

MAERBAL BITTENCOURT MARINHO

NOVAS RELAÇÕES SISTEMA PRODUTIVO / MEIO
AMBIENTE – DO CONTROLE À PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO

Salvador

2001

MAERBAL BITTENCOURT MARINHO

**NOVAS RELAÇÕES SISTEMA PRODUTIVO / MEIO
AMBIENTE – DO CONTROLE À PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Ambiental Urbana

Orientador: Prof. Dr. Asher Kiperstok.

Salvador

2001

Marinho, Maerbal Bittencourt.

M338n Novas relações Sistema Produtivo/Meio Ambiente – do controle à prevenção da poluição/ Maerbal Bittencourt Marinho. -- Salvador, 2001.

198p.: il.

Referências: p.161- 170; 195 - 196

Orientador: Asher Kiperstok

Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, 2001.

1. Poluição industrial – Controle – Prevenção. 2. Meio ambiente – preservação. 3. Prevenção da poluição. 4. Produção Mais Limpa. 5. Ecologia Industrial. 6. Sustentabilidade. I. Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. II. Kiperstok, Asher. III. Título.

CDD 20.ed.: 363.73

MAERBAL BITTENCOURT MARINHO

NOVAS RELAÇÕES SISTEMA PRODUTIVO / MEIO AMBIENTE – DO
CONTROLE À PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Ambiental
Urbana

Salvador, 31 de outubro de 2001

Banca Examinadora

ANDRÉ GARCEZ GHIRARDI _____

Universidade Federal da Bahia

LUIZ ROBERTO SANTOS MORAES _____

Universidade Federal da Bahia

ASHER KIPERSTOK _____

Universidade Federal da Bahia

AGRADECIMENTOS

A orientação de Asher, o modo de praticá-la e o apoio que proporcionou facilitaram a elaboração desta dissertação, o que foi especialmente significativo quando outros encargos e tensões se somaram àqueles próprios do trabalho.

A ele agradeço pela proposição do tema, que abriu uma nova perspectiva de trabalho; pelos recursos bibliográficos que tornou disponíveis; pela disponibilidade permanente para propor, discutir e ouvir; pelas leituras cuidadosas e detalhistas; enfim, por uma orientação que ajudou a construir, com liberdade e sem sobrecargas desnecessárias.

Agradeço, também, a André Ghirardi e a Luiz Roberto Moraes, pelas discussões e propostas que acresceram perspectivas ao trabalho, e pela disponibilidade e presteza em atender, apesar de suas múltiplas ocupações. Moraes, contribuiu, adicionalmente, com a cuidadosa revisão de todo o texto.

Outras pessoas, como sempre, contribuíram de forma variada, torcendo, se preocupando, brincando, dividindo um período difícil. Meu pai, que não pôde ver a conclusão do trabalho; minha mãe, preocupada em diminuir os encargos e preocupações, inevitáveis nas circunstâncias, quando já estava tão sobrecarregada; as amigas tão próximas, que dividiram outros trabalhos ou se ofereceram para fazê-lo; minha namorada e meus filhos, os cúmplices de sempre. Mas isso faz parte do amor e da parceria.

RESUMO

Esta dissertação consiste em uma revisão crítica da literatura sobre a prevenção da poluição na fonte geradora. Teve como objetivos: compor uma fonte adicional de informação sobre o tema, em língua portuguesa, uma vez que as disponíveis são muito limitadas, e discutir as implicações da incorporação ou não da prevenção, em função de seus resultados ambientais e econômicos e das diferenças de possibilidades entre os países. Inicialmente, analisa-se as discussões relativas à sustentabilidade, vulnerabilidade e incertezas ambientais, que situam o problema e ressaltam a necessidade de prevenir a poluição. Em seguida, discute-se as correntes intituladas Produção Mais Limpa e a Ecologia Industrial: conceitos e tecnologias; vantagens ambientais e econômicas; resultados já obtidos e dificuldades encontradas; instrumentos que induzem a adoção da prevenção; convergências e divergências entre as proposições. Por último, discute-se a orientação das leis ambientais brasileiras em relação a prevenção da poluição e as possíveis implicações para os países em desenvolvimento, como consequência da incorporação ou não das tecnologias mais eficientes de prevenção. Conclui-se que a Produção Mais Limpa e a Ecologia Industrial podem ser complementares e que a consideração das duas alternativas, acresce opções ao complexo problema da busca da sustentabilidade. Conclui-se, ainda que, ante a lógica econômica predominante, as vantagens ambientais e econômicas proporcionadas pela lógica da prevenção, tendem a aumentar as diferenças entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento. Mas que as diferenças serão ainda maiores em relação àqueles que se atenham aos procedimentos menos eficientes de fim de linha. Que os países em desenvolvimento precisam identificar possibilidades de incorporação da lógica da prevenção e buscar a ampliação do seu acesso às novas tecnologias.

Palavras chave: Prevenção da poluição; Produção Mais Limpa; Ecologia Industrial; Tecnologias Limpas; Desenvolvimento Sustentável; Sustentabilidade.

ABSTRACT

This dissertation consists in a critical revision of the pollution prevention literature in the main generated source. It had as objective: compose an additional source of information on the subject, in Portuguese language, once the available is very limited; to argue the implications of incorporation or not of the prevention, in function of their environmental and economic results and of the differences possibilities between countries. Initially, it analyses the relative discussions to sustainability vulnerability and environmental uncertainties, that situate the problem and stress the need to prevent pollution. Soon after, it argues the entitled Cleaner Production and Industrial Ecology: concepts and technologies; environmental and economic advantages; results already obtained and difficulties; instruments that induce prevention adoption; convergences and divergencies between propositions. Last, it argues the brazilian environmental laws orientation for the countries in development, as a consequence of the incorporation or not of more efficient technologies in prevention. It concludes that Cleaner Production and Industrial Ecology can be complementary and that the consideration of the two alternatives adds options to the complex problem of a search for sustainability. This dissertation also concludes, before the predominant economic logic, the environmental and economic advantages provided by the prevention logic, tend to increase the differences between developed countries and countries in development. But that the differences will be still larger in relation the ones that are not aware of the less efficient end-of-pipe procedures. The countries in development need to identify prevention logic incorporation possibilities and seek to enlarge the access to the new technologies.

Key words: pollution prevention; cleaner production; industrial ecology; clean technologies; sustainable development; sustainability.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS, TABELAS E QUADROS	1
INTRODUÇÃO	3
CAPÍTULO 1 – CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA, PRINCÍPIOS GERAIS	9
1.1 - A reconsideração das condicionantes da natureza – as vulnerabilidades humanas e do meio ambiente	10
A percepção da vulnerabilidade e a incerteza	12
1.2 – O Princípio da Precaução	16
1.3 – Pobres e ricos – crescimento populacional e padrões de consumo – diferenças de perspectivas e possibilidades	19
1.4 – O Desenvolvimento Sustentável	23
1.4.1 – O rompimento da relação entre desenvolvimento e aumento da demanda por recursos e serviços da natureza como requisito da sustentabilidade	26
1.5 – A Equação Mestra e o Fator X	32
CAPÍTULO 2 – HISTÓRICO E DEFINIÇÃO DOS CONCEITOS - DO CONTROLE À PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO OU À PRODUÇÃO MAIS LIMPA	37
2.1 – Controle da poluição	37
2.2 – Prevenção da Poluição, Produção Mais Limpa e Eco – Eficiência - diferenças e superposições dos conceitos	41
2.2.1 – Prevenção da Poluição	42
2.2.2 – Produção Limpa e Produção Mais Limpa	43
2.2.3 – Produção Mais Limpa e Eco - Eficiência	47
2.2.4 – Diferenças e superposições dos conceitos	48
CAPÍTULO 3 – PRODUÇÃO MAIS LIMPA	51
3.1 – Os fatores determinantes da mudança de orientação do processo produtivo e a identificação de uma nova estratégia de produção	52
3.1.1 – Os elementos indutores da mudança	52
3.1.2 – O direito público de acesso à informação	55
3.1.3 – A identificação de uma nova estratégia de produção	59
3.2 – Produção Mais Limpa	63
3.2.1 – Uma avaliação abrangente do resultado ambiental dos produtos e serviços	65
3.2.2 – A ênfase na produtividade das recursos naturais	69
3.3 – Mecanismos de indução da Produção Mais Limpa	87
3.3.1 – Instrumentos legais	87
3.3.2 – O papel da legislação	91
3.3.3 – Regulamentação e auto regulamentação	95
3.3.4 – Instrumentos econômicos	97

1.2 – Projeto para o Meio Ambiente	183
1.2.1 – Orientações específicas de Projetos para o Meio Ambiente	185
1.2.2 – Dificuldades para implementação	187
1.3 - Conclusão	188
APÊNDICE B – SISTEMAS DE AUDITORIA E GESTÃO AMBIENTAIS – ACORDOS VOLUNTÁRIOS	191

LISTA DE FIGURAS, TABELAS E QUADROS

Figura 1.1 – Intervenção pública para proteger o capital natural	16
Figura 1.2 – Quebra da ligação entre crescimento do PIB e poluição	26
Figura 1.3a – Ciclo de vida típico da relação entre estágio de Desenvolvimento tecnológico e impacto ambiental Resultante	27
Figura 1.3b – Redirecionamento desejado do caminho histórico típico do Desenvolvimento	27
Figura 1.4 – Relações entre poluentes ambientais e renda <i>per capita</i>	29
Figura 1.5 – Bagagem ecológica de matérias primas	35
Figura 3.1 – Estreitando a margem de ação	60
Figura 3.2 – Produção mais limpa e tecnologias de fim de tubo	60
Figura 3.3 – Tecnologias limpas e tecnologias de fim de tubo	72
Figura 3.4 – Produção mais limpa e tecnologias de fim de tubo (2)	72
Figura 3.5 – Sistemas fim de tubo e sistemas de produção mais limpa	73
Figura 3.6 – Técnicas para redução da poluição	76
Figura A.1 – Ciclo total de fluxo de materiais	177
Figura A.2 – Fases da Análise de Ciclo de Vida	179
Figura A.3 – Fluxograma de execução de alvenaria de bloco para ACV	181
Figura A.4 – Elementos do inventário da ACV	183
Tabela 1.1 – Padrões de consumo para “commodities” selecionadas; Distribuição entre países desenvolvidos e em Desenvolvimento	20
Tabela 1.2 – Emissões de CO2 e crescimento populacional	22
Quadro 1.1 – O estado e as demandas do planeta	25
Quadro 3.1 – Tráfego e mobilidade	67
Quadro 3.2 – Resultados de projetos de Produção Mais Limpa	78
Quadro 3.3 – Programa de demonstração em plantas industriais – Resultados econômicos e ambientais - CNTL	79

INTRODUÇÃO

Do debate ambiental das três últimas décadas, prevalece o entendimento de que a Terra tem uma capacidade de suporte limitada e que essa pode ser ultrapassada pelo aumento previsível das demandas humanas, se mantida a relação histórica entre desenvolvimento e impacto ambiental.

O humanidade sempre utilizou os recursos da natureza como se fossem infinitos e pudessem ser livremente explorados à sua conveniência. Porém, nos últimos dois séculos e, principalmente, no século XX, a população e a produção tiveram crescimentos explosivos em comparação com qualquer outra época. A degradação ambiental daí resultante e as projeções de sua ampliação forçam a reconsideração da postura tradicional para evitar a possibilidade de colapso.

A Conferência da Organização das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, a ECO 92, ressaltou esse entendimento. A partir de então tem predominado a discussão quanto ao que significa e a como alcançar um padrão de desenvolvimento em que as demandas por recursos e serviços da natureza sejam compatíveis com a capacidade de suprimento e regeneração desta.

Uma questão central do debate são as crescentes diferenças de renda, necessidades e possibilidades entre países e indivíduos. Pobres e ricos pressionam diferentemente o meio ambiente e têm diferentes possibilidades de percepção e intervenção.

A preocupação com essa questão leva a críticas à própria definição do desenvolvimento sustentável: por ser pouco precisa, possibilitaria sua defesa inclusive por correntes divergentes; sua utilização generalizada poderia servir para deixar em segundo plano os problemas sociais prioritários de erradicação da pobreza e redução das desigualdades.

Porém, o próprio Relatório Brundtland¹, a Declaração do Rio de Janeiro, resultante da ECO 92, e a ampla maioria das interpretações encontradas para o conceito, claramente identificam o atendimento das questões sociais como pré requisito da sustentabilidade. O fato de a definição não precisar o que seja a sociedade sustentável proporciona espaço para que a mesma seja definida socialmente, adequando e definindo prioridades que contemplem a diversidade, o que também é cobrado pelas críticas. É com esse entendimento que o conceito será referido neste trabalho.

Alcançar uma sociedade sustentável implica em grandes mudanças em relação à atual, em múltiplos aspectos, com a complexidade daí decorrente. A amplitude do desafio requer ajuste nos três fatores determinantes do impacto ambiental global: crescimento da população mundial, padrões de consumo dessa população, associado diretamente à renda *per capita*, e o peso ambiental dos produtos consumidos.

Desses, o terceiro é o que pode ser reduzido pelo avanço tecnológico. Modificações nos dois primeiros implicam em mudanças socioculturais que requerem, obrigatoriamente, mais tempo. A melhoria do resultado tecnológico, além de indispensável, podendo ocorrer mais rapidamente, atenua o crescimento da pressão sobre a natureza, proporcionando espaço para o ajuste dos outros dois.

Diferentes previsões estimam um aumento da ordem de quatro a dez vezes da demanda por bens e serviços, nos próximos cinquenta anos, como consequência do crescimento populacional e do consumo *per capita*. Daí decorre a idéia de um Fator X (predominantemente 10), como o índice de redução necessário do peso ambiental por unidade de produto, no mesmo intervalo, para que não se amplie o nível de impacto atual. Os procedimentos

¹ Relatório da Comissão Mundial para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, constituída pela ONU em 1983. Em 1987 a Comissão apresentou seu relatório intitulado "Nosso Futuro Comum", que traz a definição do desenvolvimento sustentável. Uma e outro são frequentemente citados como Comissão ou Relatório Brundtland, sobrenome da primeiro ministro da Noruega que presidiu a Comissão.

de “controle da poluição” ou de “fim de tubo”, têm se mostrado onerosos e pouco eficientes; incapazes de proporcionar essa redução.

A lógica da prevenção da poluição nas possíveis fontes geradoras introduz uma nova perspectiva na relação entre as atividades humanas e o meio ambiente. Recusa o entendimento tradicional de que a poluição seja inerente à produção; entende que a utilização mais eficiente dos recursos naturais reduzirá, ou até eliminará, aquela; paralelamente, proporcionará maiores ganhos econômicos pela obtenção de mais produtos úteis a partir de menos insumos. Interfere, diretamente, no peso ambiental dos produtos e leva à discussão dos hábitos e padrões de consumo. Reduz, e pretende eliminar, o conflito entre desenvolvimento e proteção ambiental.

A prevenção da poluição tem sido proposta e experimentada sob diferentes títulos: Prevenção da Poluição, Produção Limpa, Produção Mais Limpa, Eco Eficiência, e Ecologia Industrial. Podem focar-se, prioritariamente, na otimização dos processos isolados, ou no estabelecimento de sistemas integrados de processos. Uma e outra vertente buscam reduzir ao mínimo possível a demanda por insumos e a devolução de resíduos à natureza. Produção Mais Limpa será o título adotado para a vertente mais dirigida para os processos; a Ecologia Industrial utiliza os sistemas integrados.

As experiências desenvolvidas têm confirmado as vantagens ambientais e econômicas previstas e que a prevenção é acessível a empresas de portes e características variados. Entretanto, o resultado é tanto mais amplo quanto maior o acesso a novas tecnologias, o que tende a aumentar as desigualdades entre os países.

Prevenir a poluição e aumentar a eficiência no uso dos recursos naturais, é necessário para o atendimento das carências da grande maioria da humanidade que ainda não tem acesso, ou o tem de forma limitada, aos benefícios do progresso, sem destruição da natureza. Mas também proporciona uma vantagem competitiva para empresas e países. A

predominância desta última perspectiva não assegura o atendimento da primeira.

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão crítica da literatura abrangendo as diversas proposições dirigidas para a prevenção da poluição: sua lógica, fundamentos, convergências e divergências, antagonismo ou complementaridade, acessibilidade, objetivos previstos e já obtidos. Discutir as vantagens previstas para a sustentabilidade e para a competitividade de empresas e países, como decorrência da adoção da prevenção na fonte; e discutir, também, a possibilidade de os países em desenvolvimento incorporarem os novos procedimentos, e as possíveis implicações dessa incorporação ou não.

