia de desenvolvimento sustentável deve, então, promover a harmonia entre os seres humanos e o meio ambiente e requer uma sinergia nos campos político, econômico e social. Buscando respeitar a obrigação de preservar o que não é de um só país, mas de todos, a base ecológica do desenvolvimento.

Para ROMAN (1996, p.09) pode-se afirmar que “o desenvolvimento sustentável e o capitalismo são incompatíveis na medida em que esse sustenta a busca incessante de expansão quantitativa do capital enquanto que a contínua degradação entrópica¹⁵, acelerada pelo processo econômico (representa) os seus limites qualitativos”. Não existindo, portanto, um capitalismo sustentável possível. Ainda destacando que “a busca de uma sociedade sustentável requer antes de tudo uma rediscussão política e cultural da sociedade capitalista, (que está) apoiada na criação e reprodução da insaciabilidade humana, assegurando a expansão indefinida do capital” (ALFHANDÉRY, 1992, apud STAHEL, 1995, citado por ROMAN, 1996, p.09).

Segundo GIORDANO (1995) apud ROMAN (1996, p.10), deve-se discutir as estratégias para atingir o desenvolvimento sustentável requerendo:

- a) um sistema político que assegure a efetiva participação dos cidadãos no processo decisório;
- b) um sistema econômico capaz de gerar excedentes e know-how técnico em bases confiáveis e constantes;
- c) um sistema social que possa resolver as tensões causadas por um desenvolvimento não equilibrado;
- d) um sistema de produção que respeite a obrigação de preservar a base ecológica do desenvolvimento;
- e) um sistema tecnológico que busque constantemente novas soluções;
- f) um sistema internacional que estimule padrões sustentáveis de comércio e financiamento;
- g) um sistema administrativo flexível capaz de se auto corrigir.

Ainda, segundo GUIMARÃES apud ROMAN (1996, p.10):

Para chegar-se a um desenvolvimento sustentável, principalmente nas economias subdesenvolvidas, fazem-se necessárias, em primeiro lugar, profundas mudanças energéticas. Deve-se passar da dependência de fontes centralizadas de energia,

¹⁴ Relatório Planeta Vivo 2000

¹⁵ A lei da entropia determina que toda energia possui a tendência de passar de um estado de maior elaboração para um estado de menor elaboração, assim voltando gradativamente ao seu estado natural.

como o petróleo, a energia nuclear e a hidreletricidade, para fontes descentralizadas e renováveis, como a biomassa, a energia solar, o álcool, os óleos vegetais e outras tecnologias que possam vir a ser criadas.

Ali Samsan BAKHTIARI em DO “PICO DO PETRÓLEO” PARA A “TRANSIÇÃO UM” (2005, p.01), perito da Companhia Nacional de Petróleo do Irã - National Iran Oil Company (NIOC), discute que:

In my humble opinion, we should now have reached 'Peak Oil'. So, it is high time to close this critical chapter in the history of international oil industry and bid the mighty 'Peak' farewell... 'preparation' is going to be the new name of the game henceforward. I am now putting forward my first list of 'to do' summarized in the 'Five Rs' below:

- 1) RE-PROGRAM: first and foremost, re-program 'the mind'; duly throw out 'business-as-usual' and similar rosy scenarios (nothing will remain 'usual')...also begin 'Thinking the Unthinkable' and to 'Expect the Unexpected'.
- 2) REDUCE: first cut waste mercilessly... gradually reduce all types of consumptions
- 3) REUSE: so many things are easily reusable... (The 'reuse' philosophy requires a brand-new mindset as no one is used to reusing).
- 4) RECYCLE: tomorrow's industrial boom will be in 'recycling' industries; recycling of garbage should be made mandatory...
- 5) REWARD: reward every massive action for reducing, reusing or recycling; better to make use of 'positive' subsidies instead of 'negative' ones.¹⁶

Para atingir esse objetivo, é necessário um sistema tecnológico que busque constantemente inovações para amenizar os impactos da ação humana. Dentre as várias necessidades que esse desafio de desenvolvimento sustentável impõe tem-se a preservação da biodiversidade e dos ecossistemas; a diminuição do consumo de energia e o desenvolvimento de novas tecnologias com o uso de fontes energéticas

¹⁶ Na minha humilde opinião, por esta altura já chegámos ao 'Pico do Petróleo'. É pois tempo de fechar este crítico capítulo na história da indústria internacional de petróleo e dizer um grande adeus ao 'Pico'...'preparação' será o nome do jogo. Avanço agora com a minha primeira lista de 'afazeres' resumida nos 'Cinco R':

- (1) RE-PROGRAMAR: primeiro e antes de tudo, re-programar 'a mente'; simplesmente abandonar o 'negócio-como-de-costume' e outros cenários otimistas semelhantes...começar também a 'Pensar o Impensável' e a 'Esperar o Inesperado'.
- (2) REDUZIR: primeiro cortar sem misericórdia o desperdício... gradualmente reduzir todos os tipos de consumo...
- (3) REUTILIZAR: há tantas coisas que são facilmente reutilizáveis... (A filosofia de 'reutilizar' requer uma nova forma de pensar, pois ninguém está habituado a fazê-lo).
- (4) RECICLAR: o grande crescimento industrial do amanhã será a indústria da 'reciclagem'; a reciclagem dos resíduos domésticos deveria ser obrigatória...
- (5) RECOMPENSAR: recompensar toda a ação maciça para reduzir, reutilizar e reciclar; é melhor usar subsídios 'positivos' em vez de 'negativos'.

renováveis; desenvolvimento de produção através de tecnologias ecologicamente adaptadas; tratamento dos resíduos, dejetos através do seu reaproveitamento; etc.

Em conjunto, as políticas e todo o sistema de produção, transformação, comércio, serviços e até o consumo final em todos os setores de produção da economia, devem interagir para atingir este objetivo. Realizar um programa de desenvolvimento sustentável exige, enfim, um alto nível de conscientização e de participação tanto do governo e da iniciativa privada como da sociedade.

Observa-se que, de modo geral, isso se aplica às pessoas de forma individual e coletiva em suas ações, que além de valorizar esse respeito ao meio ambiente devem também agir com atitudes simples como não desperdiçar água, destinar corretamente seu lixo e preservar as áreas naturais.

Das necessidades e problemas enfrentados e dentre as várias questões abordadas, é perceptível que dentro do conceito de desenvolvimento sustentável se concretizam dois pontos: otimizar a utilização de recursos naturais e minimizar os impactos das atividades humanas ao Planeta. Sendo que as atividades de produção e consumo devem co-existir para atender às necessidades da população, porém preservando a biodiversidade e os recursos, protegendo a própria vida do Planeta e no Planeta.

Pode-se inferir, portanto, que o desenvolvimento sustentável centra-se em duas extremidades: utilização de recursos e geração de resíduos. Pois são estes dois pontos que fazem do atual sistema insustentável. Como foi apresentado, recursos e resíduos são formas de “inputs” e “outputs” no sistema fechado que caracteriza o Planeta Terra, em que não há transferências de entradas ou saídas de materiais, energia e informação do exterior ou para o exterior do sistema. Dentro desse conceito é possível destacar dois pontos cruciais, um em cada extremo do processo. Como “input”, se destaca a geração de energia elétrica pela sua essencialidade dentro do modelo capitalista de produção como infra-estrutura básica para o desenvolvimento. Como mencionado anteriormente em citação de BOULDING (1966, p.03) “caso não houvesse energia como input no planeta Terra, qualquer processo de evolução ou desenvolvimento seria impossível”. Do ponto de vista energético, por ser um fator de produção indispensável e por sua essencialidade no padrão de vida de grande parte da população de todo o mundo, é

de forma significativa destacada a importância da eletricidade, da energia elétrica. E, assim, o gerenciamento sustentável de sua geração.

E no que tange aos “outputs”, se destaca a questão dos resíduos sólidos urbanos, o lixo, principal consequência do crescimento não sustentado nos centros urbanos que se formaram rapidamente no último século de desenvolvimento. Estes resíduos de atividades de produção e consumo diários de milhares ao redor do mundo, que além de grande relevância para a saúde e bem-estar do ser humano e de grande relevância ambiental, também não possuem ainda tratamento ou condicionamento adequado.

Com o objetivo de trabalhar estes dois pontos para que seja possível obter uma visão mais acurada da importância de cada um, estes são apresentados no capítulo a seguir de forma separada para melhor compreensão da relação desses com o meio ambiente e com o modelo de desenvolvimento.

2 INPUT: ENERGIA ELÉTRICA

A história mostra que a questão energética é de fundamental importância no crescimento e desenvolvimento das nações. Por exemplo, a revolução industrial ajudou a Inglaterra, cujo crescimento econômico foi baseado em abundantes reservas de carvão mineral. As fontes de energia primárias básicas dominantes no plano mundial até pouco tempo eram então a lenha e o carvão mineral. Enquanto o petróleo nos Estados Unidos da América sustentou a sua ascensão ao longo de quase todo o século XX.

No entanto, a importância da energia vai além, pela sua relação com o meio ambiente. Como mencionado, do ponto de vista energético, a energia elétrica se destaca por ser um fator de produção indispensável e por sua essencialidade no padrão de vida de grande parte da população de todo o mundo, assim, também é o gerenciamento sustentável de sua geração. A percepção da importância da energia elétrica para o desenvolvimento sustentável está então em dois aspectos centrais: na relação entre energia elétrica e meio ambiente e a sua extrema relevância para o desenvolvimento e a seguir são apresentados.

2.1 A RELAÇÃO ENTRE ENERGIA ELÉTRICA E MEIO AMBIENTE

A geração de energia elétrica é totalmente dependente de recursos naturais e causa diversos impactos ao meio ambiente. Como aponta BANDEIRA (2002, p.01):

A produção de energia elétrica é, entre as atividades desenvolvidas pelo homem, uma das mais intensivas em recursos naturais, produzindo importantes alterações no ambiente, muitas vezes negativas. Considerando a importância crescente da energia para o bem estar da população e para a continuidade das atividades econômicas, a busca por um desenvolvimento sustentável passa necessariamente pelo aumento da eficiência e conservação energética, aliadas ao uso de uma variedade de fontes renováveis o mais breve possível.

O documento DIRETRIZES ESTRATÉGICAS PARA O FUNDO SETORIAL DE ENERGIA ELÉTRICA (2001, p.215) desenvolvido pela gerência do Fundo Setorial de Energia Elétrica do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos apresenta:

Os impactos ambientais associados à produção e uso de energia em geral, e de eletricidade em particular, são dos mais significativos conhecidos pela sociedade industrial. É necessário contrabalançar o contínuo crescimento da oferta e demanda com tecnologias que atendam aos crescentes requisitos de proteção ambiental e controle de emissões. Já não é possível conceber que a evolução do quadro energético possa se processar seguindo as tendências tecnológicas atuais, sem rápida introdução de inovações e crescente cooperação entre o setor público e privado para disseminação dos resultados na escala necessária para controlar os efeitos ambientais.

As fontes básicas de energia no Planeta estão na natureza. Assim, de forma direta ou indireta, a geração de energia está associada de alguma maneira aos recursos potenciais no meio ambiente.

Existe atualmente uma divisão entre as fontes para geração de energia elétrica, a classificação em fontes primárias renováveis e não-renováveis, que será também utilizada no presente estudo. A seguir, apresentam-se de forma geral os principais aspectos meios de produção de energia elétrica dentro dessa classificação.

2.1.1 Energias Renováveis

As energias renováveis são fontes que podem ser formadas mais rapidamente na natureza do que o tempo e quantidade em que são consumidas, são energias que são provenientes de ciclos naturais de conversão da radiação solar B:ELICO DOS REIS (2003, p.02). Segundo a Agência Internacional de Energia – IEA, no relatório chamado Renováveis (2003, p. V) existem diferentes definições de energia renovável, para esta seria a seguinte:

Renewable Energy is energy that is derived from natural processes that are replenished constantly. In its various forms, it derives directly or indirectly from the sun, or from heat generated deep within the earth. Included in the definition is energy generated from solar, wind, biomass, geothermal, hydropower and ocean resources, and biofuels and hydrogen derived from renewable resources.¹⁷

¹⁷ A energia renovável é a energia que é derivada dos processos naturais que são reabastecidos constantemente. Em seus vários formulários, deriva-se diretamente ou indiretamente do sol, ou do calor gerado profundamente dentro da terra. Incluídas na definição estão a energia gerada de solar, de vento, de biomassa, de recursos geotérmico, hidráulica e do oceano, e de biocombustíveis e de hidrogênio derivado dos recursos renováveis.

Sendo assim, as energias renováveis são as provenientes de ciclos naturais de conversão da radiação solar e as mais conhecidas são: a energia solar, a energia eólica, geotérmica, a biomassa, a hidrelétrica e de oceanos, e as células de combustível. A seguir são estas apresentadas de forma sucinta com o objetivo somente de esboçar a idéia central de cada uma e suas origens com base nas informações do ATLAS DE ENERGIA DO BRASIL (2002) da ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica e do site “AMBIENTEBRASIL”:

- **Energia solar:** energia proveniente da radiação solar direta através de efeitos sobre determinados materiais. Entre os vários processos de aproveitamento da energia solar, os mais usados atualmente são o aquecimento de água e a geração fotovoltaica de energia elétrica. A questão da utilização da energia solar tem crescido particularmente visando o atendimento de comunidades isoladas da rede de energia elétrica.

As principais restrições à essa energia estão associadas à questão financeiro-econômica, pela baixa eficiência dos sistemas de conversão de energia se torna necessário o uso de grandes áreas para a captação de energia em quantidade suficiente para que o empreendimento se torne viável, além de possuir pouca regularidade de geração devido à variação da incidência da radiação solar de acordo com a localização.