A necessidade de reduzir a pressão sobre a natureza, as implicações ambientais e econômicas da prevenção na fonte e o fato de serem limitadas as fontes de informação a respeito em língua portuguesa, justificam o estudo.

Esse consistiu de revisão bibliográfica extensa e seletiva, que proporcionasse o conhecimento das proposições, isoladas e justapostas, das críticas eventualmente existentes, e possibilitasse discutir as vantagens e implicações de sua implantação, especialmente em função das desigualdades existentes entre países.

Estrutura da dissertação

A dissertação está dividida em seis capítulos. O primeiro trata da caracterização do problema ambiental, das principais questões que têm sido discutidas e/ou são relevantes para o seu equacionamento, e de princípios gerais que têm sido adotados: reconhecimento da limitação da capacidade de suporte do planeta; possibilidade de compatibilização entre desenvolvimento e proteção ambiental; principais fatores determinantes do impacto ambiental – antagonismos entre países ricos e pobres; conferências da ONU sobre o tema; desenvolvimento sustentável, Princípio da Precaução e Equação Mestra.

O segundo capítulo historia e discute os conceitos de Controle da Poluição, Prevenção da Poluição, Produção Limpa, Produção Mais Limpa e Eco-Eficiência: diferenças de orientação, diferenças de entendimento entre autores e eventuais superposições. E define o entendimento que será adotado na seqüência do trabalho.

O terceiro trata da Produção Mais Limpa: a identificação de uma nova estratégia de produção; a poluição como ineficiência; lógica e amplitude do conceito; técnicas e tecnologias; ferramentas de suporte e fatores indutores da adoção da Produção Mais Limpa; dificuldades para implementação; implicações previstas ou já obtidas como consequência de sua aplicação.

O quarto se refere à Ecologia Industrial-EI: definição; “ecossistemas industriais”; experiências já desenvolvidas; elementos indutores e de suporte à implementação da EI; dificuldades para implementação e funcionamento dos ecossistemas industriais; críticas existentes – complementaridade ou antagonismo em relação à Produção Mais Limpa.

O quinto capítulo registra a evolução recente da legislação ambiental brasileira e sua aplicação, o que permite avaliar sua proximidade ou distanciamento em relação às práticas mais eficientes para proteção ambiental que têm sido discutidas ou praticadas em outros países. Discute a possibilidade de incorporação da prevenção e as possíveis implicações de fazê-lo ou não.

Na Conclusão são discutidas as vantagens e possibilidades da prevenção da poluição e as possíveis implicações de sua utilização, em face das desigualdades existentes e das necessidades e possibilidades dos países em desenvolvimento.

Complementarmente, são sugeridos outros estudos relacionados com o tema do trabalho.

O Apêndice A trata das ferramentas Análise de Ciclo de Vida (ACV) e Projeto para o Meio Ambiente (Design for Environment – DfE). O Apêndice B, dos Sistemas de Gestão Ambiental-SGA ou acordos voluntários.

CAPÍTULO 1

CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA, PRINCÍPIOS GERAIS

“O debate ambiental global é uma mistura de ansiedade quanto à capacidade do planeta de absorver as mudanças decorrentes da atividade humana e de preocupação com bilhões de seres humanos menos afortunados, cuja difícil situação não possibilita escolhas e cujas crianças contemplan um possível futuro de escolhas trágicas. Estas, na pior das hipóteses, podem ser entre morrer logo ou sobreviver às custas de solapar a possibilidade de sobrevivência de seus descendentes” (O’RIORDAN, 2000b, p.29).

As evidências da degradação ambiental recente, principalmente na segunda metade do século XX, têm levado à reconsideração das condicionantes da natureza, das quais a humanidade se distanciou gradativamente.

A complexidade da questão ambiental e a limitação do conhecimento a respeito, implicam em incertezas que, juntamente com a diversidade de situações e interesses envolvidos, fundamentam divergências quanto às implicações ambientais das ações humanas. Estas divergências se referem tanto às relações de causa e efeito entre ações humanas e impactos ambientais, quanto aos riscos associados a estes e aos principais fatores determinantes dos mesmos.

Apesar das divergências, tem prevalecido o reconhecimento de que a Terra tem uma capacidade de sustentação limitada e de que é preciso compatibilizar as demandas humanas com essa capacidade. O risco de que a mesma possa vir a ser ultrapassada pelas demandas previstas, justifica uma atitude de precaução ante as incertezas.

Alcançar uma sociedade ambientalmente sustentável requer ajustes nos fatores determinantes da pressão humana sobre a natureza: densidade populacional, intensidade da demanda por bens e serviços, e o peso ambiental associado a produção e uso destes. O desenvolvimento tecnológico pode

produzir uma grande redução nesse último fator, facilitando a transição, uma vez que o ajuste dos outros dois é mais complexo e demorado. Um “fator 10” de redução do impacto ambiental por unidade de produto, nos próximos 50 anos, tem sido defendido como necessário para compensar o crescimento conjunto previsto para os outros dois no mesmo intervalo.

1.1 - A RECONSIDERAÇÃO DAS CONDICIONANTES DA NATUREZA – AS VULNERABILIDADES HUMANAS E DO MEIO AMBIENTE

Durante quase toda a história a humanidade pôde dispor descuidadamente dos recursos da Terra, com resultados adversos relativamente pouco significativos (ou pouco percebidos) em comparação com os benefícios obtidos.

Do desenvolvimento da agricultura, há cerca de 12.000 anos, até hoje, o homem aumentou, gradativamente, sua capacidade de interferir nos processos da natureza, de se apropriar dos recursos do planeta e transformá-los em seu benefício. Ao longo do tempo, as condicionantes ambientais deixaram de ser as determinantes absolutas da dimensão da população humana e de suas condições de vida (AUSUBEL, 1991, apud CHEN, 1994).

Paralelamente, da agricultura primitiva ao complexo sistema econômico atual, cresceu continuamente a pressão sobre a natureza, acentuada a cada etapa marcante do desenvolvimento da espécie (sedentarização, mineração, crescimento das cidades, industrialização, desenvolvimento da química).

A partir de determinados níveis de conhecimento e densidade populacional (implantação de grandes cidades, construção de barcos, desenvolvimento do comércio) passaram a ocorrer danos não mais recuperáveis espontaneamente, ao menos em velocidade compatível com a escala humana de tempo. A diferença entre as demandas humanas e a capacidade de regeneração do ambiente afetado se ampliou de forma sem precedentes a partir da revolução industrial, com a produção em grande escala, e ainda mais no século XX, com

o desenvolvimento tecnológico, a explosão demográfica e a intensa geração de produtos sintéticos, que não integram os ciclos naturais de transformação.

Apenas em 1830 a população mundial atingiu o primeiro bilhão de pessoas mas duplicou entre 1830 e 1930 (NAÇÕES UNIDAS, 1992 apud BELLIA, 1996) e triplicou desde então. As taxas de crescimento têm diminuído nas três últimas décadas, mas continuam altas, acrescentando 88 milhões de pessoas por ano, para o que contribuem, principalmente, os países em desenvolvimento (O'RIORDAN, 2000b).

A produção industrial cresceu cerca de 100 vezes desde 1750 e 40 vezes nos últimos cem anos (GRÜBLER, 1994). A queima de combustíveis fósseis cresceu mais de 50 vezes desde 1900 e continua crescente; nas primeiras décadas do século XX a produção de compostos orgânicos sintéticos era irrelevante, atualmente ultrapassa 97 milhões de toneladas por ano, apenas nos Estados Unidos. Sua degradação na natureza, se for esse o procedimento adotado, pode levar centenas de anos (GRAEDEL E ALLENBY, 1998).

O desenvolvimento tecnológico possibilita novos padrões de consumo, conforto e comportamento cujo peso ambiental tem assumido uma relevância crescente. (PARIKH e outros; GRÜBLER, 1994). Por outro lado, grande parcela da população mundial ainda não tem atendidas, sequer, suas necessidades básicas, o que um efetivo desenvolvimento terá de contemplar. Atendidas essas, naturalmente se sucederão as demandas por melhores níveis de vida, que também têm direito a aspirar.

Os processos produtivos, com seus benefícios e males, se espalharam por todo o globo e, mantidos os atuais procedimentos, as últimas áreas ainda relativamente preservadas logo serão atingidas. São cada vez menores e menos significativas, as possibilidades de deslocamento, e/ou confinamento, de atividades danosas. A redução da biodiversidade e da área de solo cultivável; o aumento da difusão de tóxicos, orgânicos e inorgânicos; a degradação dos mananciais e a diminuição da disponibilidade de água doce de boa qualidade; a redução na camada de ozônio e a possibilidade de mudanças

climáticas forçadas são problemas globais (MAY; CHRISTIE, ROLFE e LEGARD, 1995).

É cada vez mais restrita a disponibilidade de áreas para disposição de resíduos e maior a possibilidade de o volume de emissões ultrapassar a capacidade de regeneração dos sistemas atingidos (CHRISTIE, ROLFE e LEGARD; FURTADO, 1995, 1999). As florestas tropicais úmidas, alguns dos principais pesqueiros marinhos e a capacidade de absorção de resíduos pelos mares, são exemplos de ecossistemas que têm sido explorados além da sua capacidade (TURNER, 1995).

O agravamento quantitativo e qualitativo da agressão e o aumento do conhecimento sobre seus efeitos expôs a vulnerabilidade do ecossistema global. Ainda que persistam divergências, nas três últimas décadas tem prevalecido o entendimento de que o rumo histórico não é mais ambientalmente sustentável e de que mantidos os atuais procedimentos, ante as necessidades previsíveis da humanidade, pode ser ultrapassada a capacidade do planeta de lhes dar sustentação.

Tal entendimento recoloca as condicionantes ambientais, ainda que em outra perspectiva, como o fundamento indispensável das atividades humanas. Impõe a necessidade de buscar novos procedimentos que desfaçam a associação histórica entre desenvolvimento e aumento proporcional da poluição e que, assim, reconhecendo os limites do ecossistema, assegurem a continuidade daquele.

A percepção da vulnerabilidade e a incerteza

O encaminhamento de soluções, a admissão de limites e a busca de alternativas dependem da percepção humana da vulnerabilidade da natureza e do eventual risco associado a esta, da compreensão e reconhecimento do problema. Essa percepção, entretanto, depende tanto da disponibilidade de dados consistentes sobre o funcionamento do ecossistema quanto do julgamento que deles seja feito. Este, inevitavelmente, é influenciado por

diferentes interesses, condições e possibilidades de vida (CANTOR e RAYNER, 1994).

Ao mesmo tempo, as tentativas de quantificação dos limites de absorção de impactos pelos ecossistemas e dos efeitos das ações humanas sobre os mesmos, são inevitavelmente sujeitas a discussões, como decorrência das incertezas existentes em função da complexidade do problema e da limitação do conhecimento disponível (O'RIORDAN, 2000a).

A impossibilidade de apresentar “contas ambientais” indiscutíveis, de precisar relações quantitativas de causa e efeito, fundamenta diferentes julgamentos, decorrentes de diferentes avaliações, convicções e interesses. Existem considerações divergentes quanto às causas, amplitude e possíveis conseqüências do efeito estufa, assim como têm se modificado, sucessivamente, as previsões quanto ao esgotamento das reservas de petróleo ou de crescimento da população (BELLIA, 1996).

Os ambientalistas claramente consideram a natureza vulnerável e as ameaças à mesma como provenientes das ações humanas. No extremo oposto, a economia e, conseqüentemente, o bem estar do homem, é que são vistos como vulneráveis, pela valorização desproporcional da natureza. Uma terceira perspectiva, adotada pelos defensores do desenvolvimento sustentável, reconhece as vulnerabilidades dos homens e da natureza e persegue o equilíbrio entre as aspirações de crescimento daqueles e a capacidade do ambiente de sustentá-lo ao longo do tempo (CANTOR e RAYNER, 1994).

A teoria econômica neoclássica pressupõe que o capital natural pode ser infinitamente substituído pelo produzido pelo homem, cabendo ao desenvolvimento tecnológico contornar qualquer limite resultante da exaustão de recursos. Os previsíveis problemas de escassez poderiam ser adequadamente encaminhados por mecanismos de mercado: a escassez de um determinado produto elevaria seu preço, induzindo a limitação do consumo e justificando investimentos na busca de alternativas. Ao mesmo tempo, procedimentos de extração mais eficientes e a ampliação da reciclagem,

estenderiam sua disponibilidade além dos limites hoje previsíveis de exaustão (MAY,1995).

Nessa perspectiva não haveria necessidade, e muito menos urgência, de adotar procedimentos protecionistas, uma vez que a sustentabilidade seria assegurada pelo desenvolvimento tecnológico e pelas forças econômicas. Segundo May (1995), além de se basear em um “*otimismo fatalista*” quanto às possibilidades do desenvolvimento tecnológico, o resultado dependeria de um perfeito funcionamento das sociedades e dos mercados, com uma capacidade de elaboração de políticas e de regulamentação pelos governos, e a plena soberania dos consumidores, que não se verificam.

A perspectiva oposta é de que a capacidade do planeta seja fatalmente ultrapassada em um prazo relativamente curto, como consequência dos crescimentos populacional e do consumo *per capita* previstos, e pela projeção da relação histórica entre o crescimento desses e os danos ambientais. Nesse caso, seria indispensável uma intervenção imediata para frear o crescimento da população e do consumo. Entretanto, tanto as taxas de crescimento populacional quanto o peso ambiental por unidade de produto têm decrescido, o que modifica sucessivamente as previsões e justifica a esperança de compatibilização entre demandas e capacidade de suporte (GRÜBLER; AUSUBEL, 1994, 1997).

A corrente de pensamento denominada Economia Ecológica, adota uma postura preventiva. Pressupõe que os limites de crescimento baseados na escassez e capacidade de suporte dos recursos naturais são reais e não necessariamente superáveis pelo desenvolvimento tecnológico. Inverte a ordem das preocupações em relação aos economistas neoclássicos: a capacidade de suporte da Terra é primordial para definir os limites do impacto das atividades humanas; a permissão às atividades poluidoras e o acesso aos recursos naturais deveriam ser distribuídos de forma eqüitativa (MAY, 1995); e “*só após haver tomado decisões sociais relativas a uma escala ecologicamente sustentável e uma distribuição eticamente justa, estaremos em posição de*

permitir a realocação entre indivíduos, através de mercados, nos interesses da eficiência” (DALY,1992 apud MAY, 1995).

Os economistas com preocupações ambientais enfatizam a necessidade de valorar funções e serviços da natureza como modo de incluí-los nas avaliações de custo/benefício e reorientar as decisões que envolvam ameaças ao meio ambiente e apropriação dos recursos naturais (TURNER, 1995). A internalização dos custos ambientais induziria a redução do uso desses recursos e poderia servir como um mecanismo de transferência de renda entre países.

O crescimento sustentável poderia ser incentivado a partir de uma alocação justa de direitos de emissão. Através de licenças negociáveis, os países menos desenvolvidos teriam acesso a recursos que lhes proporcionariam alternativas de crescimento com preservação ambiental (PARIKH e outros; HUQ, 1994).

Contudo, há o reconhecimento de que a avaliação econômica do meio ambiente representa uma avaliação parcial (TURNER, 1995). Ampliar muito as fronteiras da análise de custo/benefício representa um grande esforço que não assegura um resultado com razoável margem de certezas (MAY, 1995). A valoração possível facilita algumas decisões e acordos, mas as questões ambientais sempre comportarão outras considerações científicas, políticas e éticas.

King (1994 apud May 1995), propôs uma gradação entre preservação absoluta e mecanismos de mercado para proteção dos ecossistemas, em função da importância e vulnerabilidade dos mesmos. O julgamento social, fundamentado no conhecimento científico, determinaria o grau de risco admitido. Ecossistemas especialmente importantes para a manutenção da vida, muito vulneráveis e de difícil regeneração, seriam inteiramente preservados; para os menos vulneráveis e de grande capacidade de regeneração, poderiam ser adotados mecanismos de mercado mais livres; para os muitos que ficam entre uma situação e outra, a imposição de limites restringiria o espaço do mercado

em função da proteção entendida pela sociedade como necessária (v. Figura 1.1).

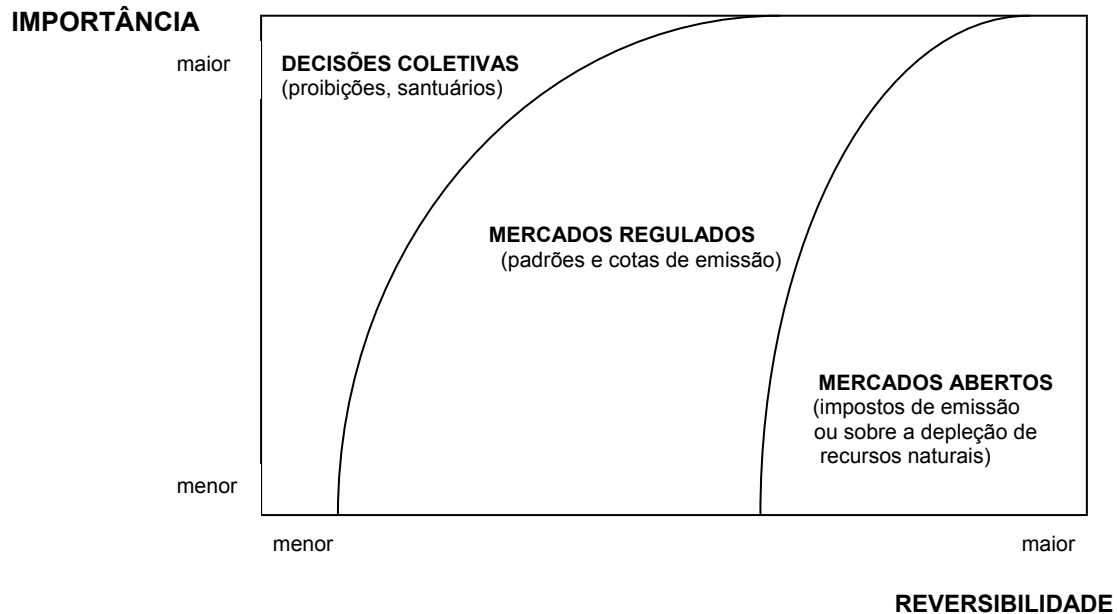


Figura 1.1 Intervenção pública para proteger o capital natural
Fonte: KING (1994) apud MAY (1995)

1.2 - O PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO

Como conseqüência do reconhecimento das incertezas em relação à extensão dos efeitos das atividades humanas sobre a natureza, a Comunidade Européia, em 1992, no Tratado de Maastrich, adotou o Princípio da Precaução que visa (FURTADO, 1999):

“a eliminação ou redução de despejo ou ingresso, na natureza, de materiais gerados pelas atividades humanas, sempre que houver indícios de que determinado material ou produto exibe potencial ou possa causar danos ao ambiente e ou ao homem, independentemente de confirmação científica.”

São identificados três níveis de incerteza na ciência ambiental que justificam o Princípio (O'RIORDAN, 2000a):

- limitação dos dados: frequentemente não existem registros históricos nem monitorização suficientemente ampla que permitam formar uma imagem confiável do que está acontecendo;
- deficiências dos modelos: os modelos utilizados para previsões de efeitos ambientais são muito imperfeitos devido à ignorância em relação às altamente complexas e pouco entendidas relações existentes na natureza;
- limites do conhecimento: ainda que as deficiências quanto aos dados e modelos possam ser reduzidas com tempo e trabalho, existe uma linha de pensamento que entende que a amplitude dos processos naturais nunca poderá ser inteiramente compreendida ou modelada com precisão.

Cada um desses fatores impõe constrangimentos à ciência ambiental; a limitação do conhecimento não permite previsões ou extrapolações precisas.

O Princípio da Precaução inverte o modelo convencional de que produtos e processos são seguros até que se prove que não o são, estabelece que, na dúvida, devem ser evitados até que se prove que não são danosos. Na Conferência de Bergen, em 1990, (conferência europeia de preparação para a ECO/92), ficou estabelecido no Princípio, que (FURTADO, 1999):

“Medidas ambientais devem antecipar, prevenir e atacar as causas da degradação ambiental. Onde houver ameaças de danos ambientais sérios ou irreversíveis, a falta de certeza científica não deverá ser usada como justificativa para postergar as medidas para prevenir a degradação ambiental.”

O conceito da precaução pode ser traduzido no seguinte (O’RIORDAN, 2000a):

- Antecipação de ações de prevenção à certeza científica de relações de causa e efeito: prudência na gestão e consideração, nas avaliações de custo benefício, de que é melhor pagar um pouco agora do que arriscar muito depois. Nesse sentido, a precaução é uma prevalência da ação sobre a inação, quando há um razoável risco de irreversibilidade ou de danos sérios ao ambiente (“melhor seguro que arrependido”);

- Reserva de um espaço ambiental² como precaução ante a ignorância: não esgotar recursos naturais, mesmo que estejam acessíveis, simplesmente porque não se sabe as conseqüências de sua exaustão; o mesmo se aplica aos níveis de desenvolvimento. É uma responsabilidade moral das nações ricas, assegurar espaço para o desenvolvimento das mais pobres;
- Participação: uma vez que não é possível prever todas as possíveis conseqüências de alterações de habitat ou manipulação dos ecossistemas, é necessária a participação pública nos processos de decisão. Isto é particularmente relevante no controle de atividades perigosas, como centrais nucleares, incineradores ou liberação de organismos geneticamente modificados;
- Transferência do ônus da prova da vítima para o produtor: cabe a este provar que seu produto é seguro e não ao governo ou à sociedade provar que não o é. Este é o aspecto mais controverso do Princípio. No passado o desenvolvimento ocorreu com base no risco e na eventual compensação de danos, argue-se que muitas inovações e explorações poderiam não ter sido feitas se não tivesse sido aceito o risco como elemento necessário ao progresso. Por outro lado, dentro desse processo, os eventuais prejudicados, ainda que possam ser indenizados por prejuízos sofridos, não participam dos lucros associados ao esquema gerador dos danos.

O Princípio da Precaução ainda é uma noção pouco compreendida, e contestada por cientistas e empreendedores. Isto porque, a aplicação da precaução muda o balanço de poder entre ciência e comunidade, empreendedores e ambientalistas e entre aqueles que exploram serviços ambientais e os eventualmente afetados por essa exploração. A aplicação do Princípio também impulsiona ações entre países o que requer a consideração das diferentes capacidades de uns e outros (O'RIORDAN, 2000a).

Os princípios da habilidade (ou do tratamento proporcional a esta) e da proporcionalidade (entre o custo relativo da antecipação de ações e os

² *"Espaço ambiental é o termo genérico desenvolvido pelos holandeses para calcular a parcela do planeta e de seus recursos que a raça humana pode utilizar de forma sustentável"* (O'RIORDAN, 2000b).

benefícios a ela associados) levam em conta essas diferenças. No último caso, os países mais pobres ou em desvantagem, devem receber pagamentos ou incentivos para a adoção de medidas que gerem benefícios globais, como redução ou supressão de produtos que reduzam a camada de ozônio ou contribuam para o efeito estufa (O'RIORDAN, 2000a).

1.3 - POBRES E RICOS - CRESCIMENTO POPULACIONAL E PADRÕES DE CONSUMO –DIFERENÇAS DE PERSPECTIVAS E POSSIBILIDADES

O debate mundial sobre meio ambiente é marcado pelas divergências entre os países do Primeiro e do Terceiro Mundos quanto à valorização e às causas principais dos danos ambientais e a prioridade das ações para atenuá-los.

A Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, realizada em Estocolmo em 1972, foi marcada pela discussão sobre o antagonismo entre crescimento e proteção ambiental, e a defesa, pelos países desenvolvidos, da limitação daquele. Essa posição motivou a desconfiança dos países do Terceiro Mundo de que os objetivos dos países ricos seria limitar o crescimento, com o pretexto de proteção da Terra, para atender a interesses específicos seus e para submeter futuras ajudas e negócios a condicionantes ambientais. Isto levou à acusação de colonialismo ambiental e subjugação dos pobres aos caprichos dos ricos (O'RIORDAN, 2000b).

Na Conferência sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD, ECO/92, ou Cúpula da Terra), realizada em 1992, no Rio de Janeiro, já houve uma mudança de perspectiva: continuavam as preocupações quanto ao crescimento populacional, mas o crescimento econômico foi reconhecido como necessário para o desenvolvimento da grande maioria da população mundial. A questão central foi a necessidade de compatibilizar esse crescimento com a capacidade do meio ambiente de sustentá-lo ao longo do tempo (Bellia, 1996). As divergências então, foram quanto às causas predominantes do possível esgotamento ambiental.

Os países desenvolvidos, nos quais a população tem crescido a taxas muito baixas, ou mesmo se estabilizado em alguns deles, enfatizaram como principais fatores de risco o crescimento populacional e o desflorestamento nos países do Terceiro Mundo. As populações destes, algumas delas das maiores do planeta, continuam crescendo a taxas elevadas cabendo-lhes a maior parcela no grande aumento do número global de habitantes, já referido anteriormente. Os países do Terceiro Mundo, por seu lado, responsabilizam os padrões de consumo e emissões dos mais ricos como os principais indutores do esgotamento ambiental.

Segundo Parikh e outros (1994), os países desenvolvidos, em 1988, com 24% da população mundial, eram responsáveis por 50 a 90% do consumo de várias *commodities*, inclusive alimentos básicos; 75% do consumo de energia; 70% das emissões de CO₂ e 77% das emissões acumuladas entre 1950 e 1988 (As diferenças são muito maiores se a comparação é entre os Estados Unidos e a Índia) (v. Tabela 1.1).

Variações no consumo dos mais ricos seriam mais significativas em relação ao impacto ambiental do que variações nas populações mais pobres, ante o limitado acesso destas ao consumo devido aos baixos níveis de renda:

- o mesmo volume de emissão de carbono resulta da queima de lenha utilizada por 2000 famílias pobres; do metano proveniente de plantações de arroz, “*um alimento básico dos pobres*”, suficientes para alimentar 12.000 pessoas; do fornecimento de eletricidade para 2.700 a 4.600 domicílios; ou da utilização de 800 carros nos Estados Unidos;
- a emissão de dióxido de carbono cresce 1,2% para cada 1% de aumento da renda *per capita*, daí se conclui que se a população dos países pobres fosse a metade do que é hoje, com os mesmos Produtos Nacionais Brutos (PNB), suas emissões seriam 2,2 vezes as atuais (100% de aumento na renda per capita implicando em 120 % de aumento das emissões) (Parikh e outros, 1994). A Tabela 1.2 representa essas duas hipóteses: a população dobrando mas mantendo-se a renda *per capita* e a população mantendo-se estável e dobrando-se o PNB.

Tabela 1.1
Padrões de consumo para “Commodities” Selecionadas; Distribuição
entre Países Desenvolvidos e em Desenvolvimento

Categoria	Produtos	Total Mundial (10 ⁶ ton. veículos: 10 ⁶ un.)	Participação %		Consumo <i>per capita</i> (kg / veículo: un)		Razão <i>per capita</i>	
			Países desenvolvidos	Países em desenvim.	Países desenvolvidos	Países em desenvim.	Desenvol /em desenvim.	EUA/ Índia
a) Aliment.	Cereais	1801	48	52	717	247	3	6
	Leite	533	72	28	320	39	8	4
	Carne	114	64	36	61	11	6	52
b) Florestal	Mad. em toras	2410	46	54	388	339	1	6
	Mad. Serrada	338	78	22	213	19	11	18
	Papel	224	81	19	148	11	14	115
c) Industr.	Fertilizantes	141	60	40	70	15	5	6
	Cimento	1036	52	48	451	130	3	7
d) Metais	Cobre	10	86	14	7	0,4	19	245
	Ferro e aço	699	80	20	469	36	13	22
	Alumínio	22	86	14	16	1	19	85
e) Química	Inorgânicos	226	87	13	163	8	20	52
	Orgânicos	391	85	15	274	16	17	28
f) Veículos	Automóveis	370	92	8	0,285	0,012	24	320
	Veículos Comerciais	105	85	15	0,075	0,0006	125	102
g) Combust.	Sólidos	2309	66	14	1278	199	6	14
	Líquidos	2745	75	25	1720	175	10	61
	Gás	1611	85	15	1147	61	19	227
e eletricid.	Eletricidade	343	81	19	230	17	13	46
	Energia total	7009	75	25	4376	453	10	35
h) Emissões globais de CO2	Total de emissões	5723	70	30	3,36	0,43	8	27
	Emissões acumuladas (1950 a 1988)	112060	77	23				

Fonte: PARIKH e outros, 1994 – Indira Ghandi Institute of Development Research para UNCED, 1991

Tabela 1.2
Emissões de CO2 e Crescimento Populacional

Ano	População	PNB	PNB/Cap.	CO2/Cap.	CO2 total
1990	100	100.000	1000	C	100C
Cenário A: Crescimento populacional Elevado					
2020	200	200.000	1000	C	200C
Cenário B: Ausência de Crescimento Populacional					
2020	100	200.000	2000	2,2C	220C

Fonte: PARIKH e outros, 1994

Baseados nos dados que apresentam, os autores enfatizam que os padrões de consumo dos ricos são ambientalmente insustentáveis em relação a tecnologia atualmente disponível e o principal fator do esgotamento ambiental.

Pobres e ricos pressionam diferentemente a natureza e têm diferente capacidade de percepção do resultado de suas ações e possibilidades de modificá-las. Para uma parcela da população mundial a preocupação com o meio ambiente cabe em uma perspectiva de futuro que o seu nível de vida e conhecimento possibilita contemplar, mas para a grande maioria da população do mundo (O'RIORDAN, 2000b) a ameaça perceptível não são os efeitos das mudanças ambientais e sim as ameaças imediatas à sobrevivência.

“Muitos questionam, nos países em desenvolvimento, a importância relativa da mudança ambiental global em comparação com as pressões das necessidades humanas de curto prazo e os objetivos de desenvolvimento de longo prazo.” (CHEN, 1994)

Entretanto, independentemente da percepção que possam ter da questão, os mais pobres estão igualmente expostos a ameaças decorrentes de desequilíbrios ambientais e são especialmente vulneráveis às suas conseqüências, como aumento de enchentes e secas, desertificação, doenças, pragas etc.(CHEN, 1994).

O planeta não suportaria uma elevação do padrão de consumo de todos ao nível do atualmente praticado nos países mais ricos. Proporcionar qualidade de vida a toda a humanidade, sem o risco de ultrapassar os limites do ecossistema, requer grandes ajustes intra e entre países. Os países do Terceiro Mundo precisam ter acesso a tecnologias e recursos que lhes permitam crescer sem produzir os mesmos impactos ambientais que os países desenvolvidos produziram durante seu crescimento (Parikh et al., 1994; Huq, 1994); paralelamente, precisam controlar seu crescimento populacional para que possam alcançar mais cedo, uma estabilidade dentro de padrões de consumo mais altos e sustentáveis; os países ricos, por sua vez, precisam ajustar seu consumo a níveis que possibilitem o desenvolvimento de todos (PARIKH e outros, 1994).

1.4 - O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A definição da Comissão Brundtland para o desenvolvimento sustentável (DS) como sendo “o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das futuras gerações atenderem suas próprias necessidades” é a mais conhecida e frequentemente citada. Entretanto, não é suficientemente detalhada para que o conceito possa ser posto em prática apenas a partir da mesma. Deixa espaço para o detalhamento do que seja uma sociedade sustentável e como alcançá-la, o que fundamenta críticas, e controvérsias quanto à abrangência do conceito e a como o mesmo pode ser implementado e avaliado (CHRISTIE, ROLFE e LEGARD; BELLIA; O’RIORDAN, 1995,1996, 2000b).

Baroni (1992) transcreve diversas interpretações para discutir as “ambigüidades e deficiências” do conceito. Acompanhando, especialmente, as considerações de Lélé (1991), enfatiza as questões que são postas ao mesmo:

- a imprecisão da definição possibilita que pessoas e instituições, com posições inconciliáveis na questão meio ambiente/desenvolvimento, não comprometam suas posições; facilita a cooptação e mal entendidos, o que pode servir para encobrir conflitos mais do que para encaminhar soluções;
- o conceito de DS é confundido, por alguns, com sustentabilidade ecológica ou uso sustentável, que se referem apenas a equilíbrio ambiental;
- Lélé (1991) conclui que desenvolvimento sustentável é o que significa literalmente: “desenvolvimento que pode ser continuado”. A partir daí questiona o que seja desenvolvimento: “Para uns é número do PIB, para outros, inclui algum fenômeno socialmente desejado.” Baroni (1992) registra ainda a questão de não existir conhecimento suficiente para determinar o que é sustentável.

Apesar das controvérsias, e de que continuemos longe de uma definição de desenvolvimento sustentável que agrade a todas as partes (CHRISTIE, ROLFE e LEGARD, 1995), é no próprio Relatório Brundtland, e na definição por ele apresentada, que diversos autores fundamentam seu entendimento quanto à

lógica e amplitude do conceito, como de um efetivo desenvolvimento e não apenas crescimento econômico.