- **Energia Eólica:** os cata-ventos e embarcações a vela são formas bastante antigas de seu aproveitamento. A energia eólica atualmente é produzida através de aerogeradores (grandes geradores com hélices) que captam a força dos ventos. Esta fonte possui características semelhantes às da energia solar no que diz respeito à localização específica, baixa densidade energética e regularidade de fornecimento, devido à intermitência dos ventos.

Essa forma de energia implica também na implantação de uma boa capacidade de armazenamento de energia, pela diferença de tempo que há entre a geração e a demanda pela energia elétrica. As aplicações da energia eólica são predominantes nas chamadas fazendas eólicas, e requerem grandes áreas para geração, se situando em locais como topos de montanhas ou em áreas litorâneas, causando certas resistências à opinião pública quanto ao impacto visual. No entanto, sua utilização pode ser feita em conjunto com atividades como a agricultura e a pecuária apesar do nível de ruído emitido pelos geradores.

- **Biomassa:** proveniente da geração de energia através da queima de biomassa. A biomassa do ponto de vista energético é toda matéria orgânica (de origem animal ou vegetal) que pode ser utilizada na produção de energia. Sua utilização como combustível pode ser feita utilizando suas formas primárias ou seus derivados como: madeira bruta, resíduos florestais, excrementos animais, carvão vegetal, álcool, óleos animal ou vegetal, gaseificação de madeira, biogás, etc. A chamada “biomassa moderna” exclui os usos tradicionais de biomassa como a lenha, e inclui a geração de eletricidade, a produção de calor e combustíveis líquidos para o transporte a partir de resíduos agrícolas, florestais e resíduos sólidos.

A biomassa vem sendo mais utilizada na geração de eletricidade, principalmente em sistemas de co-geração e no suprimento de eletricidade de comunidades isoladas da rede elétrica. E, de forma mais recente seu **aproveitamento através do lixo** (resíduos sólidos urbanos) que serão melhor detalhados no decorrer deste trabalho.

Os principais entraves apontados para o maior uso da biomassa na geração de energia elétrica são a baixa eficiência termodinâmica das plantas e os custos relativamente altos de produção e transporte. No entanto, ressalta-se que a utilização dos resíduos sólidos como biomassa e fonte de energia é inovador e pode reverter parte desses obstáculos.

- **Energia Hidráulica:** esta energia provém da energia cinética das massas de água dos rios, que fluem de altitudes elevadas para os mares e oceanos graças à força gravitacional. Por outro lado, graças a evaporação da água, elevação e transporte do vapor em forma de nuvens, naturalmente realizados pela radiação solar e pelos ventos fecham uma forma de ciclo. A energia hidráulica ou hidroenergia utiliza a energia potencial em volume de água armazenada nas barragens dos rios. As grandes hidrelétricas utilizam as barragens para compensar as variações sazonais (de acordo com o tempo) do fluxo dos rios possibilitando o controle da água por comportas.

Os impactos das construções de grandes empreendimentos de Usinas Hidrelétricas se iniciam com a formação de grandes reservatórios e, conseqüente inundação de grandes áreas incluindo muitas consideradas produtivas e de grande diversidade biológica. A questão do deslocamento do contingente populacional afetado é um grande empecilho, assim como a realocação dos animais silvestres da

região traz grandes distúrbios no ecossistema e em seu curso natural. Além é claro dos perigos de rompimento de barragens e acidentes relacionados, que podem causar problemas de diversas ordens e dimensões às localidades próximas.

▪ **Células de Combustível:** as empresas automotivas e de energia estão despejando centenas de milhões de dólares no desenvolvimento de células de combustível de hidrogênio para equipamentos eletrônicos portáteis, sistemas estacionários de energia e veículos a motor. A tecnologia do hidrogênio e de células de combustível poderá redirecionar o sistema energético global. Célula a combustível é uma tecnologia que utiliza o hidrogênio e o oxigênio para gerar eletricidade com alta eficiência, e também vapor d'água quente resultante do processo químico na célula à combustível. A importância da célula está na sua alta eficiência e na ausência de emissão de poluentes quando se utiliza o hidrogênio puro. O seu principal combustível, o hidrogênio, pode ser obtido a partir de diversas fontes renováveis e também a partir de recursos fósseis, mas com muito menor impacto ambiental. Minimiza, assim, a dependência em produtos do petróleo para produzir energia, no entanto emite gases causadores do efeito estufa mesmo que em menor quantidade se comparada com as demais fontes de combustíveis fósseis.

Como será elucidado no tópico seguinte na comparação do uso de energia elétrica e suas origens no Brasil e no mundo, no Brasil predomina o uso da Energia Hidráulica, conhecida como energia das hidrelétricas, e por isso será melhor detalhada. Essa energia é considerada renovável, porém não é considerada uma energia alternativa devido aos diversos impactos como os descritos por OLIVEIRA apud BANDEIRA (2002, p.02):

- i) assoreamento dos reservatórios/processos erosivos.
- ii) inundação de jazidas minerais.
- iii) impactos sobre flora e fauna.
- iv) inundação do patrimônio cultural (com relação a sítios arqueológicos e da cultura regional).
- v) interferência com populações. (como populações indígenas).
- vi) endemias.
- vii) perda de potenciais agropecuários.

Essas fontes de geração de energia não-convencionais, comumente chamadas também de energias alternativas, formam um bloco de estudo que tem se

desenvolvido fortemente principalmente nas últimas décadas e mais ainda nos últimos anos frente às tão questionadas questões ambientais.

Segundo dados do IBE - INICIATIVA BRASILEIRA DE ENERGIA (2002, p.05) além de serem praticamente inesgotáveis, as energias renováveis apresentam impacto ambiental baixo ou quase nulo. O desenvolvimento das tecnologias para o aproveitamento das energias renováveis poderá beneficiar comunidades isoladas e proporcionar até mesmo autonomia energética e conseqüente melhoria da qualidade de vida dos habitantes. Isso ajudaria a diminuir o êxodo rural e a má distribuição de renda, que são parte da insustentabilidade do sistema. As fontes renováveis de energia apresentam benefícios como reduzir as emissões poluentes para a atmosfera, criar novas oportunidades de emprego, asseguram suprimento de energia sustentável de longo prazo e aumentam a diversidade dos mercados de oferta de energia, e reduzem a dependência de produção e importações de combustíveis fósseis.

O estudo do governo brasileiro do IBE - INICIATIVA BRASILEIRA DE ENERGIA (2002, p.04) sintetiza a importância do sistema energético renovável para o desenvolvimento sustentável:

Em escala global, os sistemas energéticos respondem por dois terços dos aumentos das emissões de gases de efeito estufa gerados pelo homem, o que está ligado à possível mudança do clima. As novas renováveis são importantes estratégias “sem pesares” (“no regrets”) (sempre levando em conta a percepção pública) para atingir benefícios ambientais.

2.1.2 Energias Não-Renováveis

Já as energias não-renováveis, segundo BÉLICO DOS REIS (2003, p.02), são aquelas que são escassas e passíveis de esgotamento devido ao tempo e velocidade com que são consumidas e que são formadas. Ou seja, energias cujas fontes são consumidas mais rapidamente do que o tempo necessário para sua formação na natureza. As principais são: combustíveis fósseis como petróleo, carvão e gás natural e combustíveis radioativos como o urânio.

A geração a partir da queima de combustível fóssil ou mesmo por uma reação nuclear é similar, pois o que gera a energia é o vapor que movimenta uma

turbina que por um processo eletro-mecânico transforma então em energia elétrica, vapor esse que pode ser produzido através da queima dessas diversas fontes.

A inserção do gás natural na matriz energética brasileira, devido à necessidade de expansão do parque gerador de energia elétrica e o esgotamento dos melhores potenciais hidráulicos do país, têm despertado o interesse dos empreendedores em ampliar o uso do gás natural na geração termelétrica. AMBIENTEBRASIL define que como combustível fóssil, o gás natural é decorrente da decomposição de matéria orgânica fossilizada. Encontrado no estado gasoso, o gás natural possui combustão limpa, com reduzida emissão de poluentes, o que possibilita melhor qualidade de vida para a população. No entanto, por ser um combustível fóssil, formado a milhões de anos, trata-se de uma energia não renovável, portanto finita. Além disso, o gás natural apresenta grandes dificuldades de transporte e riscos de asfixia, incêndio e explosão.

O estudo DESAFIOS GLOBAIS, OPORTUNIDADES GLOBAIS (2002, p.22) preparado pelo Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas para a Cúpula do Desenvolvimento de Joanesburgo ainda apresenta que:

“Continuam a crescer o consumo de combustível fóssil e as emissões de CO₂. O volume de emissões de gás carbônico (CO₂) - o principal gás causador do efeito estufa - continuou a aumentar na década de 90, apesar dos apelos da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas e de seu Protocolo de Kyoto, de 1997, em favor de sua estabilização e redução.”

Como apontado na citação do estudo brasileiro, a queima de combustíveis fósseis derivados do petróleo e do carvão gera impactos significativos ao meio ambiente como a emissão de gases poluentes na atmosfera. Esses gases degeneram camadas naturais da atmosfera provocando, principalmente, doenças respiratórias, o efeito estufa e mudanças climáticas.

Ainda, o estudo DESAFIOS GLOBAIS, OPORTUNIDADES GLOBAIS (2002, p.23) com fonte do IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, define que são muitos os sinais de mudanças climáticas ao redor do mundo como:

- 1- Desde 1900, a média das temperaturas de superfície no mundo aumentou cerca de 0,6°C.
- 2- O nível do mar está subindo aproximadamente um centímetro por década.
- 3- A espessura do gelo do mar Ártico diminuiu 40% nos últimos 40 anos.
- 4- No mundo inteiro, as grandes geleiras estão recuando.

- 5- Os lagos estão congelando mais tarde no outono, e descongelando mais cedo na primavera.
- 6- O índice pluviométrico do Hemisfério Norte aumentou, especialmente devido a chuvas torrenciais.
- 7- O fenômeno do El Niño tornou-se mais comuns e mais intenso.
- 8- Em partes da Ásia e da África, os períodos de seca são mais frequentes e intensos.
- 9- O pagamento de seguros contra enchentes e tempestades passou de aproximadamente US\$2 bilhões por ano, na década de 80, para US\$30 bilhões no início dos anos 90.

Esses impactos que são conseqüências diretas e indiretas do sistema energético, do qual grande parte também é influenciado pelo sistema de energia elétrica mostra de forma clara e objetiva que os problemas a serem enfrentados já são uma realidade.

Quanto à energia nuclear, proveniente da fissão do urânio em reator nuclear, tem sido largamente discutida entre especialistas da área. Alguns especialistas chegam a mencionar que a energia nuclear pode ser a fonte de energia brasileira de maior perspectiva. Recentemente, foi descoberto no Brasil a sexta maior reserva de urânio do planeta, maior mesmo que de países como os Estados Unidos da América. Já no final dos anos 1960, o Governo Brasileiro decidiu ingressar na geração termonuclear com as Usinas de Angra dos Reis no estado do Rio de Janeiro visando desenvolver a tecnologia e adquirir experiências para um futuro supostamente promissor dessa fonte.

No entanto, a energia nuclear ainda é muito polêmica. Mesmo que a tecnologia de geração tenha avançado muito, minimizando os riscos na geração de energia elétrica, existe uma grande resistência devido aos altos riscos de sua fonte e seus rejeitos radioativos, principalmente para com casos de acidentes como na Usina de Chernobyl – Ucrânia, que causou doenças, matou milhares, além de diversos outros problemas. Os resíduos tóxicos, mesmo que muitos desses permaneçam após seu uso armazenados devidamente na própria usina ou que esses restos sejam mínimos, há de se considerar que o efeito desses poluentes no meio ambiente é destrutível, e por mais que os riscos sejam mínimos de incidentes com a avançada tecnologia, o risco à vida é muito alto.

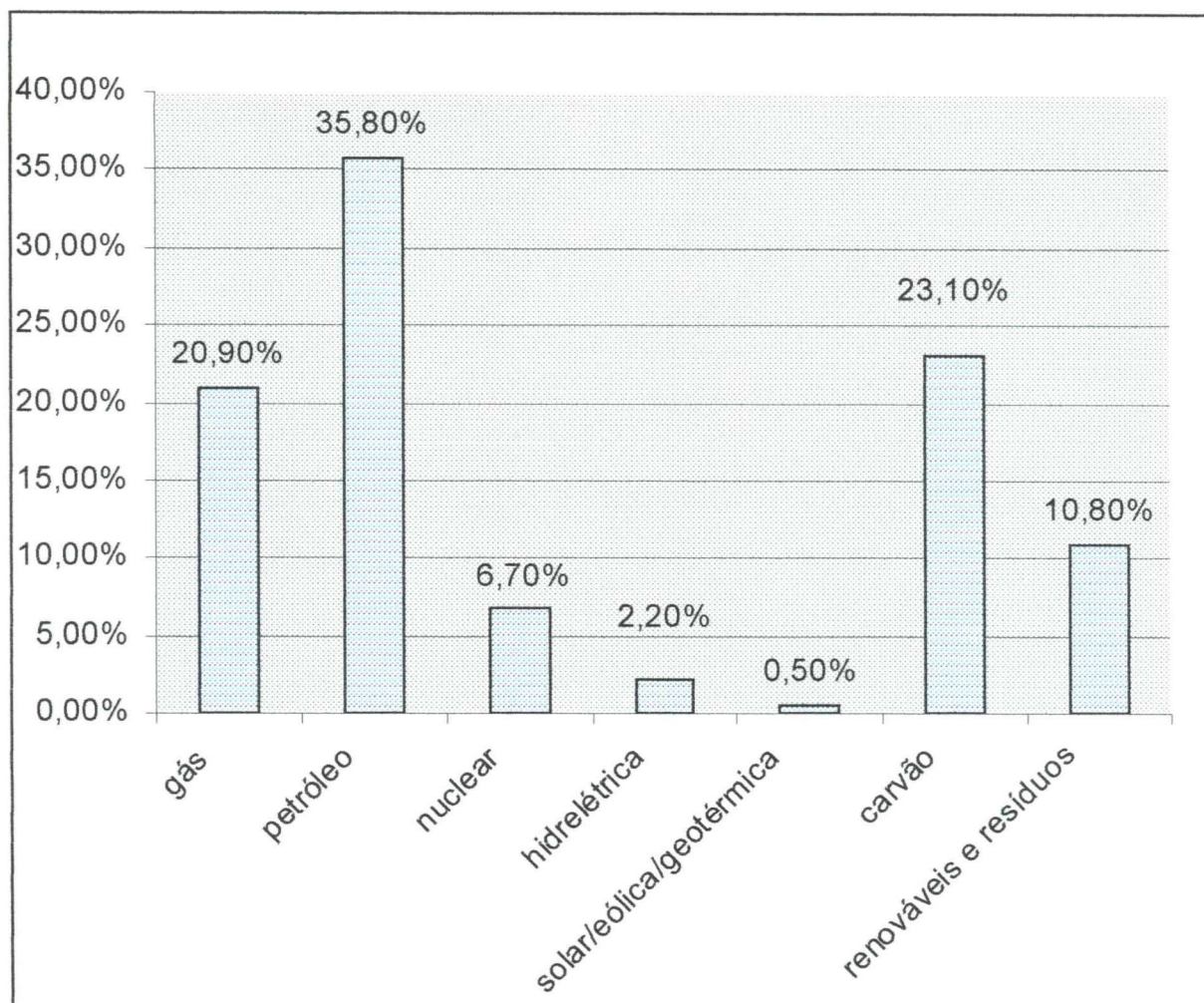
Uma percepção de LOPES (1999, p.214) sintetiza os pontos apresentados:

O mundo passa por uma fase de transição energética, isto é, um período no qual a matriz energética até então dominada pelo petróleo tende a ser substituída por uma nova estrutura que não está ainda suficientemente clara. As evidências, todavia, apontam no sentido de uma maior diversificação de sua composição, com ampliação de incorporação de outras fontes. Grandes relevâncias também deverão assumir as políticas de racionalização e conservação de energia, tendo em vista os elevados níveis de desperdício e ineficiência com que se utilizam os recursos energéticos para as diferentes necessidades.

2.1.3 Um Comparativo Mundo - Brasil

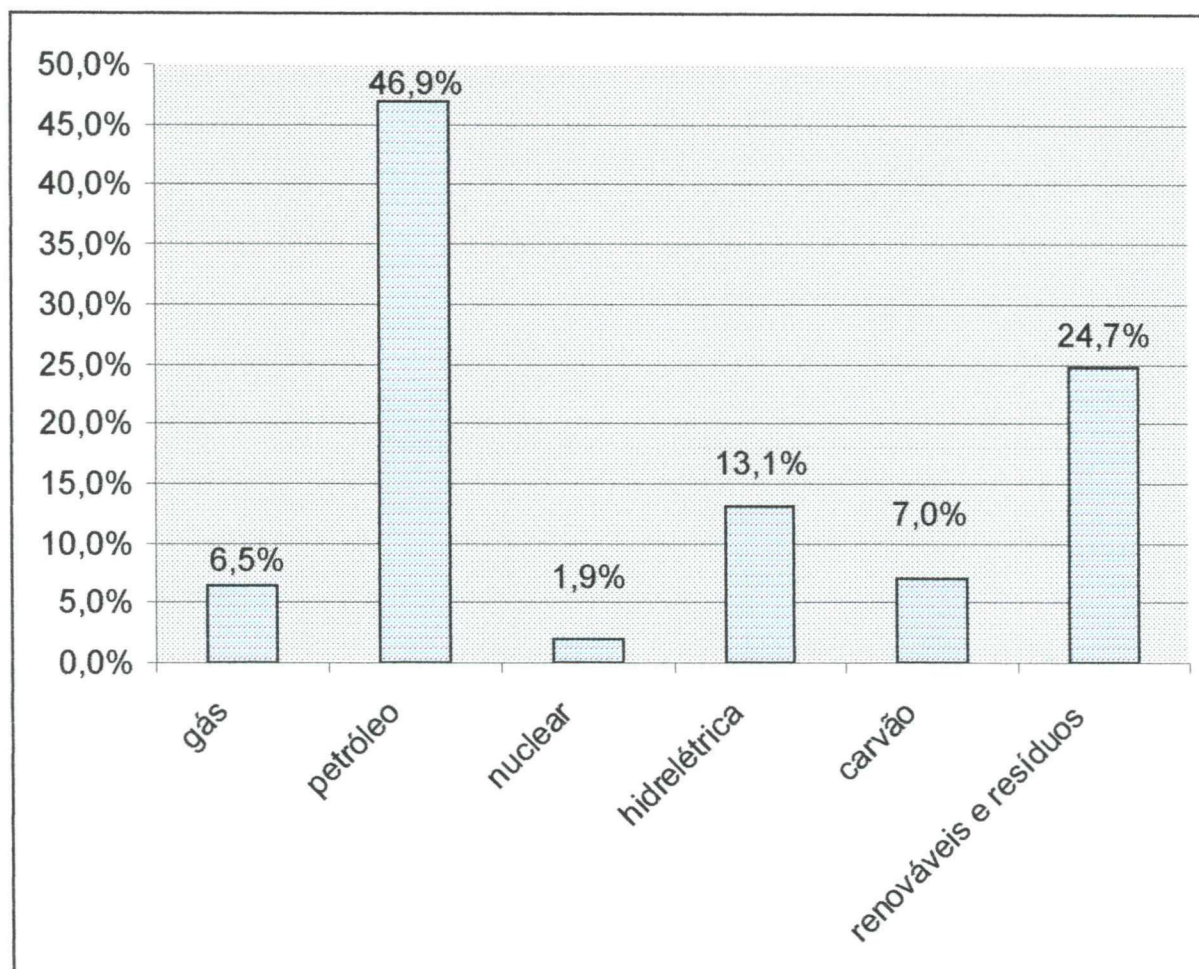
Apresenta-se a seguir através de dados e gráficos, uma comparação simples da utilização de energia e de geração de energia elétrica entre o Brasil e o Mundo, que poderá elucidar o foco atual entre energias renováveis e não-renováveis.

O gráfico da IEA – International Energy Agency (GRÁFICO 1) apresenta a participação relativa das fontes primárias de energia no Mundo para o ano de 2002, que engloba não só energia elétrica, mas todo o cenário energético. Observa-se que as principais são: 35,8% que provém do petróleo (Oil), 23,1% do carvão (Coal), 20,9% do Gás (Gas) e 6,7% Nuclear. Ou seja, 86,5% das fontes primárias de energia do mundo provém de energias poluentes e recursos escassos no Planeta. Ou seja, a participação de fontes renováveis de energia ainda é pouco significativa e longe de um patamar aceitável.

GRÁFICO 1 – OFERTA TOTAL DE ENERGIA PRIMÁRIA NO MUNDO EM 2002

Fonte: IEA (2002) – International Energy Agency

Para se fazer uma relação com o cenário nacional, a seguir o gráfico da IEA (GRÁFICO 2) apresentando a participação relativa das fontes primárias de energia no Brasil também para o ano de 2002. Observa-se que 46,9% provém do petróleo (Oil), 7% do carvão (Coal), 6,5% do Gás Natural (Gas) e 1,9% Nuclear. Ou seja, 62,3% das fontes primárias de energia do país provém de energias altamente poluentes e recursos escassos no Planeta. Ou seja, apesar da participação de fontes renováveis de energia ser maior que no resto do mundo, ainda apresenta um número muito significativo e também longe de um patamar aceitável para o desenvolvimento sustentável.

GRÁFICO 2 – OFERTA TOTAL DE ENERGIA PRIMÁRIA NO BRASIL EM 2002

Fonte: IEA (2002) – International Energy Agency

Quando analisada somente a produção de energia elétrica (TABELA 1), podemos traçar um comparativo que possibilita confirmar a diferença nacional em relação ao resto do mundo. A seguir, foram apenas dispostos de uma maneira diferenciada dados da IEA referentes à produção de eletricidade no Brasil e no Mundo para o ano de 2002.

Vale ressaltar duas grandes diferenças: a produção através do carvão de 38,84% para 2,42%, do gás 19% para 3,8% e do petróleo de 7,2% para 3,77%, ou seja, a produção com energias não-renováveis é significativamente menor no Brasil. Enquanto no Mundo apenas 16,59% da produção é através de energia hidráulica – renovável, esta é dominante no Brasil com 82,68% de participação.

TABELA 1 – FONTES DE PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE NO MUNDO E NO BRASIL EM 2002.

Origem	Mundo (GWh)	Particip. (%)	Brasil (GWh)	Particip (%)
- Carvão	6265095	38,84%	8334	2,42%
- Petróleo	1160796	7,20%	12981	3,77%
- Gás	3064884	19,00%	13105	3,80%
- Biomassa	139286	0,86%	11404	3,31%
- Resíduos	55908	0,35%	0	-
- Nuclear	2660441	16,49%	13837	4,01%
- Hidro	2676158	16,59%	284944	82,68%
- Geotérmica	52236	0,32%	0	-
- Solar PV	412	-	0	-
- Solar térmica	569	-	0	-
- Outras	54354	0,34%	40	0,01%
TOTAL	16130139	100,00%	344645	100,00%

Fonte: IEA (2002) – International Energy Agency

Pode-se questionar com isso o porquê da preocupação com energias renováveis no Brasil para geração de energia elétrica. A energia tradicional brasileira é a energia hidráulica. A característica fundamental do sistema energético brasileiro é a grande disponibilidade de recursos hídricos com o domínio da tecnologia de aproveitamento.

Porém, o potencial hidrelétrico brasileiro concentra-se em grandes empreendimentos hidrelétricos situados na **Bacia Hidrográfica do Amazonas, Paraná, Tocantins e do São Francisco**. Segundo dados da ANEEL e do MME (2005), 23 centrais hidrelétricas (com capacidade de geração superior a 1.000 MW) correspondem a 71,4% da capacidade instalada no país. A **Bacia do Amazonas** é pouco utilizada devido ao relevo de planícies inapropriado à construção de Usinas Hidrelétricas, além de apresentar grande biodiversidade, o que acarretaria em um impacto ambiental (de repercussão social) muito alto e, ainda, grande distância dos principais centros de demanda de energia. Já na **Bacia do Paraná** encontra-se

quase dois terços da capacidade instalada, isso devido ao desenvolvimento econômico elevado da região centro-sul aliado ao relevo predominante de planaltos que incentivaram as construções na região.

Como já mencionado, a energia hidráulica é renovável, porém não é considerada uma energia alternativa devido aos grandes impactos das construções de Usinas que vão desde a formação de grandes reservatórios e, conseqüentemente, a inundação de grandes áreas, sendo que muitas áreas eram consideradas produtivas e de grande diversidade biológica. Ainda, existe a necessidade de deslocamento do contingente populacional afetado e a realocação dos animais silvestres da região, ocasionando grandes distúrbios no meio ambiente e em seu curso natural. Além, é claro, dos perigos inerentes de rompimento de barragens e acidentes relacionados, que podem causar problemas de diversas ordens e dimensões.

Apesar da possibilidade desses impactos serem de certa forma amortizados com estudos prévios de ordens geológicas, hidrológicas e sócio-ambiental, é preciso lembrar e reforçar os custos de oportunidade relacionados a tais investimentos. Custos estes que podem ser elevadíssimos para as próximas gerações. Desenvolver de forma sustentável parece ser a ordem principal, no entanto incentivar, ou mesmo dar continuidade aos investimentos que geram conseqüências tão grandes ao meio ambiente parece ser no mínimo irracional. Aliado ao processo de interiorização do país e com o esgotamento dos melhores potenciais das regiões Sul e Sudeste, os investimentos tendem a se orientar em direção aos potenciais renováveis e alternativos.

2.2 ENERGIA ELÉTRICA COMO BASE PARA O DESENVOLVIMENTO

O estudo DESAFIOS GLOBAIS, OPORTUNIDADES GLOBAIS (2002, p.05) preparado pelo Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas para a Cúpula do Desenvolvimento de Joanesburgo ainda apresenta que:

Nos países desenvolvidos as pessoas consomem até dez vezes mais combustível fóssil do que nos países em desenvolvimento. O consumo de combustível fóssil e as emissões de CO₂, em uma base per capita, são dez vezes mais elevados na América do Norte do que nas regiões em desenvolvimento. As emissões de CO₂ per capita na Europa equivalem à metade dos níveis encontrados na América do Norte devido à diferença dos padrões de transporte, habitação, produção e consumo.

Para Rui Namorado ROSA em O IMPACTO POLÍTICO-ECONÔMICO DO PICO DO PETRÓLEO (2005, p.01):

A energia é um fator de produção determinante para o desenvolvimento socioeconômico. No período de meio século, de 1950 a 2000, o produto bruto agregado a nível mundial cresceu à taxa anual de 3,9% enquanto o comércio de mercadorias e serviços cresceu, ainda mais rapidamente, à taxa de 6,0%; foi a globalização a galope; entretanto, o consumo mundial de combustíveis fósseis aumentou à taxa anual de 3,5%, dupla da taxa de crescimento demográfico (...) O crescimento do investimento, da produção e do comércio mundiais verificado ao longo do último século, não seria possível e só encontra paralelo no crescimento do consumo de energia, particularmente do petróleo.

E ainda indaga “estaremos já a assistir a essa crise irreversível do capitalismo?”, o que com certeza é uma questão pertinente.

LOPES (1999, p.02) também releva a importância:

É importante destacar desde logo que sendo a energia insumo indispensável ao funcionamento de toda e qualquer atividade humana, seu equacionamento envolve a consideração de todos os sistemas de produção, circulação e consumo do tecido social. Assim, o planejamento energético, além de reclamar um enfoque multidimensional, deve ser encarado numa perspectiva de longo prazo, mesmo porque os investimentos necessários são de grande vulto e de longa maturação.

Com o passar do tempo e o forte desenvolvimento tecnológico, a utilização de energia foi se tornando cada vez mais indispensável ao modo de vida moderno. Sendo que se consolidou fundamental não somente no âmbito tecnológico para o processo de transformação, de produção, mas também no dia-a-dia da vida de grande parte da população mundial, em maior ou menor escala de uso. Sendo

impossível pensar na dinâmica do modelo capitalista e seus grandes avanços tecnológicos sem os avanços obtidos na geração, transmissão e distribuição de energia. Isso vale não só no âmbito tecnológico, se reflete também no social, visto que como infra-estrutura básica influi diretamente nas condições de vida da população e nas transformações socioeconômicas das regiões.

Como vetor de desenvolvimento nacional, fator estratégico para o crescimento da economia, os empreendimentos em energia devem ser extremamente focados, ligados à uma política energética de acordo com princípios que visem benefícios presentes e futuros para toda a nação. Por isso e outras diversas aplicações da energia nas mais diversas áreas, é que a questão energética se torna tão polêmica e alvo de tantos estudos. E se torna assim, mais que uma questão de simples suprimento, mas uma questão estratégica para o desenvolvimento de um país.

Do trabalho desenvolvido pela WEA na Avaliação Mundial de Energia (2002)¹⁸, pode-se observar a extrema importância dada ao assunto:

Social equity issues and environmental impacts are the two most critical energy-linked threats to sustainability. Secure supplies of affordable energy services are a pre-requisite to, and an essential ingredient of, economic growth and human development. However, critical problems – the most serious being equity issues and environmental impacts – are linked to current patterns of energy production, distribution and use (...) Energy-linked emissions pollute and degrade the environment at the local, regional and global levels.¹⁹

Características específicas do setor como a necessidade de grande densidade de capital, baixa e longa taxa de retorno, além de ser considerado um setor de monopólio natural, o que conduz a dificuldades para alavancar investimentos de iniciativa privada.

¹⁸ World Energy Assessment: Energy and the Challenge of Sustainability.

¹⁹ Problemas de equidade social e impactos ambientais são duas das ameaças mais críticas associadas à sustentabilidade. Assegurar a oferta de energia é essencial para que se atinjam os objetivos econômicos, sociais e ambientais inter-relacionados do desenvolvimento sustentável. Mas para alcançar essa importante meta, os tipos de energia que produzimos e as formas como os utilizamos terão que mudar. Do contrário, danos ao meio ambiente ocorrerão mais rapidamente, a desigualdade aumentará e o crescimento econômico global será prejudicado. Emissões poluente associadas à energia poluem e degradam o ambiente em escala local, regional e mundial.

Segundo o estudo do IBE - INICIATIVA BRASILEIRA DE ENERGIA (2002, p.03):

A demanda de energia em vários países em desenvolvimento duplicou, um crescimento que deve continuar nos próximos 20 anos, aumentando a pressão sobre o meio ambiente, os recursos naturais, o comércio e o desenvolvimento internacionais, a competitividade industrial, bem como a saúde e o bem-estar públicos. Se a taxa de crescimento global do uso de energia primária, de cerca de 2% ao ano, continuar, o consumo de energia duplicará até 2035, em relação a 1998. Claramente, mais energia será necessária para abastecer o crescimento econômico global e criar oportunidades de acesso a serviços adequados de energia nos países em desenvolvimento.

A seguir é apresentada uma relação comparando diversas fontes de dados diferentes sobre o crescimento do consumo mundial de energia e que foi apontada no estudo brasileiro.

TABELA 2 – PROJEÇÕES DE CONSUMO DE ENERGIA POR REGIÃO, 2000-2005
% aa.

GRUPOS DE PAÍSES	IEO (2004)	IEO (2002)	IEO (2001)	DRI - WEFA	IEA
Mundo	1,8	2,1	2,1	2,1	2
Industrializados	1,1	1,2	1,1	1,1	0,9
Em Desenvolvimento	2,8	3,3	3,4	2,7	3,4
EE/FSU	1,5	1,5	1,4	1,3	1,6

Fonte: Relatório de Apoio a Iniciativa Brasileira de Energia

Observa-se que mesmo as projeções de diferentes Organizações do setor (IEO, DRI, IEA), apenas mostram pequenas variações. Solidifica-se a tendência de que todos os estudos apresentam menores taxas aos países industrializados, maiores taxas de crescimento para os países em desenvolvimento, seguidas das taxas dos países da EE/FSU²⁰.

Como BOULDING (1966, p.03) afirma:

The large energy inputs which we have obtained from fossil fuels are strictly temporary. Even the most optimistic predictions would expect the easily available

²⁰ Denominação utilizada para os países em estruturação.

supply of fossil fuels to be exhausted in a mere matter of centuries at present rates of use. If the rest of the world were to rise to American standards of power consumption, and still more if world population continues to increase, the exhaustion of fossil fuels would be even more rapid²¹.

Assim, a essencialidade da energia elétrica torna o setor um pilar para o desenvolvimento nacional, que deve considerar questões sociais no que tange ao atendimento contínuo de toda a população sem deixar de lado a questão ambiental.

²¹ Os grandes montantes de entrada de energia que temos obtido dos combustíveis fósseis são estreitamente temporários. Mesmo as previsões mais otimistas esperariam que o estoque mais facilmente disponível de combustíveis fósseis sejam liquidados em alguns séculos baseados nas atuais taxas de uso. Se o resto do Mundo utilizassem os padrões de consumo d energia americanos, e ainda mais se a população mundial continuar a crescer, a exaustão dos combustíveis fósseis seria ainda mais rápida.

3 OUTPUT: RSU - RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Como visto no capítulo de desenvolvimento sustentável, a obsessão da sociedade por produção e consumo deixando de lado os aspectos do estado de bem-estar humano, distorce o processo de transformação tecnológica da forma mais indesejável. Boulding, já em 1966, questionava os desperdícios envolvidos na obsolescência planejada, na publicidade competitiva e na pouca qualidade dos bens de consumo.

Como produto final da ação humana, como “output” do processo de transformação, os resíduos tem fundamental importância para o desenvolvimento sustentável. Quando se fala em resíduos se faz referência às todas as formas de resíduos, na atmosfera (gases), líquidos ou sólidos. Porém, talvez de forma ainda relevante por sua inerência à simples atividade de produção e consumo, existe a questão dos chamados resíduos sólidos urbanos, comumente denominados de lixo. Dada a possibilidade de comprar mais, produtos se tornam desnecessários e obsoletos com mais facilidade criando uma cultura de desperdício.

TABELA 3 – QUANTIDADE E PROPORÇÃO DE LIXO COLETADO, GRANDES REGIÕES 2000.

Regiões	Lixo coletado (ton/dia)	Proporção
Norte	11.067,10	5%
Nordeste	41.557,80	18%
Sudeste	141.616,80	62%
Sul	19.874,80	9%
Centro-Oeste	14.296,50	6%
Brasil	228.413,00	100%

Fonte: IBGE – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000

Segundo censo do IBGE (2000) no Brasil o lixo urbano coletado, ou seja, sem contabilizar o lixo não-coletado, é de 228.413 toneladas/dia, o que representaria cerca de 0,8 Kg diários por cada um da população estimada em 182.420.808 de habitantes. Em pesquisa, mesmo estudos mais conservadores indicam uma relação entre 0,5kg e 1kg de lixo diário por habitante no Brasil, sendo que em países como

EUA chega-se a mensurar 2kg por habitante. Ou seja, o Lixo é diretamente proporcional à intensidade industrial do país e ao aumento populacional.

Baseado nos estudos de TEIXEIRA (2004)²², CARVALHO (2001, p.02) e do MMA – Ministério do Meio Ambiente, comumente, resíduo é associado ao lixo, sujeira, restos, mas o chamado lixo é tecnicamente denominado RSU - Resíduo Sólido Urbano. Até pouco tempo (pouco antes da primeira revolução industrial) o lixo era composto de restos e sobras de alimentos, no entanto com o desenvolvimento tecnológico e o sistema atual capitalista de produção, consumo e acumulação, ou seja, de desenvolvimento em geral, que ocasionou um aumento da quantidade de resíduos gerados e não utilizados pelo homem, se tornou qualquer material descartado e rejeitado pela sociedade. Com esse aumento generalizado, a contaminação do meio ambiente e os riscos à saúde humana, principalmente nas áreas urbanas se tornaram também um grande problema de insustentabilidade.

O MMA indica estimativas da “produção” anual de lixo no mundo chegam a 44 milhões de toneladas segundo dados de centros de pesquisa, a maior parte dos resíduos recolhidos nos centros urbanos não tem destino certo, e é simplesmente jogada sem qualquer cuidado em depósitos existentes nas periferias das cidades. Como o crescimento das áreas urbanas não levou em consideração a necessidade de adequação de locais específicos para depósito e tratamento dos resíduos sólidos, o problema se agrava.

Mesmo quando o lixo é devidamente tratado, alguns problemas ainda persistem, no entanto dados afirmam que no Brasil 59% do lixo produzido é lançado a céu aberto (IBGE, 2000). Segundo dados da Secretaria do Estado de SP, a produção de lixo somente em São Paulo capital é de 15 mil toneladas por dia, sendo que desse total, somente 0,1% passa por algum tipo de reciclagem, o desperdício somente de material reciclável é calculado em cerca de trezentos milhões ao ano²³.

²² Antonio Carlos Teixeira é jornalista pós-graduando em Ciências Ambientais pela UFRJ. Publicado em Revista Eco 21, Ano XIV, Edição 87, Fevereiro 2004. Disponível em <www.eco21.com.br>

²³ Informações disponíveis em <<http://www.al.sp.gov.br>>

3.1 A RELAÇÃO ENTRE RESÍDUOS E DESENVOLVIMENTO

Desde as civilizações antigas os resíduos já eram problemas quando era praticado o lançamento desses em áreas afastadas ou em rios, por exemplo. Há menção na história antiga quanto ao uso do fogo para destruição dos restos inaproveitáveis, bem como ao seu aterramento. No entanto, somente há aproximadamente um século é que surgiram soluções consideradas racionais para solução dos resíduos. O elevado crescimento da população e o rápido desenvolvimento industrial e tecnológico que ocorreu durante o último século e, ainda de forma mais rápida após a segunda guerra mundial, o consumismo irracional trouxe diversos problemas para o meio ambiente, dentre os quais os resíduos. FIGUEIREDO (1994, p.85-103)

Segundo ROMAN (1996, p.04):

A partir da Revolução Industrial no século XVIII, a humanidade passou a produzir bens em escala cada vez maior, o que passou a exigir cada vez maior quantidade de matéria-prima. Também se observou um acréscimo considerável de população que se concentrou cada vez mais nos centros urbanos que emergiam. Por consequência, os problemas ambientais decorrentes desses dois aspectos tomaram-se cumulativos. Contudo, a poluição ambiental só passou a ser tratada como um problema econômico a partir da segunda metade deste século.

Analogamente, para FIGUEIREDO (1994, p.92):

A revolução industrial teve início a partir de uma mudança do pensamento econômico, que passou a desempenhar um papel fundamental nas relações entre o 'homem' e a 'natureza'. Esta mudança consiste basicamente na substituição do pensamento fisiocrata, liderado por François Quesnay no século XVIII, pela escola clássica, consolidada por Adam Smith na segunda metade do século XVIII.

Ainda, segundo NUSDEO apud ROMAN (1996, p.04):

Todas as atividades humanas geram resíduos e interferem, de uma ou de outra forma, nas condições do meio. O fato, porém, é que, atualmente, a utilização de recursos naturais e o despejo de resíduos no meio ambiente já são, na maioria dos casos, muito superiores à capacidade do meio de absorver esses resíduos e de renovar recursos.

Segundo ROMAN (1996, p.05), é preciso enfatizar também que a industrialização foi responsável pela criação de produtos não-recicláveis

naturalmente e que enquanto antigamente a durabilidade do produto definia sua qualidade, hoje passou-se a valorizar a embalagem que contém o produto. Vive-se a era do descartável, e “parece incrível que a propaganda tenha conseguido convencer a sociedade contemporânea disso”.

Para FIGUEIREDO (1994, p.98-99):

além dos novos requisitos da indústria emergente, motivadores da difusão dos materiais artificiais ou sintéticos e da intensificação energética, um aspecto importante está relacionado à distribuição espacial das populações que se deu em decorrência deste processo de industrialização. Neste sentido, em um curto período de tempo observou-se em todo o mundo ocidental uma maciça migração do homem do campo para os meios urbanos industrializados, o que implicou em graves problemas sociais e de saúde pública e um agravamento da questão dos resíduos urbanos, em função das altas concentrações em que se passaram a ser gerados e liberados.

Percebe-se que o processo de transição de um modo de vida antigamente simples e com baixa ou nenhuma escala industrial intensificou o processo de geração de resíduos, caracterizados pelos resíduos sólidos urbanos, pelo movimento migratório rural-urbano. Assim, o modelo de desenvolvimento e os padrões de vida atuais, principalmente nas cidades (pela alta concentração da população e seu estilo de vida de produção e consumo exponencial). Nesse aspecto, são demasiadamente grandes os impactos desses resíduos para toda a população. Sem dúvida nenhuma, a atual sociedade pode ser caracterizada como a **“sociedade do lixo”**.