O citado artigo de Baroni (1992) transcreve dez definições para o desenvolvimento sustentável e todas contemplam essa perspectiva ampla (as críticas da autora se dirigem ao uso que possa ser feito do conceito, devido à imprecisão de sua definição). Bellia (1996) entende que o Relatório colocou os seres humanos no centro das preocupações. Para Turner (1995), pela definição do desenvolvimento sustentável a equidade intra e entre gerações, e a justiça entre gerações e indivíduos, são pré requisitos da sustentabilidade. O’Riordan (1995) considera que, do conceito de desenvolvimento sustentável definido pela Comissão:

“...subentende-se, automaticamente, o acesso justo de toda a população às necessidades básicas, no presente e no futuro. Isso implica em transferir a oportunidade de meios de vida sustentáveis aos muito pobres, através de transferência apropriada de tecnologia, construção da capacidade científica e de gestão, e preços corretos para o uso de recursos. Também significa assegurar que o preço adicional de fazer isto, em comparação com o do “crescimento normal” deveria ser bancado pelas nações ricas e que recursos deveriam ser reservados para uso das gerações futuras como ‘compensação’ uma vez que temos cometido razoáveis erros de julgamento” (O’RIORDAN, 1995).

A orientação da Agenda 21 (SENADO FEDERAL, 1996), o acordo básico resultante da ECO/92, também é para o crescimento humano, a redução das desigualdades e a erradicação da pobreza.

Entretanto, a ECO/92 foi marcada por severas críticas por parte das Organizações Não Governamentais (ONGs) por prevalecerem palavras a compromissos efetivos de ação. As cobranças dos países em desenvolvimento de recursos adicionais para suprimento de suas carências, apresentadas durante a Conferência, foram rejeitadas como irrealistas pelos países ricos e mesmo os poucos recursos destinados então não têm sido alocados. O Banco Mundial tem sido o principal órgão de financiamento, através do Crédito para o Meio Ambiente Global (Global Environment Facility – GEF), o que é altamente controverso uma vez que muitos países em

desenvolvimento e ONGs ambientalistas o consideram “o *pior representante do capitalismo não sustentável*” (O’RIORDAN, 2000b).

Evidentemente discurso e prática podem ser, e são, diferentes, o que não nega a importância do conceito e a necessidade de perseguir sua implementação. Baroni (1992) acaba concluindo que, apesar das imprecisões, a discussão sobre o desenvolvimento sustentável deixa à mostra uma nova racionalidade que pode se contrapor à racionalidade econômica que tem prevalecido e abriu as portas para novas idéias quanto à equidade intra e entre gerações. Citando Lélé (1991) e Rattner(1991) entende que a questão é o que deve ser sustentável, por que e para quem? Enfatiza que essas questões têm que ser respondidas socialmente, o que não contradiz as definições que cita.

O Quadro 1.1 registra dados relativos ao “*estado do planeta como listado por várias auditorias científicas*” (O’RIORDAN, 2000b). Esses dados ressaltam as grandes desigualdades, carências e demandas da população humana e alguns dos efeitos dessa estrutura social sobre o meio ambiente; o que ainda há por atender como necessidades absolutas e o que pode ocorrer se não for modificado o rumo do crescimento econômico.

Quadro 1.1 – O estado e as demandas do planeta

- A população do mundo continua aumentando em cerca de 88 milhões de pessoas por ano
- A atividade econômica mundial tem crescido cerca de 3% ao ano, desde 1950. Mantendo-se essa tendência a produção mundial será 5 vezes maior do que hoje em 2050. “*Será necessário outro planeta para abrigá-la se a sobrecarga ambiental continuar a mesma.*”
- 500 milhões de pessoas vivem em áreas incapazes de alimentá-los.
- 20 países dispõem de menos de 1000m³ de água per capita por ano e o total de água disponível caiu de 17000 para 7000m³ per capita por ano.
- Desde 1970 as florestas do mundo caíram de 11,4 para 7,3 km² por 1000 habitantes
- 25% dos pesqueiros tem sido super explorado e 44% tem sido explorado até seu limite biológico.
- A extinção de espécies selvagens está 50 a 100 vezes mais rápida do que aconteceria naturalmente.
- 2,2 milhões de pessoas morrem todo ano pela poluição do ar, a maioria em áreas rurais.
- Nos países em desenvolvimento: 30% da população não tem acesso a água tratada e 2 milhões morrem todo ano por doenças associadas a isso; mais de 90% dos esgotos não são tratados e cerca de 30% dos resíduos sólidos domésticos não são recolhidos nas cidades.
- 11 milhões de agricultores pobres sofrem envenenamento por pesticidas, anualmente.
- A chuva ácida tem causado danos a 60% das florestas comerciais da Europa e reduzido em 25% as colheitas no leste da Ásia.
- A carência de habitação está crescendo 3% ao ano. Nos Estados Unidos a habitação consome apenas 3,5% da renda, metade do que a 20 anos.
- O consumo global aumentou 350% desde 1990 e está crescendo rapidamente nos países em desenvolvimento.

Fonte: Programa da ONU para o Desenvolvimento, 1998

- Cerca de 5000 crianças morrem por dia por falta , evitável, de comida, água, esgotamento sanitário e cuidados básicos de saúde,
- Cerca de 900 milhões de pessoas vivem em circunstâncias em que a comida, água limpa e lenha acessíveis não são suficientes para mantê-los.
- Cerca de 15 milhões de pessoas têm sido expulsas de seus locais de origem pela impossibilidade de se manterem ou por conflitos armados.
- A erosão resultante da perda da cobertura de proteção do solo é tão ampla, hoje, que começa a ser necessário prever novas áreas de produção de alimentos.

Fonte: O'RIORDAN, 2000b

1.4.1 - O rompimento da relação entre desenvolvimento e aumento da demanda por recursos e serviços da natureza como requisito da sustentabilidade

Alcançar a sustentabilidade implica em desfazer a ligação histórica entre o crescimento econômico e o aumento proporcional do consumo dos recursos naturais e da poluição. A Figura 1.2 representa esse rompimento, em relação à poluição, como atributo da evolução tecnológica e de seu direcionamento para a prevenção da poluição.

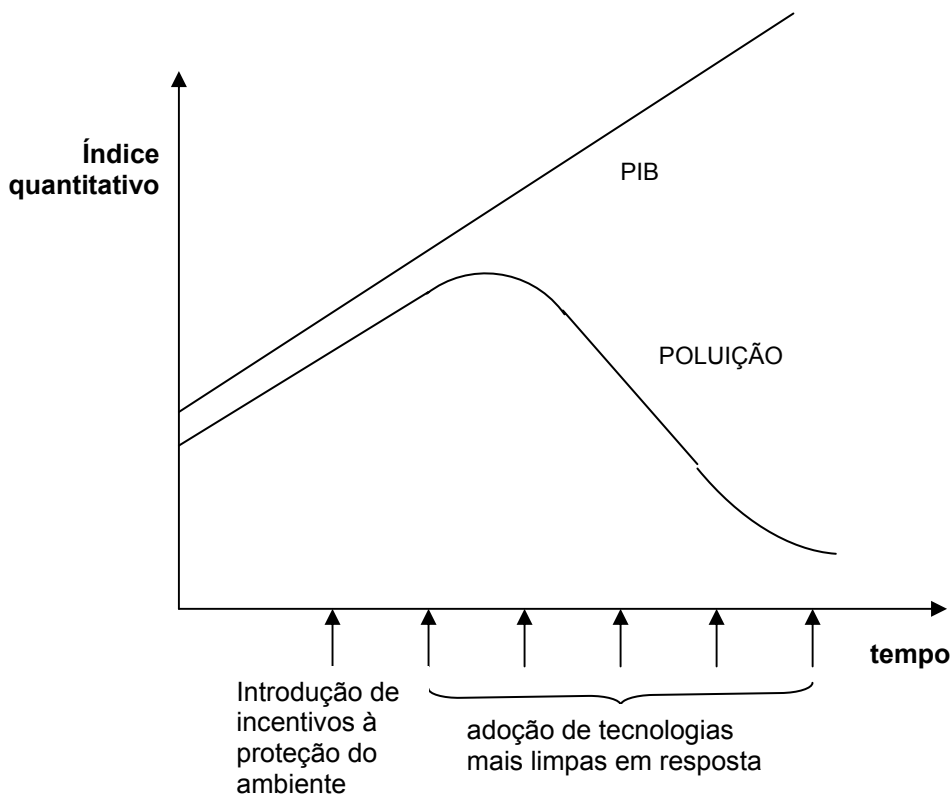


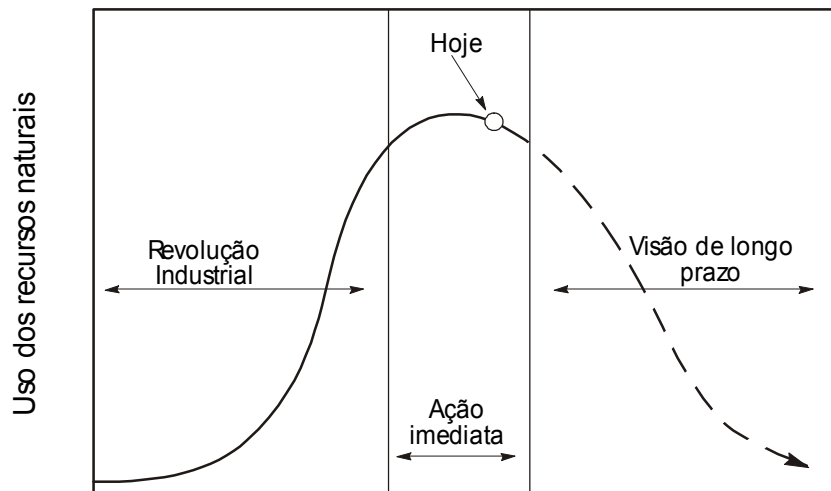
Figura 1.2 – Quebra da ligação entre crescimento do PIB e poluição

Fonte: BANCO MUNDIAL, 1992, apud HUQ, 1994

O desenvolvimento tecnológico tem permitido reduzir o impacto ambiental por unidade de produto, com a utilização de tecnologias mais eficientes ou mais limpas. A Figura 1.3(a), segundo Graedel e Allenby (1995), representa o padrão típico seguido pelos países que participaram da “revolução industrial”; a abcissa é dividida em três partes: a revolução industrial sem constrangimentos ambientais, na qual o uso de recursos naturais e a geração de resíduos cresceram rapidamente; o período de ações imediatas de remediação dos maiores efeitos identificados; e o período de visão de longo prazo, “*ainda não implementado*”, onde se pode esperar que os impactos ambientais possam ser muito reduzidos, com a manutenção de uma razoavelmente alta qualidade de vida.

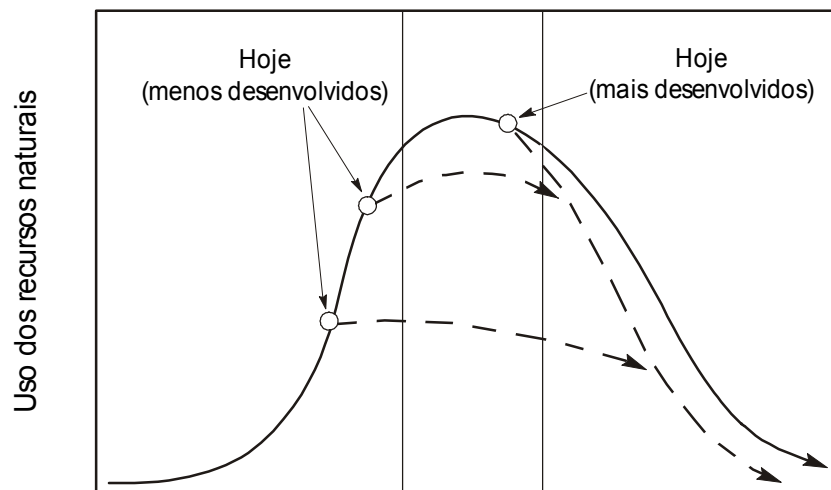
O acesso às novas tecnologias possibilitaria aos países menos desenvolvidos alcançarem o trecho descendente da curva sem atingirem o mesmo pico de impacto ambiental atingido pelos países atualmente mais desenvolvidos. Essa

possibilidade é representada pelas linhas interrompidas entre os trechos ascendente e descendente da curva na Figura 1.3(b). A linha interrompida à direita, nessa figura, expressa que mesmo o caminho dos mais desenvolvidos pode ser melhorado.



Estágio de desenvolvimento

Figura 1.3a - O ciclo de vida típico das relações entre o estado de desenvolvimento tecnológico da sociedade e o impacto ambiental resultante.



Estágio de desenvolvimento

Figura 1.3b - Redirecionamento desejado (linhas interrompidas) do caminho de desenvolvimento histórico.

Entretanto, o impacto ambiental por unidade de bem ou serviço produzido não é o único determinante do impacto global. Apesar do inegável desenvolvimento tecnológico das últimas décadas, da desmaterialização e descarbonização³ obtidas (GRÜBLER; ASSUBEL, 1994; 1995), a poluição continua crescente como consequência do aumento e das características dessa produção, e da utilização dos bens e serviços.

A tentativa de aplicação da curva de Kuznets⁴ a questões ambientais não tem confirmado a hipótese na qual se baseia, para a maior parte dos efeitos, conforme mostra a Figura 1.4. Segundo essa hipótese os impactos aumentariam até certo nível de renda per capita, decaindo daí para a frente - a partir desses níveis de renda a qualidade ambiental seria reconhecida como um bem e a continuidade da degradação seriam social e politicamente intoleráveis, forçando sua queda (ADGER, 2000).

Na Figura 1.4, apenas as duas curvas do meio, relativas às concentrações na atmosfera urbana de material particulado e dióxido de enxofre, correspondem à hipótese; resíduos municipais e as emissões de dióxido de carbono, têm continuado crescentes. Desenvolvimento tecnológico e crescimento econômico, se adequadamente orientado, contribuem para a sustentabilidade, mas não a asseguram por si sós (ADGER, 2000).

³ Desmaterialização: redução da quantidade de material necessária à obtenção de uma unidade de produto; pode se traduzir em menor consumo de matérias primas durante a fabricação, redução da massa do produto ou substituição do produto por serviços.
Descarbonização: redução da emissão de carbono associada à produção e utilização de um produto ou à obtenção de uma unidade de serviço.

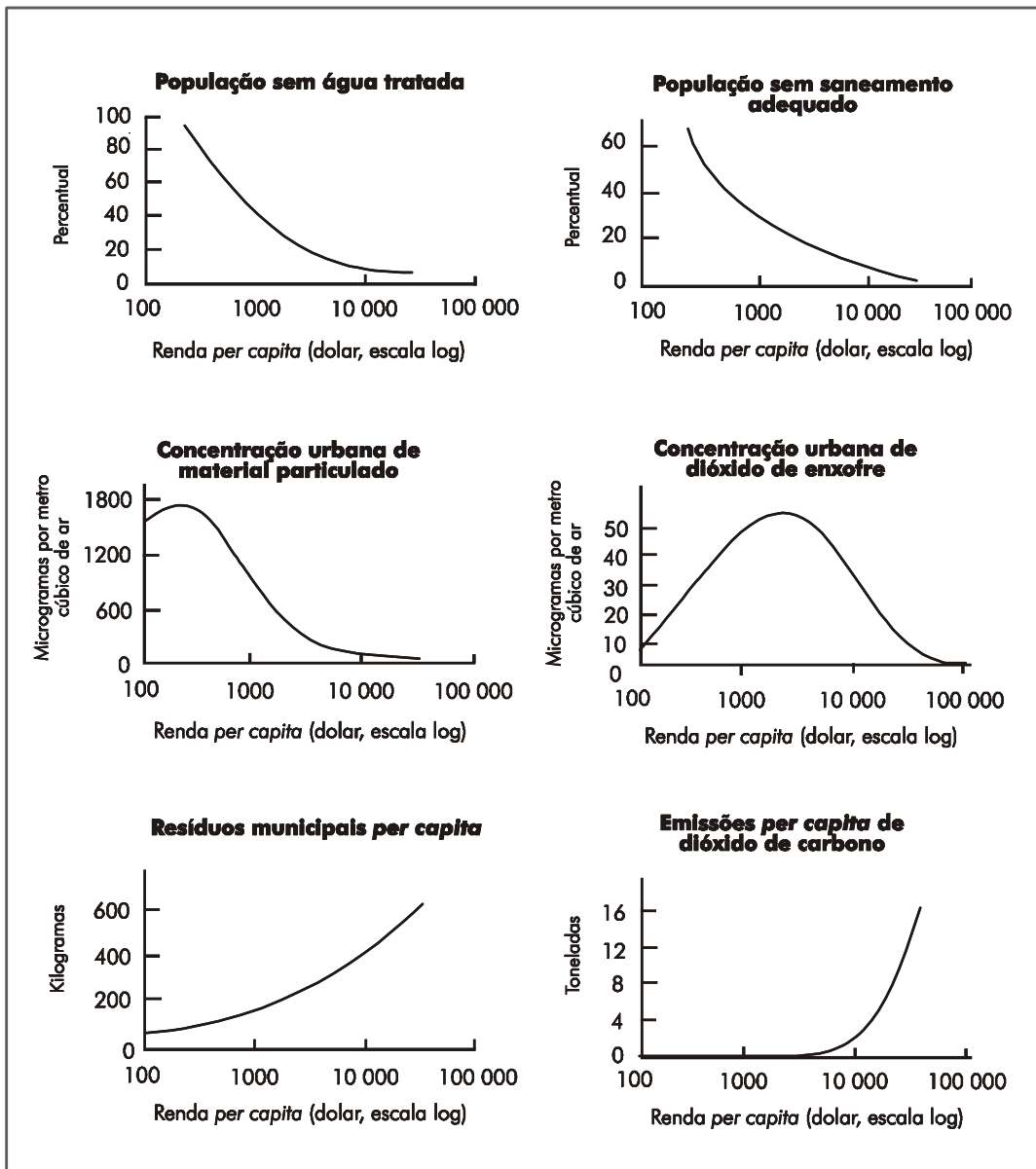


Figura 1.4 - Relações entre poluentes ambientais e renda *per capita*

Fonte: Banco Mundial (1992) apud Adger (2000)

Uma sociedade sustentável implica em grandes mudanças sociais, econômicas e culturais em relação à atual, que se traduzem em: estabilidade populacional, melhor distribuição de renda, disseminação da educação e informação, maior participação social, novos processos de produção e adequação dos padrões de consumo globais à capacidade de suporte do planeta. Diversos caminhos têm

⁴ Kuznets apresentou, em 1955, a hipótese de que o crescimento econômico provocaria, inicialmente, um aumento na desigualdade econômica até determinados níveis de renda per

sido buscados para alcançá-la, o que é bom que aconteça, mesmo que nem todos se mostrem eficazes. “*A política da sustentabilidade é a política genérica da mudança social e política*” não a de uma ou outra teoria (O’Riordan, 2000b).