3.2 AS CONSEQUÊNCIAS DO RSU PARA O BEM-ESTAR HUMANO

Segundo o Manual de Saneamento – FUNASA, “os resíduos sólidos constituem problema sanitário de importância, quando não recebe os cuidados convenientes. As medidas tomadas para a solução adequada do problema dos resíduos sólidos têm, sob o aspecto sanitário, objetivo comum a outras medidas de saneamento: de prevenir e controlar doenças a eles relacionadas”. A importância ambiental dos resíduos sólidos reside na disposição adequada de resíduos sólidos com objetivo de reduzir o impacto ao meio ambiente evitando contaminação do solo, dos recursos hídricos e do ar.

Estes resíduos, recursos naturais explorados e não reutilizados ou reciclados, trazem diversas conseqüências ao bem-estar não só humano, mas de todos os seres vivos à medida que se tornam poluentes seja no solo, no ar ou nas águas, impactando fortemente no desenvolvimento dos ciclos naturais do meio ambiente. São diversos e inúmeros os problemas e conseqüências dos resíduos sólidos urbanos ao meio ambiente e ao homem e aqui serão apresentados alguns dos principais. Neste aspecto englobam-se todos os tipos de lixo, seja ele domiciliar, comercial, industrial, hospitalar, agrícola, da construção civil, etc.

A questão dos RSU está intimamente ligada à questão sanitária. Segundo agenda 21 até o final do século, mais de 2 bilhões de pessoas não terão acesso aos serviços sanitários básicos e estima-se que a metade da população urbana dos países em desenvolvimento não contará com serviços adequados de depósito dos resíduos sólidos. Segundo AGENDA 21 (1992, p.404), "Não menos de 5,2 milhões de pessoas, entre elas quatro milhões de crianças menores de cinco anos, morrem a cada ano devido a enfermidades relacionadas com o lixo. Os resultados para a saúde são especialmente graves no caso da população urbana pobre", sem condições de prevenção e tratamento. As conseqüências do manejo pouco adequado do lixo para a saúde e o meio ambiente ultrapassam o âmbito dos estabelecimentos carentes de serviços e se fazem sentir na contaminação e poluição da água, da terra e do ar em zonas mais extensas.

A poluição indiscriminada, por exemplo, nos cursos de água como destino final de resíduos sólidos ou líquidos pode acarretar em assoreamento além de contaminação e variação da temperatura. E, à medida que tornam a água poluída e biologicamente sem nutrientes, ou mesmo com a variação de temperaturas, pode ocasionar a quebra do ciclo vital de diversas espécies tanto da fauna quanto da flora aquática e daquelas que depende da água para sobreviver. Segundo estudo DESAFIOS GLOBAIS, OPORTUNIDADES GLOBAIS (2002, p.15) preparado pelo Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas para a Cúpula do Desenvolvimento de Joanesburgo, "no mundo inteiro, cerca de metade das terras alagadas foi perdida, e mais de 20% das cerca de 10.000 espécies conhecidas de água doce foram extintas, ou estão ameaçadas ou em perigo. No ano 2025, cerca de metade da população mundial – aproximadamente 3,5 bilhões de pessoas – viverá em áreas passíveis de falta de recursos hídricos".

A poluição em cursos de água pelo lixo é agravada pelo chamado chorume. O chorume é um líquido negro característico de materiais orgânicos em processo de decomposição e quando é inserido nos cursos de água tanto pela depressão natural do terreno onde o lixo se encontra quanto através das chuvas, provoca a redução de oxigênio das águas, podendo exterminar os organismos aeróbios importantes para a manutenção do ciclo natural do meio ambiente.

Segundo CARVALHO (2001) o lixo afeta diretamente a saúde do ser humano, pois é um fator importante para transmissão de doenças à medida que fornece alimento, abrigo e favorece a proliferação de vetores de doenças. Organismos estes que, em geral, são pouco resistentes às condições do meio exterior e utilizam assim o lixo como nicho ecológico. Os chamados agentes patogênicos, microvetores, que se beneficiam dos resíduos sólidos em contato com o homem podem causar o surgimento de diversas doenças respiratórias, epidérmicas e intestinais. Doenças como a gastroenterites causada por cloriformes fecais, a leptospirose, a tuberculose, a amebíase, etc. Ainda, o lixo contribui para a proliferação dos chamados macrovetores e sua contaminação como os ratos, pulgas, moscas, mosquitos, baratas, porcos, e até mesmo o gado, cães e gatos. As doenças podem ser transmitidas ao homem por mordidas, urinas, fezes, picadas, partes do corpo, e até mesmo pela ingestão de carne contaminada como o caso do gado e do porco. As enfermidades transmitidas são inúmeras como a febre amarela, dengue, cólera, malária, teníase, cisticercose, etc. Não cabe ao presente estudo enumerar as características e conseqüências dessas doenças ao homem ou as diversas formas de transmissão, porém ressaltar a importância que o lixo apresenta na questão de saúde e bem-estar do homem e do meio ambiente.

3.3 DESTINO E TRATAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Os padrões de produção e consumo não sustentáveis do modo de vida atual está aumentando a quantidade e variedade dos resíduos persistentes no meio ambiente em um ritmo muito acelerado. A tendência é que as quantidades de resíduos produzidos até o fim do século possam quadruplicar ou quintuplicar até o ano 2025. Sendo que, “uma abordagem preventiva do manejo dos resíduos centrada na transformação do estilo de vida e dos padrões de produção e consumo oferece as maiores possibilidades de inverter o sentido das tendências atuais” (AGENDA 21, 1992, p.390).

O capítulo 21 da AGENDA 21 (1992, p.389) – “Manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com esgotos” indica que:

O manejo ambientalmente saudável desses resíduos deve ir além do simples depósito ou aproveitamento por métodos seguros dos resíduos gerados e buscar resolver a causa fundamental do problema, procurando mudar os padrões não sustentáveis de produção e consumo. Isso implica na utilização do conceito de manejo integrado do ciclo vital, o qual apresenta oportunidade única de conciliar o desenvolvimento com a proteção do meio ambiente.

E aponta:

Em consequência, a estrutura da ação necessária deve apoiar-se em uma hierarquia de objetivos e centrar-se nas quatro principais áreas de programas relacionadas com os resíduos, a saber:

- (a) Redução ao mínimo dos resíduos;
- (b) Aumento ao máximo da reutilização e reciclagem ambientalmente saudáveis dos resíduos;
- (c) Promoção do depósito e tratamento ambientalmente saudáveis dos resíduos;
- (d) Ampliação do alcance dos serviços que se ocupam dos resíduos.

Como indica a cartilha do lixo da Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo (2002), na prática o essencial é reduzir, de todas as formas possíveis a quantidade dos resíduos sólidos gerada, e também reutilizar o lixo que não é lixo. E, reciclar permitindo transformar os materiais recicláveis componentes dos resíduos sólidos urbanos em produtos úteis novamente sem necessidade de reprodução.

Os tratamentos e possíveis soluções dos problemas relacionados ao lixo estão completamente interligados com dois aspectos anteriormente citados, o aspecto qualitativo e quantitativo. Assim, estudos das características físicas,

químicas, físico-químicas e biológicas do lixo são essenciais para orientar estas soluções, características estas que são diferentes de acordo com a localização, devido à conscientização da população, resíduos ligados à atividades econômicas específicas e outros.

Como foi mencionado, as estimativas da produção anual de lixo chegam a 44 milhões de toneladas, sendo que a maior parte dos resíduos dos centros urbanos não tem destino certo. Sendo que, grande parte é simplesmente jogada sem qualquer cuidado em depósitos existentes nas periferias das cidades. Por exemplo, no Brasil 59% do lixo produzido é lançado a céu aberto (IBGE, 2000) e segundo dados da Secretaria do Estado de São Paulo, somente 0,1% do total de 15 mil toneladas diárias de lixo passa por algum tipo de reciclagem a produção de lixo. Pode-se dizer que esta é uma pequena amostra da relevância do problema no Brasil e no Mundo. Está claro que o crescimento das áreas urbanas não levou em consideração a necessidade de adequação de locais específicos para depósito e tratamento dos resíduos sólidos.

O censo demográfico do IBGE (2000) na TABELA 4 indica as proporções do destino do lixo nas grandes regiões, sendo que para o Brasil 79% do lixo é coletado, 11% é queimado na propriedade, 1% é enterrado na propriedade e 7,4% é jogado em terreno baldio ou logradouro.

TABELA 4 - PROPORÇÃO DE DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES, POR DESTINO DO LIXO – GRANDES REGIÕES 2000 (%)

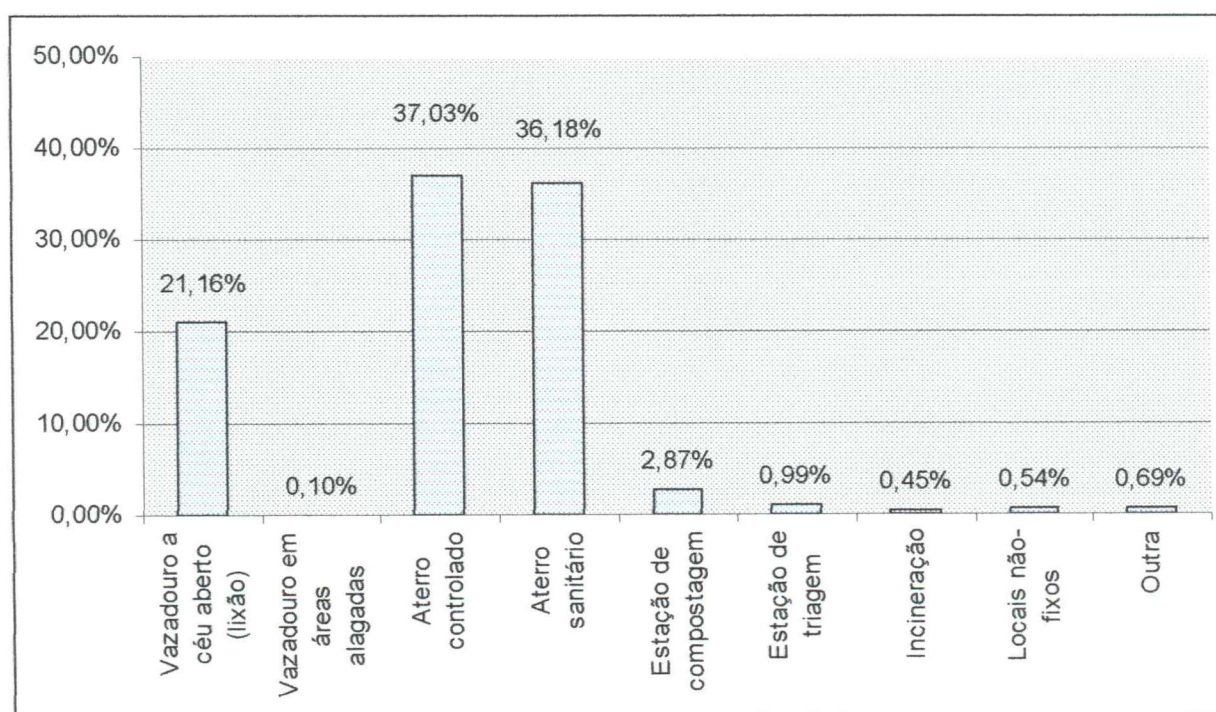
Regiões	Coletado	Queimado	Enterrado	Jogado	Outro destino
Norte	57,72	26,81	1,79	12,38	1,3
Nordeste	60,59	14,77	1,39	20,01	3,24
Sudeste	90,32	6,6	0,43	2,25	0,4
Sul	83,55	11,69	2,42	1,7	0,63
Centro-Oeste	81,71	13,13	1,64	2,8	0,72

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 1991/2000.

Observa-se que, com exceção das regiões consideradas mais pobres como o Norte e o Nordeste, grande parte do lixo é coletado nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Isto indica que

O tratamento de resíduos sólidos envolve locais apropriados de despejo de acordo com as características de cada tipo de resíduo, além da aplicação de controles ambientais mais rígidos nesses depósitos. O aumento da quantidade de resíduos de maior persistência, especialmente nos países industrializados, contribuíram em conjunto para o rápido aumento dos custos dos serviços de depósito dos resíduos. Estudos citam que estes custos podem duplicar ou triplicar até o final da década. Algumas das práticas atuais de depósito ameaçam o meio ambiente. Na medida em que se modifica a economia dos serviços de depósito de resíduos, a reciclagem deles e a recuperação de recursos ficam cada dia mais rentáveis. Os futuros programas de manejo de resíduos devem, portanto, aproveitar ao máximo as abordagens do controle de resíduos baseadas no rendimento dos recursos. Atividades estas que devem realizar-se em conjunto com programas de educação do público.

GRÁFICO 3 - QUANTIDADE DIÁRIA DE LIXO COLETADO, POR UNIDADE DE DESTINO FINAL DO LIXO COLETADO, SEGUNDO AS GRANDES REGIÕES – 2000 (%)



Fonte: IBGE – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000

No GRÁFICO 3 se apresenta o destino do lixo após coletado. No qual o aterro parece ser o mais cotado seguido do “lixão” (vazadouro aberto), o que é ainda pior. Neste percebe-se o descaso com o devido tratamento até mesmo do lixo que é coletado.

Uma possibilidade de tratamento é a reciclagem que segundo o COMPAM, “é um conjunto de técnicas que tem por finalidade aproveitar os detritos e reutilizá-los no ciclo de produção de que saíram”.

É de conhecimento que os ciclos naturais de decomposição e reciclagem da matéria podem aproveitar os resíduos gerados pelo homem, no entanto a quantidade de resíduos que está sendo gerada é muito superior à quantidade que o sistema pode sustentar. Ainda, o problema se agrava a medida que muitas das substâncias e resíduos extraídos do meio ambiente e transformados pelo homem não são biodegradáveis. Ou seja, aliando-se os aspectos quantitativos e qualitativos do lixo, os resíduos são um aspecto fundamental para sustentabilidade do sistema.

A seguir, é apresentado (TABELA 5) um esquema com uma breve relação dos materiais e seus tempos estimados para decomposição natural no meio ambiente apresentado por CARVALHO (2001).