Georgescu-Roegen (1976) apresenta argumentos que acrescem algumas considerações à discussão da sustentabilidade. Este critica, a crença na durabilidade perene e na produção industrial não poluente. A segunda lei da termodinâmica reconhece que toda transformação implica na perda inevitável de uma parcela de energia, não recuperável; as leis biológicas conhecidas justificam prever que a espécie humana, como todas as demais, acabará por extinguir-se. Então, não é possível alcançar um sistema econômico/ecológico estacionário e perene.

Critica, também, como lineares e simplistas, as projeções quanto à população que pode subsistir sobre a Terra, baseadas apenas na possibilidade de suprimento de alimentos e energia, sem considerar se é possível atingir uma organização social compatível com tal densidade populacional.

Esses argumentos conferem outro alcance à discussão, além do atingido pelas considerações meramente tecnológicas e econômicas. Ressaltam as limitações destas e alertam contra a pretensão em relação às suas possibilidades. Mas não são contraditórios com a defesa da sustentabilidade. As transformações ambientais e biológicas ocorrem em tempos muito longos em comparação com a escala do homem, se não forem precipitadas por este.

Reconhecidos os limites físicos e biológicos inevitáveis, o autor defende, como meio para não antecipá-los: a opção pelo aproveitamento da energia solar de todas as formas possíveis (tanto pela captação direta como pela utilização da captada por outros seres vivos) e a redução da demanda por recursos naturais, através da redução da população mundial e da eliminação do consumo de supérfluos. São elementos que integram todas as discussões sobre sustentabilidade.

1.5 - A EQUAÇÃO MESTRA E O FATOR X

Uma abordagem freqüente para estimar o impacto das atividades humanas sobre o ambiente é conhecida como “equação mestra de impacto ambiental”:

$$\text{Impacto ambiental global} = \text{população} \times \text{consumo } \textit{per capita} \times \text{impacto amb. por unidade de produto}$$

A equação possibilita discutir compensações, nas previsões de futuro, entre os três fatores identificados como determinantes do impacto ambiental global: dimensão da população humana, padrão de consumo (representado pela renda *per capita*), e desempenho tecnológico.

O primeiro termo, a população mundial, continua crescendo rapidamente, ainda que a taxa de crescimento venha se reduzindo. Apesar da dificuldade das previsões, tem sido considerada como razoável a estimativa de um pico de população da ordem de 10 a 12 bilhões de pessoas, ocorrendo até a metade do século XXI, o que significa que o primeiro fator da equação será multiplicado por 2 nesse período (GRAEDEL e ALLENBY, 1998).

O segundo fator decorre do reconhecimento de que o aumento da renda *per capita*, ainda que esta não implique necessariamente em elevação da qualidade de vida para todos, tem implicado em elevação proporcional da pressão sobre o ambiente (ou até em uma proporção maior, conforme discutido no item 1.3 e exemplificado na Tabela 1.2). À revelia das desigualdades entre países e indivíduos, a tendência predominante é de aumento da renda *per capita* na maior parte do globo. Estimativas grosseiras sugerem uma elevação da ordem de 3 a 5 vezes nos próximos 50 anos (GRAEDEL e ALLENBY, 1998).

O terceiro termo é o único que, ao menos no curto prazo, pode ser significativamente reduzido pelo desenvolvimento tecnológico. Com as

projeções acima, a redução precisaria ser de 6 a 10 vezes, no mesmo intervalo, para que seja mantido o impacto ambiental de hoje. Entretanto, como o grau atual dos impactos já é considerado insustentável por muitos, o terceiro termo, eventualmente, precisaria sofrer uma redução de 20 a 50 vezes, para assegurar a sustentabilidade (GRAEDEL e ALLENBY, 1998).

Dessas considerações resulta a idéia de Fator X, como a razão necessária de redução do impacto ambiental por unidade de produto para garantir a estabilidade do planeta. As hipóteses quanto ao valor têm variado entre 4 e 10, em função de diferentes previsões de crescimento dos dois primeiros termos da equação, predominando o Fator 10 (SCHMIDT-BLEEK; GRAEDEL e ALLENBY; O'RIORDAN, 1997, 1998, 2000b).

Schmidt-Bleek (1997) apresenta outra interpretação para chegar ao mesmo fator: reduzindo-se a demanda por recursos naturais à metade (fator 2) retornaríamos à situação de 1950, *“quando não havia problemas ambientais significativos”*; uma vez que o consumo dos países da OECD⁵, atualmente, é cerca de 5 vezes o dos países pobres, o desempenho daqueles teria que melhorar mais de 10 vezes para deixar espaço para o crescimento dos demais. Então, 10 é *“o número que faz algum sentido”* como uma referência inicial.

“Não é uma variação matemática, obviamente, mas é um número que é extremamente importante porque leva em conta um limite absoluto da rede de suporte ambiental, que nós temos que considerar em nossas economias, no futuro, e que tem um fator ético, se o desejam, pela consideração em relação aos países em desenvolvimento.....”
(SCHMIDT-BLEEK, 1997)

Baseando-se na “bagagem ecológica”⁶ de vários produtos e na experiência, esse autor argumenta que fatores de 3 a 5 seriam o estado da arte atual, podendo ser alcançados imediatamente; mesmo nas pequenas companhias,

⁵ OECD – Organização para a Cooperação Econômica e o Desenvolvimento (Organization for Economic Cooperation and Development). Criada em 1947 com a finalidade de gerir os recursos destinados pelo Plano Marshal para a reconstrução da Europa. Atualmente, reúne todos os 29 países industrializados do continente; não tem poder de decisão mas é um fórum de discussão dos problemas que afetam os países membros (CINQ-MARS, 1997).

⁶ Bagagem ecológica (ecological rucksack): termo cunhado por Schmidt-Bleek para designar a totalidade dos recursos naturais afetados pelo ciclo de vida de um produto (extração de

fatores de 3 a 10 seriam normais quando estas recebem apoio nesse sentido. Entende que o Fator 10 seria alcançado facilmente, com relativamente pequena pressão, e que *“em 2010 estaremos nos perguntando: porque não fizemos isso antes?”* Ao mesmo tempo, ressalta que fatores menores que 10 não são suficiente para adequar o peso ambiental da produção à capacidade ambiental de suporte à mesma.

No entanto, O’Riordan (2000b), entre outros, continua discutindo a perspectiva do Fator 4. As incertezas das previsões fundamentam dúvidas, inclusive quanto à possibilidade de o fator tecnológico, sozinho, compensar o crescimento dos outros dois, mesmo no curto prazo. Uma vez que a reversão da tendência de crescimento populacional é a mais complexa, dependendo, entre outras coisas, da elevação do nível de renda e educação, considera-se a necessidade de interferir, também, nos padrões de uso e desempenho dos produtos e serviços, para assegurar que os limites do planeta não sejam ultrapassados até que a população se estabilize.

“O consumo e a tecnologia são pontos chave para minimizar o impacto das populações humanas e também interagem na determinação dos padrões de fertilidade presente e futuro. Essa é a mensagem do Relatório sobre o Desenvolvimento Humano da ONU (1998), a saber, a aplicação de ‘tecnologia limpa’ e do ‘conhecimento econômico’ possibilitaria criar riqueza diminuindo a pegada ecológica⁷” (ADGER e O’RIORDAN, 2000).

Ao mesmo tempo, a responsabilidade atribuída à tecnologia na redução do impacto ambiental global inclui considerações quanto aos efetivos papel e alcance da mesma:

matérias primas, transporte, produção, manutenção, uso e destinação final). (THE FACTOR 10 INSTITUTE, home page, 2001, disponível em: www.factor10-institute.org/fac)

⁷ Pegada ecológica (ecological footprint) é uma ferramenta de contabilização dos recursos ambientais consumidos pelo homem. A demanda por comida, bens, energia e pelos demais serviços de suporte à vida é traduzida em área de terra produtiva (em hectare) necessária para prover os recursos e absorver os resíduos resultantes. *“A pegada ecológica é uma medida de quão sustentáveis são nossos estilos de vida.”* (A pegada ecológica média do Canadá é de 4,8 hectares por habitante; para que todos pudessem viver no nível médio dos norte americanos seria necessário, pelo menos, três Terras.) Estimativas preliminares mostram que a pegada ecológica do consumo atual de comida, produtos florestais e combustíveis fósseis ultrapassa a capacidade de suporte global em cerca de 30%. (University of British Columbia, 2001). Nos EUA necessita-se de 5ha para atender à necessidade do habitante médio, na Holanda, de 4ha. e na Índia, de 0,5ha para a mesma finalidade (HART, 1997)

- O foco no terceiro termo da equação não significa um “*otimismo tecnológico ingênuo*”, de que a tecnologia pode contornar sozinha a excessiva pressão sobre a natureza, decorrente do aumento da população e dos padrões de consumo. Significa reconhecer que modificações nesses dois fatores implicam em mudanças sócio culturais que requerem, inevitavelmente, maior tempo de maturação. A redução mais rápida do fator tecnológico pode proporcionar uma transição mais suave para uma sociedade sustentável, a qual implica em ajustar, também, os outros dois fatores.
- O conhecimento atual não permite identificar tecnologias ou produtos sustentáveis, mas permite escolher quanto ao ambientalmente preferível, em muitas circunstâncias. A soma dessas decisões, no mínimo, moverá a economia global na direção certa (GRAEDEL e ALLENBY, 1998).

Evidentemente, a Equação Mestra e o Fator X não podem ser tomados como expressões matemáticas precisas pela própria impossibilidade de quantificar adequadamente os elementos que contemplam (As relações entre população e renda *per capita* e o conseqüente impacto ambiental, podem se modificar; cada produto impacta diferentemente o ambiente e também são diferentes as atenuações possíveis; não há como expressar numericamente os impactos e fatores de redução específicos e, tampouco, fatores de ponderação que permitam chegar a números globais). Mas servem à discussão das tendências de variação dos fatores determinantes do impacto global e para ressaltar o desafio que representa alcançar um padrão de desenvolvimento sustentável.

A Figura 1.5, representa a bagagem ecológica de alguns materiais, segundo Weizsäcker e outros (1998) apud O’Riordan (2000b), e proporciona uma visão da eficiência atual na sua obtenção. Os autores exemplificam que um anel de ouro de 10g tem uma bagagem de 3,5t, 1t de carvão tem uma bagagem de 10t etc. Um conceito subjacente ao diagrama é o de Intensidade de Material por Unidade de Serviço (MIPS – Material Intensity Per unit of Service) (O’RIORDAN, 2000b). Este é proposto como uma medida da produtividade dos recursos naturais e de acompanhamento de sua evolução (v. Item 3.2.2).

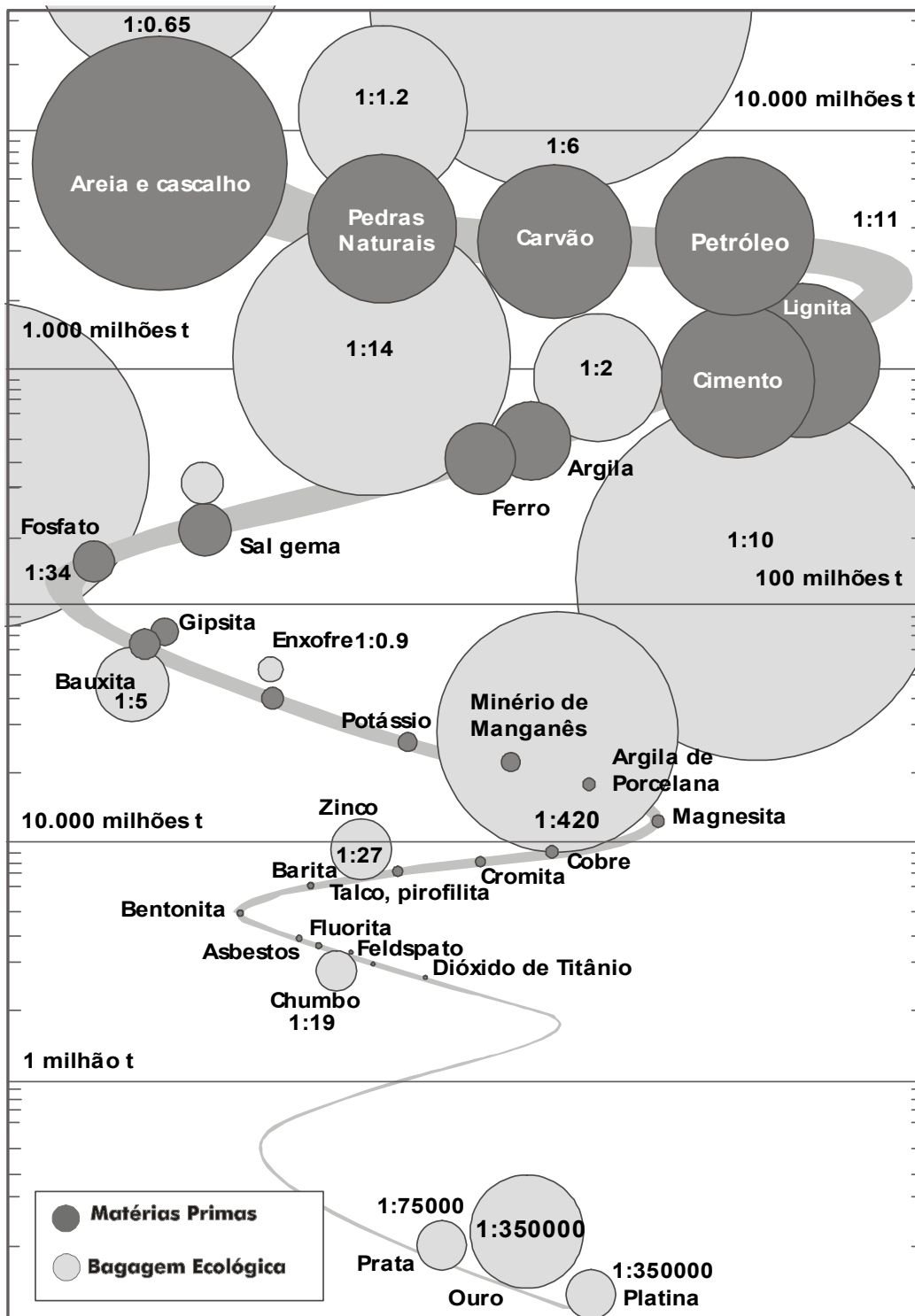


Figura 1.5 - Bagagem Ecológica de Matérias Primas

Fonte: WEIZSÄCKER e outros., (1998, p.243) apud O'RIORDAN (2000b)

CAPÍTULO 2

HISTÓRICO E DEFINIÇÃO DOS CONCEITOS

DO CONTROLE À PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO OU À PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Prevenção da Poluição, Produção Limpa, Produção Mais Limpa e Eco-Eficiência são proposições que buscam modificar a orientação do sistema produtivo para a prevenção da poluição nas possíveis fontes geradoras, em substituição à lógica de Controle da Poluição após sua geração nos processos. Os objetivos comuns e a utilização dos mesmos instrumentos para consegui-los, levam a superposições entre os conceitos, confirmadas pelos relatos das experiências já desenvolvidas. Na prática tem ocorrido, também, a utilização dos termos no seu sentido literal, independentemente de sua origem como conceito. Esta será a linha adotada neste trabalho.