TABELA 5 – MATERIAIS E TEMPOS DE DECOMPOSIÇÃO

Material	Tempo
Papel	3 meses
Pano	6 meses
Cigarro	5 anos
Chicle	13 anos
Madeira pintada	30 anos
Nylon	30 anos
Plástico	100 anos
Metal	100 anos
Pneu	Indeterminado
Vidro	Indeterminado

Fonte: Lixo (Resíduos Sólidos) - Disponível em www.lixomil.vilabol.uol.com.br

Apesar de muitos materiais serem passíveis de reciclagem, alguns não o são como espelhos, lâmpadas, cerâmica, porcelana, tubo de TV, embalagens de biscoito, macarrão, esponja de aço, etc. Isso mostra uma pequena parcela do problema enfrentado, visto que todos estes materiais são presentes na vida de toda a população e de todos os setores da economia.

A CIÊNCIA HOJE (2000, p.47) aponta que a reciclagem pode ser muito mais barata para as empresas do que a produção de novas embalagens de alumínio por exemplo. Ainda, apresenta que:

Para ser feita a reciclagem, entretanto, deve haver a coleta seletiva do lixo, o que exige, além da participação da população, uma política específica nesse sentido. Um levantamento feito pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior estima que a implementação da coleta seletiva deva gerar um milhão de empregos, sendo a maioria deles para pessoas de baixa qualificação profissional. A coleta custaria oito vezes mais do que a tradicional mas, para Basto, "os benefícios obtidos indiretamente compensam, quando se faz uma análise sistêmica da questão, podendo significar uma economia de cerca de R\$ 10 bilhões por ano para o Estado.

Como se pode perceber o processo de reciclagem pode ser altamente benéfico do ponto de vista social, ambiental econômico.

Um outro processo utilizado para o tratamento de resíduos sólidos é a compostagem, que faz compostos orgânicos a partir do lixo, ou seja fazer adubo. Este processo embora seja uma prática remota, surge atualmente como um extravasamento do modo de pensar do homem moderno. A Compostagem apesar de não representar necessariamente a solução final para os problemas de escassez de alimentos ou de saneamento ambiental contribui significativamente como um elemento redutor dos danos causados pela disposição desordenada do lixo no meio urbano, além de propiciar a recuperação de solos agrícolas. Compostagem pode ser definido como ato ou ação de transformar os resíduos orgânicos, através de processos físicos, químicos e biológicos, em uma matéria biogênica mais estável e resistente à ação das espécies consumidoras.

O baixo custo operacional é uma das principais vantagens do aterro sanitário, além da capacidade de absorção diária de grande quantidade de resíduos, devem possuir condições especiais para a decomposição biológica da matéria orgânica presente no lixo. Os problemas associados a este método principalmente inclui, portanto, a possibilidade de poluição das águas superficiais e lençóis

subterrâneo pela ação do chorume, além da formação de gases nocivos e de odor desagradável. Os fatores limitantes deste método são: a disponibilidade de grandes áreas próximas aos grandes centros urbanos; a disponibilidade de material de cobertura diária; condições climáticas de operação durante o ano e a escassez de recursos humanos habilitados em gerenciamento de aterros. (MMA – Ministério do Meio Ambiente).

Os aterros são locais em que o lixo é depositado permitindo mantê-lo confinado sem causar maiores danos ao meio ambiente do que se estivesse em outros lugares. No aterro, o lixo é comprimido através de máquinas para diminuição do volume e é compactado e amassado sobre o solo, sendo posteriormente coberto por uma camada de areia, minimizando efeitos como odores, evitando incêndios e impedindo a proliferação de insetos e roedores. A compactação tem como objetivo reduzir a área disponível prolongando a vida útil do aterro. A distância mínima de um aterro sanitário para um curso de água deve ser de 400m. (COMPAM – Comércio de Papéis e Aparas Mooca Ltda).

Outro processo de tratamento é a incineração, definida como o processo de redução de peso e volume do lixo através da combustão, porém que afeta a atmosfera com gases poluentes. Segundo a COMPAM, a incineração consiste na queima do lixo a altas temperaturas em instalações chamadas "incineradores". E releva que "ainda existem muitos inconvenientes envolvendo seu uso. O problema mais grave deste método é o da poluição do ar pelos gases da combustão e por partículas não retidas nos filtros e precipitadores. Problemas estes muitas vezes ocasionados pela deficiência de mão-de-obra especializada". Sendo que "os gases remanescentes da incineração do lixo são: anidrido carbônico (CO₂); anidrido sulfuroso (SO₂); nitrogênio (N₂); oxigênio (O₂); água (H₂O) e cinzas", que são altamente prejudiciais ao meio ambiente e à vida.

Segundo QUEIMAR NÃO É A SOLUÇÃO (GREENPEACE, 2000, p.02):

Queimar já foi considerado o método mais eficiente de acabar com o lixo, seja ele de origem doméstica ou industrial. Entretanto, com o avanço da industrialização, a natureza dos resíduos mudou drasticamente. A produção em massa de produtos químicos e plásticos toma, hoje em dia, a eliminação do lixo por meio da incineração um processo complexo, de custo elevado e altamente poluidor. Longe de fazer o lixo desaparecer, a incineração acaba gerando ainda mais resíduos tóxicos, e tornando-se uma ameaça para a saúde pública e o ambiente.

Percebe-se, portanto, que a incineração não é um processo sustentável dentro dos conceitos apresentados. Assim como o processo de aterro sanitários não é sustentável e somente minimiza de forma insignificante o problema, sem dar um destino próprio, “escondendo” o problema.

Uma das soluções apontadas por OLIVEIRA apud CARVALHO (2001) é o aproveitamento energético do lixo. Este resíduo tem potencial calorífico por meio da queima direta ou de gaseificação; o aproveitamento calorífico do biogás ou GDL; ou a produção de um combustível sólido a partir dos restos alimentares, que é chamada de celulignina. Esta é queimada em caldeiras para mover turbinas a vapor ou com um combustor externo e mover turbina a gás.

Segundo a revista CIÊNCIA HOJE (2001, p.47-48) editada por CARNEIRO, a conversão de resíduos em energia elétrica pretende transformar o grande problema do lixo em uma riqueza em potencial. E afirma “O reaproveitamento do lixo urbano associado à reciclagem pode gerar, segundo Basto (Luciano Basto Oliveira é matemático da Agência Nacional do Petróleo), até 17% da energia consumida no país durante um ano”. Ainda, respalda que “desse percentual, cerca de 40% são provenientes da queima do lixo e o restante da economia feita com a reciclagem de materiais”. Apesar de colocar as possibilidades de obter energia elétrica de resíduos, com processos de incineração, gaseificação ou recuperação do gás oriundo da decomposição do lixo, existe a preferência pela chamada digestão acelerada, que consiste na “geração de gás metano associada à produção de adubo, ou ao uso da celulignina, combustível sólido de alto potencial energético (usado nas usinas termelétricas) produzido a partir da separação entre as partes líquida e sólida dos resíduos alimentares”, pois o processo de produção pode extrair produtos comercializáveis como o furfural, que é um insumo da indústria petroquímica que vale, segundo BASTO apud CIÊNCIA HOJE US\$ 1.500 por tonelada no mercado internacional, “o que poderia significar uma arrecadação de cerca de US\$ 500 milhões por ano para o país”. CIÊNCIA HOJE (2000, p.47)

Essa questão traz à tona, portanto, um outro ponto. Como a tecnologia pode contribuir para o desenvolvimento sustentável? Este será apresentado de uma melhor forma no capítulo seguinte.

4 TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL

O desenvolvimento de novas tecnologias, que aqui foi denominada “tecnologia sustentável” como uma tecnologia que contribui para a sustentabilidade do planeta, é de suma importância para a sobrevivência do Planeta como um todo. Como foi visto ao decorrer deste trabalho, o modelo atual de desenvolvimento e suas bases estruturais não poderão se sustentar por muito mais tempo. Um novo alerta sobre a relação entre atividade humana e meio ambiente, recursos naturais e poluição (nas suas diversas formas), já foi acionado. Atualmente, corre-se contra o tempo, para não só desenvolver o que é chamado de “tecnologias de limpeza”, com objetivo de limpar o que já está poluído, mas de relevância tão importante as “tecnologias limpas”, que desde o seu princípio não impactam significativamente sobre o meio ambiente.

Para MORHY (2004, p.01) o “desenvolvimento sustentável representa um grande desafio para a humanidade. Requer a integração de soluções nos campos econômico, social, político e ambiental. Exige mudanças no estilo de desenvolvimento da sociedade (...) uma verdadeira revolução cultural”. Ainda, lembra que existe “uma grande diferença de desenvolvimento entre os países e isso reflete o seu estágio de desenvolvimento científico (...) Em muitos países praticamente não há pesquisa científica, mas apenas a utilização de conhecimentos importados, o que é feito geralmente com grandes retardos”. Segundo o autor, “o Brasil não está entre os que de primeira linha no desenvolvimento científico mundial, mas também não está entre os mais atrasados. A base científica instalada no país é bastante diversificada e apresenta atividades comparáveis ao que há de melhor na ciência mundial”.

O investimento em C&T (Ciência e Tecnologia) é essencial e precisa ser um pilar de desenvolvimento estratégico. MORHY (2004, p.02) apresenta dados recentes da National Science Foundation que registram o Brasil na vigésima nona posição de investimentos no setor em relação ao PIB. Ainda, segundo o autor a Comissão Interministerial de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da AGENDA 21 brasileira, criada no governo Fernando Henrique Cardoso, “está realizando estudos, visando a redefinir o modelo de desenvolvimento do Brasil com fundamentos nos novos conceitos de sustentabilidade social e ambiental”.

Um ponto que evidencia a importância da questão é a AGENDA 21 Brasileira apud MORHY (2004, p.01), cujos temas centrais são :

- 1) Agricultura Sustentável
- 2) Cidades Sustentáveis
- 3) Infra-estrutura e Integração Regional
- 4) Gestão dos Recursos Naturais
- 5) Redução das Desigualdades Sociais
- 6) Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Sustentável

A AGENDA 21 (1992, p.393) considera como meio de implementação dos objetivos propostos como os “Meios científicos e tecnológicos”, considerando que é preciso:

- (a) Empreender um exame contínuo da eficácia de todos os instrumentos de redução ao mínimo dos resíduos e identificar novos instrumentos que possam ser utilizados, assim como técnicas por meio das quais esses instrumentos possam ser colocados em prática nos países. Devem-se desenvolver diretrizes e códigos de conduta;
- (b) Promover a prevenção e a redução ao mínimo dos resíduos como objetivo principal dos programas nacionais de manejo de resíduos;
- (c) Promover o ensino público e uma gama de incentivos reguladores e não reguladores para estimular a indústria a modificar o projeto dos produtos e reduzir os resíduos procedentes dos processos industriais mediante o uso de tecnologias de produção mais limpas e boas práticas administrativas, assim como estimular a indústria e os consumidores a utilizar tipos de embalagens que possam voltar a ser utilizados sem risco;
- (d) Executar, de acordo com as capacidades nacionais, programas-piloto e de demonstração para otimizar os instrumentos de redução dos resíduos;
- (...) (f) Facilitar a transferência de tecnologias de redução dos resíduos para a indústria, principalmente nos países em desenvolvimento, e estabelecer normas nacionais concretas para os efluentes e resíduos sólidos, levando em consideração, inter alia, o consumo de matérias primas e energia

Estes dois documentos políticos apresentam de forma clara a importância dos temas tratados até agora, a energia elétrica e os resíduos sólidos urbanos, que englobam-se em praticamente todos os pontos abordados por eles.

A questão energética se mostrou um ponto chave dentro do conceito de desenvolvimento sustentável nos impactos ao meio ambiente, com a utilização de recursos na origem, na transformação e na emissão de poluentes. LOPES (1999, p.02) ressaltou a importância da área ressaltando a dinâmica do sistema tecnológico:

Na área energética, esta dinâmica é de especial relevância, tendo em vista que, em função de avanços tecnológicos, altera-se a taxa de substitutibilidade técnica entre os diferentes energéticos, fazendo com que a compatibilização entre usos e fontes da matriz energética possa ser melhorada, tanto em termos técnicos como econômicos. Dentre as conseqüências do progresso tecnológico pode-se citar: a maior eficiência na utilização dos recursos energéticos já conhecidos; o surgimento de utilidades adicionais para os mesmos e a descoberta de novos recursos energéticos.

Pode-se afirmar que nas últimas décadas, o desenvolvimento de tecnologias de energias alternativas para o suprimento de energia elétrica de forma sustentável, foi demasiadamente elevado e crescente. Como exposto, observou-se que preocupação ambiental procurando preservar e garantir o futuro do planeta fomentou de forma expressiva o desenvolvimento de tecnologias de energias alternativas e renováveis para a geração de energia.

Como foi apresentado no tópico de energias renováveis²⁴, o lixo (resíduos sólidos urbanos) é uma forma de biomassa e pode ser utilizado como fonte de energia. Isso é possível, pois o lixo contém materiais orgânicos (biomassa). CARVALHO (2001) salienta algo que foi demonstrado no capítulo 3:

Diariamente produzido em todos os lugares do planeta é armazenado, ainda hoje, de maneira incorreta e inapropriada prejudicando o meio ambiente de diversas formas, poluindo o ambiente através de gases na atmosfera prejudiciais à saúde dos seres vivos, poluindo os mananciais de águas à medida que o lixo libera o chamado "chorume" que se infiltra na terra prejudicando a qualidade da água, entre outras conseqüências. Além disso, é um problema que tende a crescer de forma exponencial, à medida que cresce a produção e o consumo sem que exista um destino certo para esses resíduos de forma a reaproveitar os recursos utilizados, se tornando assim um dos principais problemas ambientais a serem combatidos.