2.1 - CONTROLE DA POLUIÇÃO

As primeiras intervenções no sentido de reduzir o impacto ambiental das atividades industriais visavam controlar a poluição gerada, tida como inerente aos processos de produção. Considerando-se como inevitável a geração de emissões, resíduos e subprodutos, a única alternativa identificada era a atenuação dos danos proveniente de sua geração. Por pretenderem controlar a poluição após sua geração nos processos industriais, tais procedimentos são conhecidos como de fim de tubo (“end of pipe”). Em função da dimensão do desafio do desenvolvimento sustentável, discutida no capítulo anterior, torna-se cada vez mais evidente que seus resultados são insuficientes para compatibilizar as necessidades humanas com a capacidade de suporte do planeta.

No começo do século XX, os sanitaristas trabalhavam com o entendimento de que “a solução para a poluição era a sua diluição” e as intervenções eram nesse sentido: estabelecimento de condições de dispersão dos poluentes nos diversos meios receptores que assegurassem uma diluição até níveis “seguros”

(chaminés, emissários). Naturalmente a idéia de segurança esteve sempre limitada pelo conhecimento disponível e o grau de consciência em relação à questão em cada período. A ampliação desses aumentou igualmente a percepção das vulnerabilidades do ecossistema global, no qual o sistema produtivo humano está inserido (CANTOR e RAYNER; CHEN, 1994).

O reconhecimento posterior da toxicidade de determinados elementos, da característica de outros de se acumularem nos organismos, e da dificuldade de degradação biológica dos produtos sintéticos, que têm sido desenvolvidos em velocidade crescente, mostraram a precariedade daquela perspectiva inicial.

Outros procedimentos foram incorporados com o objetivo de controle da poluição, como retenção e confinamento de resíduos e tratamentos de efluentes, sob pressão das regulamentações que estabeleceram padrões de lançamento de resíduos e emissões. Principalmente a partir das décadas de 60 e 70, e especialmente desta última, as evidências do agravamento da degradação ambiental, levaram ao estabelecimento de imposições legais gradativamente mais restritivas quanto às devoluções de resíduos ao ambiente. Ampliou-se a utilização dos procedimentos de atenuação, ampliando-se, conseqüentemente, os custos de sua aplicação. Apesar disso, a poluição continuou crescente (SHEN; PORTER e van DER LINDE, 1995).

Os processos de controle da poluição têm o crédito de marcarem o reconhecimento da importância da proteção ambiental e de terem reduzido a velocidade de crescimento da poluição. No entanto, apesar dos esforços e recursos dispendidos, têm se mostrado insuficientes para impedir a continuidade da degradação ambiental e de evitar a exaustão dos recursos naturais (COMMONER, 1990 apud MAZON; SHEN; SCHNITZER, 1992, 1995, 1999).

“Nos Estados Unidos, após serem gastos cerca de US\$1 trilhão em esforços para controlar a poluição ambiental, os resultados obtidos foram mínimos” (COMMONER, 1990 apud MAZON, 1992, p.78).

“O controle da poluição melhorou a qualidade ambiental em uma certa extensão mas, em geral, falhou não apenas em eliminar a poluição mas também, frequentemente a transfere de um meio para outro. Os

processos de tratamentos de resíduos têm produzido grande quantidade de lodo e outros resíduos que precisam ser tratados novamente ou irão criar poluição secundária” (SHEN, 1995, p.1).

A continuidade do aumento da degradação ambiental também foi amplamente reconhecida na ECO/92.

Ainda que tenham evoluído desde as intervenções iniciais, os processo de controle da poluição mantêm o procedimento desenvolvido ao longo do tempo de grande demanda por recursos naturais (matérias primas, água e energia) e grande devolução de resíduos, apenas atenuado por cuidados nos procedimentos de descarte.

Apesar de expressivas reduções obtidas por unidade de produto ou serviço, para lançamentos e emissões significativos, a quantidade total de muitos desses continua crescente, devido ao aumento da produção (CINQ-MARS ; GRAEDEL E ALLENBY, 1997, 1998). Além disso, há a questão dos produtos tóxicos, dificilmente degradáveis e/ou bioacumuláveis, para os quais não há tratamento satisfatório (ODUM; FURTADO, 1997, 1999).

Os processos de fim de tubo contribuem para o aumento da demanda por recursos naturais, por acrescentarem processos posteriores, de tratamento e disposição, aos processos de produção (Peneda, 1996; Shen, 1995). Além disso, a lógica de gerar grandes quantidades de resíduos nos processos, muitos deles de alta toxicidade, para só depois cuidar do seu tratamento e/ou disposição, não evita a continuidade de riscos e agressões à natureza, apesar do aumento de custos que impõe à produção.

Em resumo, as deficiências dos processo de fim de tubo se traduzem em:

A - quanto à possibilidade de manutenção dos impactos e dos riscos:

- a contenção de resíduos em filtros, tambores etc. implica em concentração e transporte de poluentes; persiste a necessidade de deposição desses concentrados, podendo se traduzir, apenas, em um deslocamento do impacto ambiental de um meio para outro; a disposição, mesmo com o

estabelecimento de padrões de segurança, implica em riscos de infiltração, emanações etc, exigindo monitoração prolongada dos depósitos;

- os limites de bioconversão de resíduos no solo, rios e oceanos nem sempre são devidamente avaliados na definição dos padrões de lançamentos de efluentes; esses, mesmo dentro dos padrões previstos pela legislação, acabam gerando impacto;
- não há uma solução satisfatória para os produtos tóxicos, especialmente os orgânicos persistentes e, desses, os capazes de migrar a grandes distâncias e velocidades;
- é produzido um número cada vez maior de produtos sintéticos, para os quais não existem ciclos naturais de degradação, a qual pode requerer centenas de anos;
- a produção de resíduos, inclusive dos perigosos, continua crescente, além do aumento da variedade e dos riscos potenciais dos mesmos; isso se traduz em dificuldade igualmente crescente de disponibilidade de corpos naturais capazes de absorvê-los;
- persistem, também, apesar da Convenção de Basilea⁸, contrária à sua prática, a comercialização de lixo industrial e a transferência de produtos perigosos entre regiões e países (geralmente dos ricos para os pobres);
- a demanda por matérias primas continua crescente, apesar da preocupação atual quanto à possibilidade de exaustão de algumas delas.

B - quanto a questões econômicas:

- os procedimentos implicam em custos diretos para as indústrias, com a única compensação financeira possível de redução do risco de multas decorrentes de infrações à legislação e de eventuais ônus da remediação de danos. Dessa forma, o meio ambiente continua como um elemento à parte das atividades produtivas, apenas como um fator de aumento de custos e, conseqüentemente, de limitação à competitividade das empresas e dos países;

⁸ Convenção de Basilea – Adotada em 1989 e ratificada, atualmente, por 135 países, incluindo a União Européia. Visa: minimizar a geração de resíduos perigosos em termos de quantidade e periculosidade, dispô-los o mais próximo possível da fonte geradora e reduzir seu deslocamento (BASEL CONVENTION, 2001).

- os preços não traduzem a realidade ambiental e grande parcela dos custos de coleta, disposição, tratamentos e remediações são bancados pela sociedade como um todo. Os custos da degradação ambiental e da perda de produtividade dos ecossistemas também não são devidamente apropriados.

“O controle da poluição não resolve o problema. Ele apenas o altera, mudando-o de uma forma para outra.....” (JOSEPH LING apud SHEN, 1995, p. 15).⁹

Apesar das restrições legais impostas e dos recursos investidos, a agressão ambiental continua crescente, o que tem levado à busca de alternativas ambiental e economicamente mais vantajosas. Proposições têm surgido e se mostrado eficientes desde meados da década de 1970. No entanto, apesar das deficiências referidas acima, ainda hoje predominam os procedimentos de controle. As razões para tal são discutidas no Item 3.2.7.

2.2 - PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO, PRODUÇÃO LIMPA, PRODUÇÃO MAIS LIMPA E ECO-EFICIÊNCIA - DIFERENÇAS E SUPERPOSIÇÕES DOS CONCEITOS

Proposições apresentadas a partir de 1975 defendem a substituição dos processos de controle de fim de tubo pela prevenção da poluição nas possíveis fontes geradoras. Se contrapõem à lógica tradicional de que a poluição seja inerente aos processos produtivos e, conseqüentemente, decorrência inevitável do desenvolvimento. A poluição é vista como deficiência dos processos e procedimentos na transformação e utilização dos recursos naturais. O melhor aproveitamento desses recursos resultaria em ganhos ambientais e econômicos.

Algumas dessas proposições se diferenciam na ênfase maior em um ou outro elemento do sistema produtivo, mas não há divergências substanciais quanto aos objetivos a alcançar e aos instrumentos utilizados para atingi-los. Este tópico procura identificar algumas dessas diferenças e superposições.

⁹ Joseph P. Ling, vice presidente aposentado da 3M Company

2.2.1 - PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO

Em 1975, a multinacional 3M iniciou um programa que defendia que a prevenção da poluição traria vantagem econômica: a Prevenção da Poluição se Paga, (3P Program – Pollution Prevention Pays Program). O conceito desse programa era de que a eliminação ou redução da poluição na fonte: eliminaria ou reduziria os custos de limpeza; proveria soluções, também, para os problemas de poluição de segunda e terceira gerações¹⁰, e; uma vez que a maioria dos poluentes provêm das matérias primas transformadas nos processos, evitar a geração da poluição também conservaria aquelas, tornando os processos mais eficientes e menos custosos.

O programa consistiu de duas partes: Avaliação Ambiental do Processo, para prevenir a poluição de primeira geração, e Avaliação Ambiental do Produto, para identificar soluções para os problemas de poluição de segunda e terceira geração. Representou uma economia de 20 milhões de dólares no primeiro ano e foi apresentado, a pedido, na Conferência sobre Tecnologias e Produção Sem Resíduos da Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa, em Paris, em 1976 (LING apud SHEN, 1995, prólogo).

“Prevenção da Poluição significa “redução na fonte”..... Inclui práticas que reduzem ou eliminam a criação de poluentes através do aumento da eficiência no uso das matérias primas, energia, água e outros recursos, ou da proteção dos recursos naturais pela conservação” (SHEN, 1995, p.17).

O programa de prevenção da poluição dos Estados Unidos

A mudança de foco do controle da poluição para prevenção da poluição, nos EUA, começou em 1976 com a Lei de Recuperação e Conservação dos Recursos Naturais (RCRA – Resources Conservation and Recovery Act). Em 1989, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA- US Environmental Protection Agency), estabeleceu um escritório de Prevenção da

¹⁰ Problemas ambientais de primeira geração são aqueles decorrentes diretamente dos processos de fabricação, os quais os sistemas de tratamentos de resíduos pretendem resolver; os de segunda geração decorrem do uso dos produtos e os de terceira geração, de sua deposição.

Poluição; em 1990, o Congresso americano aprovou a Lei de Prevenção da Poluição¹¹.

“A EPA está comprometida em fazer a prevenção da poluição o princípio guia de todos os seus esforços ambientais. A nova política tem cinco partes chave, a EPA:

- *incorporará a prevenção da poluição como a opção preferencial em todas as principais atividades incluindo desenvolvimento de normas, autorizações de funcionamento e apoios;*
- *ajudará a construir uma rede nacional de prevenção da poluição, entre os diversos níveis de governo;*
- *expandirá os programas ambientais que enfatizem a prevenção, reforcem o objetivo de bom resultado mútuo, econômico e ambiental, e representem o novo modelo de relacionamento setor privado/governo;*
- *aumentará os esforços para gerar e distribuir informação sobre prevenção e no desenvolvimento de sistemas de medição como o Inventário de Emissões Tóxicas (TRI – Toxic Release Inventory)¹²;*
- *desenvolverá parcerias para incrementar a inovação tecnológica.”*

O programa de pesquisa da USEPA inclui: projeto de tecnologias limpas, avaliação da prevenção da poluição, projeto de produtos limpos, pesquisa sobre prevenção da poluição a longo prazo e pesquisas cooperativas (Shen, 1995).

2.2.2 - PRODUÇÃO LIMPA E PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Na década de 80 a ONG Greenpeace iniciou a campanha para “*mudança mais profunda do comportamento industrial*”, propondo o conceito da Produção Limpa (Clean Production) (FURTADO, 1999). Em 1989, o Programa das Nações Unidas Para o Meio Ambiente - PNUMA (UNEP - United Nations Environment Program) introduziu o conceito de Produção Mais Limpa (Cleaner Production – CP), atualizado posteriormente e tendo hoje a seguinte definição:

“O conceito de Produção Mais Limpa foi introduzido pelo Setor para a Indústria e o Meio Ambiente do PNUMA (UNEP IE) em 1989. Produção Mais Limpa é a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada, aplicada aos processos, produtos e serviços, para aumentar a eco-eficiência e reduzir os riscos para os seres humanos e o ambiente. Aplica-se a:

¹¹ O texto da lei pode ser encontrado no site da Cornell University (2001b) – www4.law.cornell.edu.uscode/unframed/42/11046.html

¹² TRI – Definição no item 3.1.2

- *Processos de produção: conservação de matéria prima e energia, eliminação de matérias primas tóxicas e redução da quantidade e toxicidade de todos os resíduos e emissões;*
- *Produtos: redução dos impactos negativos ao longo do ciclo de vida do produto, desde a extração das matérias primas até a disposição final;*
- *Serviços: incorporação dos conceitos ambientais no projeto e na distribuição dos serviços.*

A Produção Mais Limpa requer mudança de atitudes, gestão ambiental responsável, criação de políticas nacionais orientadas para o meio ambiente, e avaliação de opções tecnológicas” (WBCSD e UNEP, 1997, p.3).

Os dois conceitos se caracterizariam por (FURTADO, 1999, p.24):

Produção Mais Limpa – PNUMA, 1994

“Processo – conservação de materiais, água e energia; eliminação de materiais tóxicos e perigosos; redução da quantidade e toxicidade de todas as emissões e resíduos, na fonte, durante a manufatura.

Produto – redução do impacto ambiental e para a saúde humana, durante todo o ciclo, da extração da matéria prima, manufatura, consumo/uso e na disposição/descarte final.”

Produção Limpa – Greenpeace

“Processo – atóxico, energia-eficiente, utilizador de materiais renováveis, extraídos de forma a manter a viabilidade do ecossistema e da comunidade fornecedora ou, se não-renováveis, passíveis de reprocessamento atóxico e energia-eficiente; não poluidor durante todo o ciclo de vida da produto; preservador da diversidade da natureza e da cultura social; promotor do desenvolvimento sustentável.

Produto – durável e reutilizável; fácil de desmontar e remontar; mínimo de embalagem; utilização de materiais reciclados ou recicláveis.”

Segundo o autor:

“Produção Limpa (Clean) abrange elementos técnicos e econômicos, previstos pelo conceito de Mais Limpa (Cleaner), mas incorpora elementos jurídicos, políticos e sociais, representados pela (i) visão do sistema global da produção (berço-`a-cova) e (ii) a aplicação de quatro princípios fundamentais – precaução, prevenção, integração e controle democrático. A empresa interessada em avaliar a natureza de suas atividades e produtos, em relação à estratégia da Produção Limpa, poderá utilizar os indicadores ambientais.”

Nessa perspectiva, as diferenças entre os dois conceitos são evidenciadas por:

(I) Padrões absolutos na Produção Limpa (atóxico, reciclado ou reciclável, não poluidor), enquanto a Produção Mais Limpa prevê um processo de melhoria crescente na direção desses objetivos e; (II) O controle democrático como

princípio, uma vez que apesar da Produção Mais Limpa também considerar os aspectos das pretensões e respostas dos demais segmentos da sociedade, não os coloca no mesmo patamar de importância.

Os demais elementos integram os procedimentos de ambas as propostas: o Princípio da Precaução foi incorporado pela União Européia, que tem trabalhado na perspectiva do programa da ONU; a abordagem integrada, expressa na avaliação de ciclo de vida de produtos e processos, e a utilização de indicadores ambientais, também são defendidas pela Produção Mais Limpa; a prevenção é fundamento básico do conceito¹³.