De um lado existe a necessidade de manutenção do atual nível de desenvolvimento, demandando geração de energia utilizando, assim, os recursos naturais disponíveis. Enquanto, por outro lado, existe a necessidade de utilizar esses de forma sustentável para não prejudicar a capacidade das próximas gerações. Nesse sentido, promover o incentivo a novas tecnologias através de fontes alternativas e renováveis de geração de energia é de extrema relevância. Dentro desse contexto para a sustentabilidade do atual sistema, existe a questão do lixo gerado pela produção e consumo dos mais diversos tipos, que prejudica o meio

²⁴ Veja o tópico 2.1.1

ambiente e a saúde humana, para o qual ainda não foi identificada uma solução definitiva.

Sendo assim, o desenvolvimento de uma tecnologia de utilização do lixo como fonte de energia constitui uma inovação que pode aliar estas duas questões primordiais para a sociedade e o meio ambiente. Pois ameniza as conseqüências tanto do processo de geração de energia através de uma energia “limpa” quanto as do processo de armazenamento, tratamento e destinação do lixo. Dessa forma constitui uma possível solução para utilizar os recursos naturais disponíveis de forma mais racional e o estudo de sua viabilidade se torna essencial no âmbito tecnológico, econômico e social, de forma multidisciplinar.

Sendo assim, como forma de unir esses dois campos de estudo, esses dois pontos cruciais para o desenvolvimento sustentável do Planeta, existem estudos referentes à pesquisa e desenvolvimento para utilização do lixo como fonte de energia. Segundo informações do engenheiro SOARES (2005)²⁵, são duas as principais tecnologias desenvolvidas neste sentido, que são chamadas de “tecnologia de gaseificação à plasma” e a “tecnologia BEM”. A “gaseificação a plasma” é uma tecnologia patenteada por grupos alemães e norte-americanos. Resumidamente, esse processo transforma o lixo em gás, vapor e escórias ao entrar em contato com uma “tocha de plasma” de temperatura acima de 5.000°C. O gás e o vapor gerados são armazenados em reservatórios pressurizados que podem alimentar uma turbina para geração de energia em uma termoelétrica. No entanto, esse processo esbarra numa tecnologia importada com custos exorbitantes e de difícil acesso e domínio à nível nacional²⁶.

A “tecnologia BEM” (Biomassa-Energia-Materiais) foi desenvolvida nacionalmente pelo Grupo Peixoto de Castro²⁷ na cidade de Lorena-SP após mais de dez anos de estudos e investimentos. Este processo está fundamentado na aplicação da ciência e tecnologia de metais refratários no revestimento de reatores químicos para processamento da biomassa (lixo). Ou seja, através de uma reação

²⁵ Antonio Luiz Soares é engenheiro mecânico pela UFPR – Universidade Federal do Paraná e responsável na área de Energia Alternativas da COPEL (Companhia Paranaense de Energia).

²⁶ Comunicação pessoal ao autor.

²⁷ O Grupo Peixoto de Castro é um dos mais tradicionais grupos empresariais do Brasil, fundado no fim dos anos 20. Possui empreendimentos com participação em vários segmentos da economia brasileira, destacando-se nas áreas em que atua pela liderança e avanços tecnológicos empregados.

química o lixo é processado e transformado em diversos produtos como carvão, óleo, sílica, açúcares e também a celulignina chamada de “pó combustível”. A celulignina é queimada em caldeira produzindo vapor que movimenta uma turbina que gera energia elétrica (em uma Pequena Central Termoelétrica). Portanto, a tecnologia BEM desenvolvida nacionalmente, pode se tornar uma alternativa viável e uma solução para a questão de tratamento e destinação do lixo, assim como para a geração de energia elétrica de forma alternativa e renovável. GRUPO PEIXOTO DE CASTRO (não publicado).

4.1 ESTUDO DE CASO – TECNOLOGIA BEM²⁸

A tecnologia BEM, também chamada de PROBEM, Programa Biomassa, Energia e Materiais, desenvolvida no Brasil durante os últimos 15 anos, caracteriza-se na aplicação da ciência e tecnologia de metais refratários no revestimento de reatores químicos para processamento de biomassa, ou seja, uma refinaria de biomassa, envolvendo dois processos: pré-hidrólise e conversão à baixa temperatura. É uma tecnologia totalmente inovadora no aproveitamento integral, com rejeito zero, de biomassa contendo celulose (fração orgânica dos lixões, palha de arroz, bagaço de cana, resíduos de reflorestamento, pó de serra, restos de colheitas, rejeitos de fruticultura, etc.), estando protegida em nome do Grupo Peixoto de Castro. Basicamente, a finalidade do programa é explorar o potencial produtor de biomassa do Brasil para resolver, de maneira auto-sustentada, dois grandes problemas brasileiros que são a escassez energética e de algumas matérias-primas químicas industriais, bem como a correta manipulação da biomassa residual. SAMPAIO, M.R. e OLIVEIRA, L.B (2000, p. 01-02)

Segundo o GRUPO PEIXOTO DE CASTRO (não publicado):

“Após uma década de P&D e, investimento superior a US\$ 10 Milhões, que resultaram em várias patentes de processos e, dois equipamentos principais: o reator de pré-hidrólise e reator de conversão a baixa temperatura, núcleo central da

²⁸ SAMPAIO, M.R. e OLIVEIRA, L.B. Aproveitamento de celulignina para geração elétrica em turbinas a gás. 2000.

Refinaria de Biomassa. Neste momento surge o grande desafio de implementar a construção das unidades industriais, no âmbito nacional e internacional.

4.1.1 Principais Aspectos Técnicos

O GRUPO PEIXOTO DE CASTRO (não publicado) indica que:

O programa BEM é fundamentado na aplicação da ciência e tecnologia de metais refratários no revestimento de reatores químicos para processamento de biomassa. A finalidade do programa é explorar o potencial produtor de biomassa do Brasil, o maior país tropical do planeta, para resolver, de maneira auto-sustentada, dois grandes problemas brasileiros que são a escassez energética e de algumas matérias-primas químicas industriais, bem como a correta manipulação da biomassa residual.

O conceito é definido como:

Um processo industrial de aproveitamento da biomassa (lixo urbano, resíduos florestais e agrícolas, madeira, serragem, cavaco, bagaço de cana, etc.).

Os insumos utilizados neste processo se resumem em: lodos de estações de tratamento, pneus, plásticos, resíduos florestais e agrícolas. E os produtos gerados são: carvão, negro de fumo recuperado, aço (recuperado de pneus), óleo combustível e produtos gasosos condensáveis e não condensáveis.

O primeiro processo da tecnologia BEM, o processo de pré-hidrólise, consiste na digestão da biomassa em solução ácida diluída a temperatura e pressão específicas. A partir desse processo obtêm-se duas partes distintas: a parte líquida, denominada de pré-hidrolisado, e a parte sólida, chamada de celulignina.

O processo de Pré- Hidrólise ácida da biomassa (produção de celulignina) é explicada como:

Pré-Hidrólise: É a digestão da biomassa em solução ácida diluída à temperatura e pressão específicas tendo como resultante dois produtos:

- **Parte Líquida:** Chamado de pré-hidrolizado, e a solução ácida de açúcares que contém basicamente xilose (80%), glicose, mamose, e galactose, arabinose, acetílicos, ácidos urânicos, etc... As principais aplicações deste pré-hidrolisado são: adubado orgânico, produção de furfural, etanol e de xilitol.

- **Parte Sólida:** É a parte não digerida, chamada de celulignina (celulose + lignina). É um sólido poroso composto de celulose cristalina e lignina globulizada. A

cristalinidade da celulignina permite sua moagem em partículas com diâmetro inferior à 150 µm (microm), com baixo consumo de energia.

O segundo processo é a conversão à baixa temperatura. Esse processo tem como resultado a formação de carvão, produtos líquidos condensáveis e pequena fração de gases não condensáveis que serão queimados no próprio sistema. O óleo presente no condensado é separado e pode ser utilizado como substituto de óleos combustíveis e o carvão pode ser queimado em caldeiras de baixa temperatura sem qualquer volatilização das cinzas.

Não cabe ao presente estudo o objetivo de detalhar as especificações e processos técnicos desta tecnologia, porém somente ressaltar alguns pontos principais e propiciar um conhecimento superficial sobre esta.

4.1.2 Principais Aspectos Econômicos e Financeiros

Segundo uma proposta de viabilidade da COPEL – Companhia Paranaense de Energia (não publicado) a tecnologia BEM ou PROBEM também apresenta vantagens e desvantagens. As vantagens podem ser descritas como:

- “Tecnologia nacional; auxílio à P&D nacional, tendo em vista ser um projeto pioneiro”;

Já as desvantagens como:

- Necessidade de aporte de capital por parte do governo para a implantação do empreendimento, se consórcio estatal; esta tecnologia só foi comprovada em laboratórios e não está consolidada na escala desejada para os Resíduos Sólidos Urbanos, pois não existe nada similar funcionando em escala comercial; e a dificuldade de se obter financiamento por ser uma tecnologia nova, não existindo nenhum empreendimento similar em operação.

O estudo analisou que a biomassa do lixo possibilita faturamentos extras da taxa de disposição do lixo e dos recicláveis viabilizando economicamente a instalação parcial da Refinaria de Biomassa. A proposta possui a seguinte configuração básica:

- a) Custo da coleta de Resíduo de Biomassa.
- b) Coleta de biomassa semi-compactada em containers.
- c) Refinaria de Biomassa composta de Pré-hidrólise, EME, Furfural e Termoelétrica. É absolutamente necessária a instalação do Furfural para se

alcançar preço de venda da energia elétrica de biomassa competitivo com o da energia hidráulica. O Furfural é o insumo químico natural obtido da biomassa que é o equivalente ao benzeno na indústria petroquímica, ou seja, é o precursor de uma vasta gama de produtos: álcool furfúrico (resinas furânicas e fibras sintéticas tais como nylon e rayon), solvente, refino de óleos combustíveis, monômeros de borrachas sintéticas, conservação de madeira, inseticida, fungicida, nematocida e medicamentos. O principal mercado futuro do furfural, contudo é como co-solvente para produção da gasolina ecológica (...) O mercado brasileiro atualmente é da ordem de 3.000 tFF/ano (bastaria uma única planta de furfural para suprir este mercado) e o mercado internacional é da ordem de 300.000 tFF/ano. Trata-se de um mercado absolutamente reprimido pelo alto preço do furfural que atualmente é de US\$1.100,00/tFF. Este alto valor deve-se essencialmente à produção de furfural por tecnologias convencionais de hidrólise total da biomassa que obtêm como único produto o furfural. (...) devido ao fracionamento científico e economicamente correto no processamento da biomassa, a planta do PROBEM é denominada de Refinaria de Biomassa (RB) em analogia a uma refinaria de petróleo: o petróleo bruto tem baixo valor, mas após a aplicação de tecnologias corretas (refinaria e petroquímica) os produtos obtidos são de alto valor agregado.

A conclusão do estudo de viabilidade econômico-financeira é que a tecnologia PROBEM de Coleta de Biomassa e Geração de Energia Elétrica é viável e que se iniciada próxima de bolsões geradores de biomassa até mesmo “não depende de fatores externos e dispensa quaisquer trabalhos sobre suprimento de biomassa”.

Esses aspectos econômicos e financeiros servem como base somente para ilustrar que projetos nesse sentido podem ser viáveis mesmo considerando somente aspectos concretos e empíricos como o estudo relevado. Os dados mais detalhados não foram objetos de estudo, pois devido à complexidade técnica da tecnologia e aspectos específicos, nomenclaturas, formas e metodologias de cálculo de viabilidade se mostraram demasiadamente complexas para apresentação sumária dentro do objetivo deste trabalho. No entanto, ressalva-se que estes podem ser objetos de estudo e análise de forma muito interessante e constituem fator extremamente relevante para o desenvolvimento sustentável.

5 CONCLUSÃO

Já está comprovado cientificamente que há milhões de anos o planeta Terra é habitado por seres vivos. Ainda, está comprovado que há um período relativamente muito menor, cerca de 100 mil anos, os *homo sapiens* (seres humanos) habitam o planeta. No entanto, somente a partir do século XVIII, quando do início da revolução industrial, há cerca de 250 à 300 anos, as relações homem e natureza começaram a se tornar mais intensas do ponto de vista ambiental. Esses impactos ganharam maior força no final do século XIX com a segunda revolução industrial e, no século XX após as grandes guerras mundiais. Desde então, o modelo de desenvolvimento que se consolidou foi o denominado capitalismo, cuja concepção de bem-estar está associada diretamente ao bem-estar material. A decorrente valorização de produção e consumo de forma acelerada e a velocidade de transformação dos bens de consumo revelam um dinamismo intelectual, tecnológico e social sem precedentes na história. Porém, abra-se um parêntese, revela em consequência um dinamismo de impacto e modificação do meio ambiente, dos recursos naturais do planeta, também sem igual.

Esse dinamismo resultou, em alguns poucos anos dentro da história do homem na Terra, em desastrosas consequências para o meio ambiente como por exemplo: o efeito estufa, que aumenta gradativamente a temperatura terrestre; a degradação da camada de ozônio; a poluição do ar devido principalmente à utilização de combustíveis fósseis; o desflorestamento, a erosão, com a exploração dos recursos de forma inadequada. A poluição de rios, mananciais, lagos e oceanos, como consequência principalmente do processo de urbanização com a geração acelerada de resíduos sólidos, que se agrava pela produção de produtos artificiais de maior dificuldade de tratamento, além de outras diversas consequências diretas ou indiretas, e muitas correlacionadas. Em síntese, esse desenvolvimento resultou na degradação das condições de vida no planeta.