Evidentemente, os conceitos não são excludentes. A Produção Limpa pretende uma mudança mais brusca enquanto a Produção Mais Limpa (PML) prevê um processo contínuo de melhoria, o que também pode ser entendido como uma estratégia de implementação do conceito.

Entre as duas, a concepção de Produção Mais Limpa é a que tem sido mais adotada por países, organismos internacionais e empresas preocupados em implementar a prevenção da poluição e reduzir a pressão sobre o ambiente. O processo contínuo previsto é o modo de incorporar gradativamente os conhecimentos adquiridos, de forma a limpar cada vez mais a produção. Além disso, o termo é mais preciso ante a impossibilidade de obter uma produção inteiramente limpa (CHRISTIE, ROLFE E LEGARD; PENEDA, 1995, 1996).

Uma década de Produção Mais Limpa na Europa

O primeiro programa de PML na Europa surgiu há mais de uma década, após uma série de iniciativas de empresas nos Estados Unidos e da atividade inicial da USEPA. O primeiro projeto a despertar interesse público foi o de

¹³ A prevenção consiste em evitar a ocorrência de eventos conhecidos. A precaução consiste em uma atitude de prudência ante o desconhecido.

Landskrona¹⁴, na Suécia. Seguiram-se o PRISMA, na Holanda e o ECOPROFIT, na Áustria (SCHNITZER, 1999).¹⁵

Em 1990, se instalou o grupo PREPARE (Abordagens de Proteção Ambiental Preventiva na Europa, do título em inglês PReventive Enviromental Protection AppRoaches in Europe), que é hoje a mais antiga organização trabalhando no campo da PML no continente. O PREPARE atua em mais de 20 países europeus e em colaboração com organizações internacionais como o PNUMA e o Conselho das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável (UNCSD – United Nation Council for Sustainable Development). A atuação do PREPARE é mais genérica, mas muitas experiências específicas foram desenvolvidas na última década. Foi escrito um grande número de manuais, para quase todos os setores industriais e para outras atividades como turismo e hospitais (SCHNITZER, 1999).

“A política adotou a PML muito mais tarde mas finalmente o fez.” Enquanto as normas se orientavam para o controle da poluição o princípio da PML era aceito mas não muito aplicado. Governos e legisladores mudaram a orientação no sentido de começar um processo de melhoria contínua da proteção ambiental e as legislações nacionais e internacionais seguiram essa idéia. Um exemplo é a diretriz da comunidade Européia de Prevenção e Controle Integrado da Poluição (IPPC – Integrated Pollution Prevention and Control) (SCHNITZER, 1999). Essa se baseia no conjunto de normas que constitui o Controle Integrado da Poluição (IPC - Integrated Pollution Control), do Reino Unido (KIPERSTOK, 1997).

¹⁴ Projeto iniciado em 1987 por pesquisadores da Universidade de Lund, em sete empresas, que identificou muitas oportunidades de redução e prevenção da poluição nessas empresas (Peneda e Ventura, 1996).

¹⁵ PRISMA – Programa de introdução da PML em 10 pequenas e médias empresas de diferentes setores, desenvolvido pela Organização Holandesa para Avaliação Tecnológica, juntamente com as Universidades de Amsterdam e Rotterdam. Resultou em 121 intervenções viáveis.

ECOPROFIT – Projeto Ecológico para Tecnologias Ambientais Integradas (ECOlogical PROject For Integrated Environmental Technologies): Programa desenvolvido na cidade de Graz, envolvendo 11 empresas e seus fornecedores que obtiveram sucesso em 26 projetos. Também inclui empresas de pequeno porte (PENEDA e VENTURA, 1996).

Também durante a década (de 1990) foram introduzidos os sistemas certificáveis de gestão ambiental BS7750, EMAS e ISO14001, discutidos no Item 3.4.

2.2.3 - PRODUÇÃO MAIS LIMPA E ECO-EFICIÊNCIA¹⁶

A publicação “Eco-Eficiência e Produção Mais Limpa – Traçando o Curso para a Sustentabilidade” (WBCSD e UNEP, 1997), apresenta as seguintes definições:

“Definindo os conceitos

Eco-Eficiência parte de questões de eficiência econômica que têm benefícios ambientais, enquanto a Produção Mais Limpa parte de questões ambientais que têm benefícios econômicos.

Produção Mais Limpa

(o documento adota a definição de PML já transcrita no Item 2.2.2, p. 43)

Eco-Eficiência

O conceito de eco-eficiência foi cunhado em 1992 pelo Conselho Mundial de Empresas para o Desenvolvimento Sustentável (WBCSD)¹⁷ no conhecido comunicado “Changing Course”. Foi definido mais amplamente no primeiro Workshop sobre Eco-eficiência, realizado em Antuérpia, em 1993, como sendo “dirigido para a distribuição de produtos e serviços a preços competitivos que satisfaçam às necessidades humanas e ampliem a qualidade de vida, ao mesmo tempo que, progressivamente, reduzem os impactos ambientais e a demanda por recursos naturais por todo o ciclo de vida, a um nível no mínimo igual ao da capacidade estimada de suporte da Terra.

O WBCSD identificou sete fatores de sucesso da Eco-Eficiência:

- reduzir a demanda de materiais por unidade de bem ou serviço*
- reduzir a demanda de energia*
- reduzir a dispersão de tóxicos*
- aumentar da reciclabilidade de materiais*
- maximizar o uso sustentável de recursos renováveis*
- aumentar a durabilidade dos materiais*
- aumentar a carga de serviço nos bens e serviços*

Esses elementos claramente se somam e apoiam as bem sucedidas iniciativas das Nações Unidas no sentido dos padrões de produção e consumo sustentáveis.

Acrescenta ainda:

¹⁶ O termo Eco-Eficiência é de autoria de Frank Bosshardt, executivo senior da empresa Anova, e foi apresentado por esta em 1990 (HENRIQUES, 1997).

¹⁷ WBCSD - World Business Council for Sustainable Development

O Programa das Nações Unidas Para o Meio Ambiente (PNUMA) e o Conselho Mundial de Empresas para o Desenvolvimento Sustentável (WBCSD) têm desenvolvido e promovido conceitos similares, produção mais limpa e eco-eficiência.

Ambos os conceitos são parte integrante da macro visão da Produção e Consumo Sustentáveis (SP&C – Sustainable Production and Consumption), a qual abrange todo o sistema comercial e suas interrelações.

Produção e Consumo Sustentáveis foram definidos na mesa redonda ministerial da União Européia, em Oslo, em fevereiro de 1995, como “a produção e uso de bens e serviços que respondem às necessidades humanas básicas e provêem uma melhor qualidade de vida, ao mesmo tempo que minimizam o uso dos recursos naturais, os materiais tóxicos e as emissões de resíduos e poluentes por todo o ciclo de vida, sem comprometer as necessidades das gerações futuras”.

“Eco”, no título, refere-se à ecologia e à economia, para traduzir eficiência ambiental e econômica: adição de valor, pela maximização da eficiência econômica, enquanto minimiza-se o impacto ambiental correspondente pela redução do consumo de recursos naturais e das emissões. Mais valor com menos impacto – fazer mais com menos (LEHNI; SCHNITZER, 1997, 1999).

2.2.4 –DIFERENÇAS E SUPERPOSIÇÕES DOS CONCEITOS

A coincidência quanto aos objetivos finais e o uso de procedimentos e ferramentas comuns, leva à superposição dos conceitos, e podem ser confusas as tentativas de precisá-los ou distingui-los, o que nem todos os autores fazem.

Quanto à Prevenção da Poluição (P2) e a Produção Mais Limpa (PML, P+L ou CP do título em inglês, Cleaner Production), não são perceptíveis diferenças e não foram encontrados pronunciamentos que pretendessem distingui-las. O primeiro título é empregado pelos autores ligados ao sistema americano e o segundo por aqueles mais próximos do programa da ONU, geralmente europeus. O que não impede que esses últimos possam se referir à PML como um procedimento para “prevenir a poluição”.

Quanto à distinção entre Produção Mais Limpa e Eco-eficiência ocorrem divergências entre autores, e imprecisões na referência aos conceitos, inclusive por seus próprios promotores. A definição transcrita na publicação conjunta já referida, WBCSD e UNEP (1997), coloca a PML como uma “*estratégia para aumentar a eco-eficiência*”; entretanto, na mesma publicação, os dois conceitos são considerados similares (p.4).

A publicação “Eco-Efficiency and Factor 10” (PENEDA e FRAZÃO, 1997) registra depoimentos de palestrantes ligados a diferentes organismos envolvidos com o tema como PNUMA, OECD, Comissão Européia, WBCSD e institutos de pesquisa europeus. Alguns não se preocupam em distinguir os conceitos, outros os consideram equivalentes e há distinções que são contraditórias com argumentos do próprio autor ou com as definições existentes:

Schmidt-Bleek, (p. 43-51), enfatiza as diferenças e afirma que a PML “*nunca pretendeu ser um caminho para aumentar a produtividade dos recursos naturais*”, o que é contraditório com a definição do PNUMA; limita o objetivo da eco-eficiência ao âmbito das empresas mas refere como exemplo de melhor rendimento dos recursos naturais consumidos a utilização de um carro por mais de um passageiro, o que é um padrão de uso. Markhus Lehni, do WBCSD, (p.13-19), ao contrário, estende o alcance da Eco-Eficiência além dos limites das fábricas.

Schnitzer (1999) associa os diversos títulos à Produção Mais Limpa, reconhecendo apenas, diferentes estratégias de aplicação. Christie, Rolfe e Legard (1995), citando outros autores, também apresentam vários títulos como sendo semelhantes, ainda que não incluam o termo eco-eficiência. Os autores ligados à PML podem se referir ao resultado obtido como melhor eficiência ecológica ou eco-eficiência, o que é coerente com a definição do PNUMA.

A superposição entre os conceitos é ainda maior nos relatos de projetos ou intervenções, uma vez que os instrumentos defendidos e utilizados, e os resultados obtidos, são os mesmos. Apenas, a depender do organismo que as

desenvolveu, são referidas como experiências de um ou outro conceito. Ainda que, na formulação inicial comportassem diferenças, ou que essas eventualmente apareçam em detalhes das definições ou nas estratégias previstas, aparentemente essas têm sido ultrapassadas pelas aplicações práticas dos conceitos.

Prevenção da Poluição, Produção Mais Limpa ou Eco-Eficiência pretendem consolidar um novo modo de produzir que aproveite da melhor forma possível os recursos naturais, evitando a poluição, ao invés de admitir a geração desta para tentar controlá-la posteriormente.

Para tanto prevêem:

- redução da demanda por recursos naturais (matérias primas, água e energia) e da devolução de resíduos, que se traduzam em ganhos ambientais e econômicos;
- utilização de Análise de Ciclo de Vida, Projeto para o Meio Ambiente,¹⁸ Sistemas de Auditoria e Gestão Ambientais e desenvolvimento de indicadores ambientais como ferramentas de suporte para sua efetivação;
- e ajustes nas legislações e instrumentos econômicos que incentivem a mudança de orientação, do controle para a prevenção da poluição.

Neste trabalho, o processo será tratado como Produção Mais Limpa, entendida esta como um meio de prevenir a poluição e aumentar continuamente a eficiência ecológica.

Os Sistemas de Auditoria e Gestão Ambientais são tratados no item 3.4 e no Apêndice B; as considerações em relação aos instrumentos legais e econômicos de indução e/ou incentivo, no item 3.3; Análise de Ciclo de Vida e Projeto para o Meio Ambiente constam do Apêndice A.

¹⁸ A Análise de Ciclo de Vida (ACV) é uma ferramenta para avaliar todas as cargas ambientais associadas a um produto, processo ou atividade e de identificação de alternativas para sua redução. A análise contempla todo o ciclo de vida do produto, processo ou atividade, da obtenção das matérias primas à disposição final de resíduos, abrangendo extração, transporte, fabricação, distribuição, uso, reuso, reciclagem e disposição final.

O Projeto para o Meio Ambiente (DfE – Design for Environment) incorpora a dimensão ambiental na concepção de produtos e serviços. Essa assume o mesmo grau de importância das variáveis tradicionalmente ponderadas como funcionalidade, custo, viabilidade técnica etc. O DfE visa reduzir os impactos ambientais do projetado ao longo de todo o seu ciclo de vida.

CAPÍTULO 3

PRODUÇÃO MAIS LIMPA

A pressão social, expressa através de imposições legais e restrições de mercado a produtos associados a danos ambientais, tem forçado o setor produtivo à busca de alternativas aos procedimentos de fim de tubo que têm se mostrado caros e pouco eficientes. A prevenção da poluição nas fontes geradoras tem assegurado melhor desempenho ambiental com menores custos em relação àqueles procedimentos.

A Prevenção da Poluição ou Produção Mais Limpa representa uma radical mudança na lógica da produção: a poluição é considerada como ineficiência dos processos e não inerente a estes; o meio ambiente é o fundamento básico das atividades humanas e não antagônico a estas e ao desenvolvimento. A consideração das condicionantes ambientais em todas as etapas do processo produtivo reduz a demanda por recursos e serviços da natureza, contribuindo para a sustentabilidade; a maior eficiência na transformação desses recursos implica, também, em melhor resultado econômico.

O conceito de Produção Mais Limpa tem sido experimentado em empresas de diferentes portes e características, em países diversos, confirmando as vantagens ambientais e econômicas previstas. Os resultados já obtidos mostram ser o conceito amplamente acessível, ainda que a amplitude dos programas dependa, naturalmente, das capacidades econômica e gerencial de cada empresa.

Ante esses resultados, a incorporação da lógica da PML, é vista como uma vantagem competitiva para as empresas que o façam. As experiências desenvolvidas, além dos variados exemplos de aplicabilidade do conceito, proporcionam um processo consolidado de implantação de um programa de PML (critérios para análise de viabilidade, estratégia de implantação, técnicas e

tecnologias a considerar), assim como registram as dificuldades a serem ultrapassadas para consegui-lo com sucesso.

Entretanto, apesar das vantagens já identificadas e da acessibilidade do conceito, por motivos diversos, continuam prevalecendo os processos de fim de tubo. A utilização de instrumentos legais e econômicos, adequadamente orientados, induziriam ou pressionariam pela mudança de orientação da empresas para a prevenção na fonte. Adaptações nas leis, rotulagem ambiental e acordos voluntários são discutidos dentro dessa perspectiva.

3.1 – OS FATORES DETERMINANTES DA MUDANÇA DE ORIENTAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO E A IDENTIFICAÇÃO DE UMA NOVA ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO

3.1.1 - Os elementos indutores da mudança

O aumento do conhecimento e da consciência ambientais, principalmente nas três últimas décadas, tem se traduzido em pressões crescentes, individuais e institucionais, sobre o sistema produtivo, pela proteção ao meio ambiente.

As legislações têm se tornado gradativamente mais restritivas em relação à manipulação e geração de produtos tóxicos e perigosos e à restituição de resíduos à natureza. Tem aumentado a responsabilidade civil e criminal das empresas ante o reconhecimento do risco relacionado com determinadas atividades e do direito das pessoas a deles terem conhecimento e se protegerem; de cobrarem por eventuais prejuízos ao ambiente ou à saúde, segurança e bens, de indivíduos ou da coletividade. Como conseqüência, os custos dos procedimentos de fim de tubo para atender a essas exigências, têm se tornado igualmente crescentes assim como os riscos financeiros relativos a não conformidade com a legislação, recuperação ou indenização de danos (SHEN, 1995).

Ao mesmo tempo, o aumento da consciência ambiental dos consumidores, especialmente nos países desenvolvidos, pressiona as empresas a desvincularem sua imagem da poluição ambiental, a se mostrarem “verdes”,

como fator importante de posicionamento no mercado: a identificação de determinados produtos com danos ou riscos ambientais tem se constituído em uma barreira a sua comercialização em alguns países (SHEN; PENEDA; ASHFORD 1995, 1996, 1997).

O nível de pressão depende do acesso à informação por parte da sociedade. Essa tem sido proporcionada por dispositivos legais e pela “rotulagem ambiental”. A difusão dos riscos inerentes a determinados produtos ou processos, assegurados por algumas leis, possibilitam o posicionamento das comunidades em relação aos mesmos (FURTADO; USEPA, 1999a, 2000). A atribuição dos “selos verdes”, por sua vez, pode se constituir em elemento de informação aos consumidores quanto ao desempenho ambiental dos produtos oferecidos, que apoiem a escolha baseada nesse resultado (SHEN; FURTADO; POTTER, 1995, 1999a, 1999).