A preocupação com os limites do desenvolvimento, então, começaram a ganhar espaço nas discussões mundiais. Conferências internacionais foram realizadas, políticas foram adotadas, princípios foram estabelecidos, de forma a criar um ambiente global propício para a formação de uma nova consciência para com o meio ambiente, que possibilite a manutenção das condições de vida presentes e

futuras. De um aspecto teórico, o planeta Terra é considerado um sistema fechado do ponto de vista que não recebe “inputs” (matéria-prima e energia) do exterior do sistema, a se desconsiderar a energia do Sol, e não envia “outputs” (resíduos) para o meio externo, ou seja, as condições de vida no planeta dependem basicamente dos recursos disponíveis no próprio sistema (no planeta), no qual existe um processo contínuo de transformação de “inputs” em “outputs”. A teoria e os princípios do desenvolvimento sustentável buscam, então, harmonizar esta relação proporcionando um desenvolvimento que possa atender as necessidades presentes, mas sem comprometer a capacidade das gerações futuras em atender suas próprias necessidades. Nesse sentido, a relação homem – natureza apresenta dois pontos cruciais, como “input” a energia elétrica e como “output” os resíduos sólidos urbanos.

A energia elétrica se sobressai tanto por sua essencialidade dentro da dinâmica do modelo de desenvolvimento capitalista contemporâneo, como por sua dependência direta ou indireta da natureza. A questão central foca-se na utilização de energias renováveis e não-renováveis. As renováveis são aquelas provenientes de ciclos naturais de conversão da radiação solar e cuja velocidade de utilização é menor que o tempo necessário para sua formação. Essas energias, basicamente representadas pela energia solar, eólica, geotérmica, biomassa, hidrelétrica e células a combustível, estão recentemente se tornando mais visadas por seus baixos impactos ao meio ambiente e por sua característica praticamente inesgotável. As energias não-renováveis de combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás) e combustíveis radioativos (urânio), que correspondem a mais da metade da oferta de fontes primárias de energia e de fontes de geração de energia elétrica no mundo, restando às renováveis uma pequena participação relativa. Isso demonstra que as energias não-renováveis com papel fundamental no processo de desenvolvimento são de extrema relevância, pois são responsáveis por grande parte da emissão de poluentes. É válido ressaltar que a energia preponderante no Brasil, a energia de hidrelétricas, é considerada renovável, porém não alternativa, devido aos grandes impactos das construções de usinas ao meio ambiente como a quebra do ciclo natural do ecossistema e inundações de vastas áreas para o aproveitamento energético. A análise dos mais diversos recursos disponíveis para geração de energia, administrando seu emprego racional e estratégico, e criando formas para

maximizar os benefícios de sua utilização e minimizar os impactos ao meio ambiente e à sociedade como um todo, se faz essencial.

No âmbito de “outputs”, se destaca a questão dos resíduos sólidos urbanos, comumente conhecidos como “lixo”. O intenso processo de transição rural-urbano característico do modelo de desenvolvimento capitalista resulta em direta aceleração da geração de resíduos sólidos, conseqüente de um padrão de vida estabelecido em produção e consumo sem considerar de forma proporcional o destino e tratamento dos resíduos gerados. Sem uma solução sólida e sustentável difundida, a geração de resíduos sólidos urbanos é maior que a capacidade natural do meio ambiente e atual do homem em tratá-lo e se mostra um problema mundial, ou seja, vivemos realmente numa “sociedade do lixo”. Os resíduos sólidos urbanos são prejudiciais à saúde do homem à medida que propiciam a proliferação de doenças, além de poluir reservatórios naturais como terras e águas, mananciais, rios, oceanos. O devido destino para tratamento destes resíduos ainda é bastante reduzido e as soluções atuais estão centradas na queima e nos aterros. A reciclagem é pouco difundida e dificultada pela existência de produtos artificiais de períodos de decomposição muito longos e até mesmo indeterminados. Portanto, estudar os processos e possíveis maneiras de gerenciar o tratamento do lixo é essencial para o desenvolvimento sustentável. É, então, que a possibilidade de geração de energia elétrica a partir desse recurso se destaca como uma alternativa positiva e sustentável.

Sendo assim, observa-se que é preciso considerar todos estes aspectos para pensar e planejar o futuro de um ponto de vista multidisciplinar, pois existe e se confirma a relação entre diversas áreas de conhecimento. É de suma importância, portanto, que seja possível utilizar, por exemplo, conhecimentos técnicos científicos com o uso e implementações de tecnologias sustentáveis (que promovam a sustentabilidade do planeta) para a reversão deste quadro de degradação, como faz a tecnologia BEM – Biomassa, Energia e Materiais, que utiliza o lixo para gerar eletricidade. Assim como é de extrema necessidade e relevância utilizar das mais diversas áreas de atuação e de conhecimento para promover esta sustentabilidade que depende não só da utilização de tecnologias sustentáveis, mas da conscientização, para que o modelo de desenvolvimento sustentável possa ser efetivamente realizado a tempo para que um legado de degradação ambiental de um século de desenvolvimento, o século XX, não seja irreversível.

REFERÊNCIAS

AGENDA 21. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>> Acesso em: 10.set.2005

ANEEL: Atlas de energia elétrica do Brasil, Agência Nacional de Energia Elétrica, Brasília, 2002.

ANEEL. **Eficiência energética**: integrando usos e reduzindo desperdícios. Brasília, Aneel, 1999.

BAKHTIARI, A. S. **Do 'Pico do Petróleo' para a 'Transição Um'**. Disponível em: <<http://www.resistir.info-rosa>> Acesso em: 10.set.2005

BANDEIRA, E. M. **Benefícios ambientais derivados dos programas de conservação de energia elétrica**: proposta de avaliação. Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

BELLIA, V. **Introdução à Economia do Meio Ambiente**. Brasília: IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), 1996.

BETING, J. A bordo da Rio + 10. **Estado de S.Paulo**, 27 ago. 2002.

BEZERRA, M. C. L.; BURSZTIN, M. **Coord.Ciência & Tecnologia para o Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis; Consórcio CDS/UnB-Abipti, 2000.

BIAGI FILHO, M. Novas opções de geração de energia. **Gazeta Mercantil**. Rio de Janeiro, 02 de jul 2001.

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **A expansão do setor elétrico 1998/2007**. Rio de Janeiro: Informe Infra-Estrutura, nº 25, Agode 1998.

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **A oferta de energia elétrica no Brasil**. Rio de Janeiro: Informe Infra-Estrutura, nº 37, Agosto de 1999.

BOULDING, K. **The economics of the coming spaceship Earth**. In: JARRETT, H. (Ed.). *Environmental quality in a growing economy*. Baltimore: John Hopkins Press, 1966.

BRASIL. Presidência da República. Comissão Interministerial para a Preparação da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento ? CIMA. **O Desafio do Desenvolvimento Sustentável**. Relatório do Brasil para a

Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Brasília, 1991.

BROWN, L.R. **O Planejamento de uma sociedade sustentável**. Salve o Planeta! Qualidade de vida -1990– Worldwatch Institute. Ed. Globo, São Paulo, 1990.

CARVALHO, C. A. P. **O Lixo (Resíduos Sólidos)**. Disponível em: <<http://lixomil.vilabol.uol.com.br/>> Acesso em: 20.out.2005.

CARNEIRO, J. D. **Mais energia, menos poluição**. Revista Ciência Hoje, Rio de Janeiro, nov. 2001.

CASTILHO, A. L. Lixões ameaçam 50% da água da metrópole. **O Estado de São Paulo**. São Paulo, 17 out. 1998.

CASTRO, N. J. **As Condições macroeconômicas do país e a ampliação do Setor Elétrico**. Rio de Janeiro, IFE nº 1.101. Instituto de Economia - UFRJ, 05 maio 2003.

CEMPRE O governo reconhece que a reciclagem contribui para a efetiva redução do consumo da energia elétrica. CEMPRE In: Informe N59 setembro/outubro 2001.

COLLIT, R. Ministra da energia elabora plano ambicioso para o Brasil. **Financial Times**. 20 maio 2003.

COMCIENCIA. **Participação para futuro sustentável**. Disponível em <www.comciencia.br> Acesso em: 06.set.2005

Comissão de Análise do Sistema Hidrotérmico de Energia Elétrica. "Relatório: O desequilíbrio entre oferta e demanda de energia elétrica" Brasília: **Agência Nacional de Águas/ANA**, 21 jul 2001.

COSTA, A. **Economia da espaçonave**. Disponível em: <<http://www.diariopopular.com.br>> Acesso em: 22/09/2005

Desafios Globais, Oportunidades Globais. Tendências do Desenvolvimento Sustentável. Publicado pelo **Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas para a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável Joahannesburgo**. Disponível em <<http://www.johannesburgsummit.org>> Acesso em: 27.ago.2005.

Editorial. Energia cara. São Paulo: **Folha de São Paulo**, 23 de jul 2001.

Editorial. Garantir o futuro energético. **Gazeta Mercantil**. Rio de Janeiro, 02 jul 2001.

Editorial. Incentivo à geração de energia. São Paulo: **Estado de S. Paulo**, 23 jul 2001.

FIGUEIREDO, P. J. M. **A sociedade do lixo: os resíduos, a questão energética e a crise ambiental**. 2. ed. Piracicaba : Unimep, 1995.

GOLDEMBERG, J. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento**. 2° ed, São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003

HAUDE, C. BNDES: **Investimentos em Energia**. Rio de Janeiro: IE - UFRJ, Novembro de 2000.

IBE - Relatório de Apoio à INICIATIVA BRASILEIRA DE ENERGIA CÚPULA MUNDIAL SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL Joanesburgo, África do Sul, 26 de agosto a 4 de setembro de 2002. Disponível em: < www.ana.gov > Acesso em: 03.ago.2005

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 02.out.2005.

IEA – International Energy Agency. **Renewables information**. Paris, 2003.

IPCC - Intergovernmental Painel on Climate Change. Disponível em <<http://www.ipcc.org>> Acesso em: 27.ago.2005.

JAMES, B. **Lixo e reciclagem**. – Tradução Dirce Carvalho de Campos – Revisão técnica José Carlos Sariego. – São Paulo: Scipione, 1997.

JÚNIOR, A. P. **Org. Saneamento do Meio**. São Paulo, FUNDACENTRO, Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública. Departamento de Saúde Ambiental, 1992.

LIMA, L. M. Q. **Lixo Tratamento e Biorremediação**. São Paulo: Hemus, 1995.

Living Planet Report 2000. Disponível em: <<http://www.wwf.fi>> Acesso em: 22/09/2005

Living Planet Report 2002. Disponível em: <<http://www.wwf.fi>> Acesso em: 22/09/2005

LOPES, L. A. **Desenvolvimento sustentável - Uma análise do álcool como alternativa energética**. 1999. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual de Campinas.

Manual de Saneamento. 3ª ed. – Brasília: **Ministério da Saúde**: Fundação Nacional de Saúde, 1999

MEADOWS D. H. **Limites do Crescimento**: um relatório para o Projeto do Clube de Roma sobre o Dilema da Humanidade. São Paulo : Perspectiva, 1973. p. 200 .

MEADOWS, D. **Além dos Limites**. Ed. Difusão Cultural, 1993.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br>> Acesso em 10.out.2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acesso em 23.set.2005.

MORHY, L. **Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Sustentável**. Resumo da Conferência proferida na Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal. UNIDERP, Campo Grande, Mato Grosso do Sul. 18 out de 2000. Disponível em: <<http://www.unb.br>> Acesso em: 20/10/2005

MUELLER, C. **O debate dos economistas sobre a sustentabilidade – uma avaliação sob a ótica da análise do processo produtivo de Georgescu-Roegen**. Disponível em < <http://www.eco.unicamp.br> > Acesso em: 03.set.2005

OCDE-Organization for Economic Cooperation and Development. Estudo econômico do Brasil 2001: avaliações e recomendações. Junho de 2001.

ONU – Organização das Nações Unidas. Disponível em: <<http://www.un.org>> Acesso em: 10.ago.2005

PNUD, pelo Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais da ONU e pelo Conselho Mundial de Energia. **World Energy Assessment**, 2001.

PROGRAMA BEM (BIOMASSA, ENERGIA E MATERIAIS). Publicação RM (Materiais Rfratários Ltda.) Lorena SP, março, 2000.

REIS, L. B. **Geração de energia elétrica: tecnologia, inserção ambiental, planejamento, operação e análise de viabilidade**, 3. ed., Barueri, SP : Manole, 2003

Relatório sobre Desenvolvimento Humano do PNUD. Disponível em <<http://www.undp.org>> Acesso em: 01.ago.2005.

RIGOLON, F. J Z.; PICCININI, M. S. **O investimento em infra-estrutura e a retomada do crescimento econômico sustentado**. Rio de Janeiro: BNDES (Texto para discussão nº 63), 1997. - 46 páginas

RIO + 10 - Site Oficial. Disponível em < <http://www.ana.gov.br> > Acesso em: 03.set.2005

ROMAN, C. R. **A Ciência Econômica e o meio ambiente: uma discussão sobre crescimento e preservação ambiental**. 1996. Disponível em < www.upf.br > Acesso em: 06.ago.2005.

ROSA, R. **O impacto político-econômico do pico do petróleo**. Disponível em < <http://resistir.info> > Acesso em: 06.set.2005

SAMPAIO, M.R. e OLIVEIRA, L.B. **Aproveitamento de celulignina para geração elétrica em turbinas a gás**. 2000.

WCED -World Commission on Environment and Development. **Our common future**. Oxford University Press, 1987. Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso futuro comum** – Imprensa Rio de Janeiro: Ed. da Fundação Getulio Vargas, 1991.

WWF – World Wildlife Fund. **Living Planet Report – 2002**. Disponível em: <<http://www.wwf.fi>> Acesso em: 08.set.2005.

World Watch Institute. Disponível em: <<http://www.wwi.org.br>> Acesso em: 10/09/2005. Acesso em: 08.set.2005