A própria lógica das empresas, ao menos daquelas capazes de desenvolverem planejamento e estratégias de longo prazo, é pressionada, também, pela possibilidade de aumentos de custo, e até de inviabilização de atividades, por constrangimentos ambientais (exaustão de matérias primas, mudanças climáticas etc). Por outro lado, o desenvolvimento tecnológico e gerencial possibilita atingir novos níveis de eficiência e produtividade.

As pressões, de um lado, e a identificação da capacidade de fazer melhor, de outro, levaram algumas empresas à busca de alternativas mais vantajosas de compatibilização de suas atividades com a proteção do ambiente. A alternativa adotada, de prevenir a poluição na fonte, se mostrou capaz de não apenas reduzir os custos como de gerar rendimentos adicionais, com melhor resultado ambiental.

O primeiro movimento é atribuído à 3M Company, uma multinacional empenhada em competitividade a nível mundial. Seguiram-na outras empresas com as mesmas características. A institucionalização da nova filosofia através da legislação, do apoio governamental e de organizações internacionais, tem possibilitado a empresas de diferentes portes, em diferentes países,

experimentá-la. Diversas experiências têm confirmado as vantagens econômicas e ambientais previstas. (CHRISTIE, ROLFE e LEGARD; PORTER e van der LINDE; SHEN; PENEDA; FROSCH; HART; CARR-HARRIS, 1995, 1995, 1995, 1996, 1996, 1997,1997)

Christie, Rolfe e Legard (1995) registram dados obtidos em pesquisa feita junto a 30 empresas dos setores de química e engenharia no Reino Unido. Os cinco principais fatores apontados pelos entrevistados para adoção dos programas de tecnologias limpas foram, na ordem de importância apresentada:

- conformidade com a legislação;
- benefícios financeiros obtidos através da economia e eficiência energética e redução de resíduos;
- pressão dos consumidores;
- contribuição para a competitividade;
- compromisso com a responsabilidade ambiental como parte dos valores da companhia.

Shen (1995) apresenta como benefícios da prevenção da poluição:

- redução dos riscos quanto a: conformidade com a legislação, responsabilidade civil, custos de compensações aos trabalhadores, e aqueles diretamente relacionados com o volume de resíduos produzidos;
- redução de custos devido a: economia de matérias primas e energia, menor manejo e disposição de resíduos, identificação de oportunidades de melhorar a eficiência, evitar custos futuros de conformidade com a legislação;
- melhoria da imagem da companhia: empregados mais envolvidos com os objetivos da empresa e endosso dos consumidores às atitudes de prevenção da poluição;
- benefícios ao ambiente e à saúde pública.

Porter e van der Linde (1995), atribuem à legislação restritiva, desde que orientadas para a prevenção, um papel de destaque na indução da orientação das empresas nessa direção.

3.1.2 - O direito público de acesso à informação

O Relatório Brundtland, aprovado pela Assembléia Geral da ONU em 1987, já incluía entre os pré-requisitos para o desenvolvimento sustentável: o direito do cidadão conhecer e ter acesso à informação sobre as condições ambientais e os recursos naturais, e o direito de ser consultado e participar da tomada de decisões que afetam o ambiente (Bruno, 1994 apud Furtado, 1999a).

O direito público de acesso à informação foi estabelecido nos Estados Unidos, em 1986, através da Lei do Planejamento de Emergências e do Direito de Saber da Comunidade (The Emergency Planning & Community Right-To-Know Act – EPCRA) (USEPA, 2000a). Segundo Furtado (1999a), “*no contexto do vazamento de gás tóxico em Bhopal, Índia*” (o texto da lei encontra-se em Cornell University, 2001a).

É também conhecido como princípio da participação pública e, internacionalmente, como RtK (Right to Know). A Lei assegura a todos os cidadãos o direito de ser informado sobre os produtos perigosos, constantes de uma lista, aos quais podem estar expostos na vida diária. Estabeleceu a obrigatoriedade do TRI e de sua divulgação (USEPA, 2000a).

O TRI (Toxic Release Inventory – Inventário de Emissões Tóxicas) constitui uma base de dados relativa às emissões, transferências, venda e disposição de determinados produtos químicos, a partir de 1987, gerenciada pela USEPA. Possibilita a esta e à população, em geral, acompanhar a quantidade dos produtos tóxicos relacionados na lei, que são emitidas ou deslocadas pelas empresas envolvidas. Estas são obrigadas a apresentar à agência ambiental, relatórios anuais sobre as emissões e deslocamentos dos produtos. As informações são amplamente disponíveis para a sociedade, inclusive através da Internet (USEPA, 2000a).

O TRI vem sendo ampliado desde a sua instituição, embora envolvendo disputas entre governo, indústrias e organizações ambientalistas. Um elemento importante a observar é que menos de 1% das empresas reivindicam cláusula

de sigilo quanto às informações sobre resíduos gerados e liberados (FURTADO, 1999a).

Além das informações sobre as emissões e depósitos de produtos perigosos, o sistema contém outras destinadas a aumentar o nível de conhecimento e a possibilidade de participação da sociedade, como: acontecimentos ambientais anteriores conexos com os processos e produtos enfocados, e riscos relacionados com os diversos produtos químicos controlados; qualidade da água, do ar, e de alimentos que possam ser contaminados por pesticidas ou emissões; relativas à saúde e segurança no trabalho; depósitos anteriores de resíduos perigosos; produtos de uso doméstico que contêm elementos perigosos, como o chumbo em algumas tintas, e os riscos de sua utilização (USEPA, 2000b, c).

Qualquer cidadão ou instituição pode obter informações, através da internet, tanto quanto a produtos específicos como quanto a riscos existentes em uma determinada zona da cidade, de seu interesse. A disponibilidade das informações e a participação de indivíduos, grupos e instituições tem levado a que algumas empresas, voluntariamente, se comprometam a reduzir as emissões (USEPA, 2000b, c).

“O RtK tem metas ambiciosas para reduzir as emissões em 50% dos valores atuais, mas tem limitações”: obriga as indústrias a informar a liberação de substâncias tóxicas, mas não o seu uso; inclui menos de 700 entre mais de 70.000 produtos químicos; isenta as pequenas e médias empresas, mesmo que com efluentes de grande efeito poluidor, e as que incineram os resíduos tóxicos (FURTADO, 1999a). [A legislação do Estado de Massachussets, por exemplo, é mais exigente, obrigando a informar também o uso de substâncias tóxicas e pressionando por sua redução (TURI, 2000a, b)¹⁹. Naquele Estado,

¹⁹ TURI – Toxic Use Reduction Institute, Instituto para Redução do Uso de Substâncias Tóxicas, da Universidade de Massachussets em Lowell. O Instituto participou da discussão e elaboração da Lei de Redução do Uso de Substâncias Tóxicas (TURA – Toxic Use Reduction Act), aprovada, no Estado, em 1989, e participa do programa de redução do uso dessas substâncias. A lei obriga as empresas com determinadas características e que lidem com produtos químicos especificados numa lista estadual acima de determinados limites, à

entre 1990 e 1995, foi obtida uma redução de 30% na geração de resíduos tóxicos e de 20% no uso de químicos tóxicos (TURI, 2001)].

Outros países estão utilizando ou demonstrando interesse em utilizar sistemas de base de dados similares ao TRI, chamados Registros de Transferências e Emissões de Poluentes (PRTR – Pollutant Release and Transfer Registers). Estão disponíveis atualmente na Internet, os sistemas do Canadá, México, Reino Unido, Austrália e República Tcheca. Existem outros, ainda não disponíveis na rede (USEPA, 2000d). Outros países em desenvolvimento, como Egito, Índia e Nova Zelândia, também têm demonstrado interesse na implantação do PRTR. O Brasil não figura entre os países que fizeram declaração formal de interesse em implantar o PRTR (Furtado, 1999a).

A União Européia estabeleceu a obrigação de transmitir as informações relativas ao meio ambiente que sejam de conhecimento dos governos, a quem as solicite. Existem resistências quanto ao cumprimento da norma comum, em alguns países cujas legislações específicas não prevêm tal procedimento. Porém, tem se ampliado o atendimento a esta, pela pressão da UE e da opinião pública (BALL e BELL, 1995).

“Mas há uma razão maior porque a liberdade de informação é uma questão central. Esta é que mecanismos de mercado não funcionam e conceitos como responsabilidade compartilhada não significam nada sem que haja acesso a informações precisas.” (BALL e BELL, 1995)

A legislação brasileira prevê a informação à sociedade e a participação pública nos processos de licenciamento de atividades de significativo potencial poluidor: a divulgação dos pedidos de licença através dos jornais e a realização de audiências públicas, são etapas do processo; entidades ambientalistas e outros setores da sociedade, integram os conselhos nacional e estaduais de meio ambiente.

apresentação de um relatório e ao pagamento de uma taxa, anuais, e a elaborar um plano de redução do uso de tóxicos, revisto anualmente (TURI, 2000a, b).

Porém, não têm sido adotados mecanismos que facilitem a informação e estimulem, efetivamente, a participação. A lei obriga claramente a divulgação do RIMA (Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente) mas não do EIA (Estudo de Impacto Ambiental), o que tem levado alguns órgãos ambientais a não permitirem acesso a esse último. O entendimento do que seja o sigilo industrial e do que possa interferir na competitividade das empresas limita a informação.

Existem exemplos de mudança ou não aprovação de projetos devido à participação pública, mas são raros; a eficácia do processo *“vem sendo continuamente posta em dúvida e há os que sustentam que o mesmo tem sido utilizado apenas para legitimar decisões já tomadas, em vez de subsidiar a tomada de decisão por parte do poder público”* (DIAS e SANCHEZ, 1999).

“O governo do Estado de São Paulo instituiu o direito de acesso e consulta a documentos contendo informações ambientais sob a guarda de órgãos públicos abrangendo: dados de qualquer natureza, relativos à emissão de efluentes; comprometimento ambiental de áreas; substâncias tóxicas e perigosas de interesse público; presença de substâncias potencialmente nocivas à saúde na água potável e nos alimentos; acidentes, situações de risco ou de emergências ambientais; monitoramento e auditoria nos sistemas de controle de poluição e de atividades potencialmente poluidoras, bem como planos e ações de recuperação de áreas degradadas. Serão garantidos o segredo comercial, industrial e financeiro e outros aspectos previstos no estatuto da propriedade industrial que possam causar desvantagem competitiva. Os ambientalistas reivindicam que o acesso não se restrinja à consulta de documentos nos organismos públicos, mas que as informações sobre riscos de processos e produtos sejam publicados e divulgados para a sociedade” (FURTADO, 1999a).

A nova lei ambiental do Estado da Bahia (Lei nº: 7.799, de 07/02/2001) cria o Sistema Estadual de Informações Ambientais – SEIA (Capítulo II, Art. 22 a 34). Estabelece que as informações serão divulgadas, inclusive, através da INTERNET. As que não o forem, e não estiverem protegidas por reconhecimento de sigilo industrial, poderão ser fornecidas desde que solicitadas por escrito ao órgão ambiental, e comprovado *“o legítimo interesse da pessoa física ou jurídica solicitante”*, o que pode se constituir em uma limitação significativa. Por outro lado, também estabelece que:

“Não serão consideradas sigilosas as informações referentes às características e quantidades de poluentes emitidos para o ambiente, bem como outras de interesse da comunidade, para defesa de sua qualidade de vida e do ambiente” (Art. 30, parág. 3^o) (CRA, 2001).

Esta disposição pode possibilitar um amplo acesso à informação, a depender de como seja aplicada.

3.1.3 – A identificação de uma nova estratégia de produção

A Produção Mais Limpa como uma estratégia para o desenvolvimento sustentável

Contestando uma relação direta entre desenvolvimento e poluição, buscando a otimização do uso dos recursos naturais, a integração entre produção e meio ambiente, a PML contribui para o equilíbrio entre a demanda humana e a capacidade de suprimento e regeneração do ambiente, indispensável à sustentabilidade. A integração entre ambiente e desenvolvimento, é enfatizada pela Agenda 21 (1996) como o fundamento necessário para *“...satisfazer às necessidades básicas, elevar o nível de vida de todos, obter ecossistemas melhor protegidos e gerenciados e construir um futuro mais próspero e seguro”*.

Pauli (1997) pretende que a PML possibilite a *“fusão das agendas”* da gestão, da produção e do mercado com as prioridades da sociedade: trabalho, mais comida e água, e orientação para a resolução dos problemas sociais e ambientais de nosso tempo.

A Produção Mais Limpa como estratégia para as empresas

A opção pela Produção Mais Limpa é apresentada, também, como uma vantagem estratégica para as empresas e como essencial para a competitividade num futuro próximo, ante as crescentes restrições ambientais.

Friend (1998), apresenta o gráfico da Figura 3.1 e comenta:

“A figura é uma representação da margem de ação cada vez mais estreita em que o mundo de negócios se encontra. A curva inferior representa o impacto ambiental.....Embora existam debates sem fim sobre o grau de inclinação dessa curva, não existe discussão alguma referente à sua direção..... Existem discussões intermináveis sobre

a velocidade de seu declínio (da curva superior), porém mais uma vez há pouca discussão sobre sua direção.”

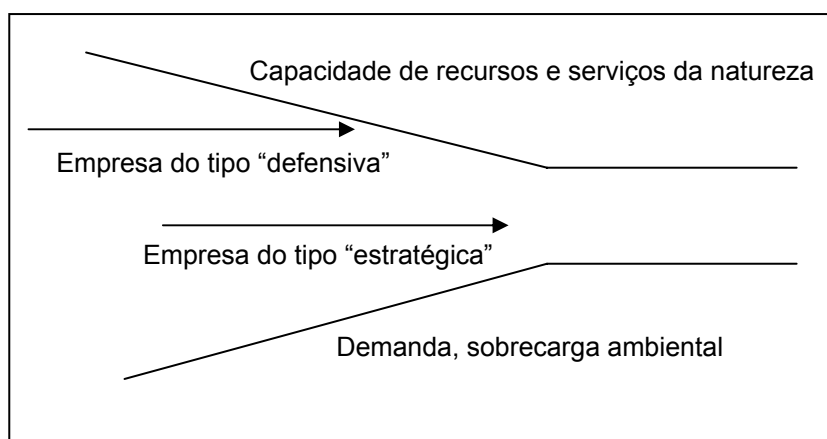


Figura 3.1 – Estreitando a margem de ação
Fonte: FRIEND (1998)

A simples conformidade com a legislação, através de soluções de fim de tubo, ainda perseguida pela maior parte das empresas, seria uma posição estrategicamente vulnerável por manter as empresas em uma posição estática, apenas reativa às pressões externas, dificultando o planejamento e a estabilidade a longo prazo. Além dos ônus já identificados, quanto a custos e imagem, estariam sujeitas a súbitos aumentos de custos, decorrentes de mudanças na legislação ou nas exigências dos consumidores.

A Figura 3.2, segundo Clift (1993) apud Cristhie, Rolfe e Legard (1995), expressa a relação entre custo e impacto ambiental e a vantagem de custo entre a Produção Mais Limpa e os procedimentos de fim de tubo.

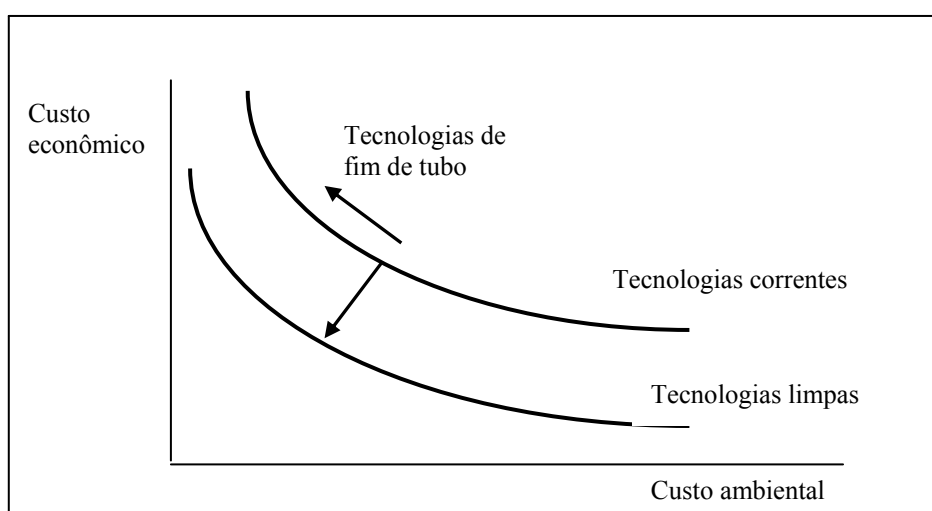


Figura 3.2 - Produção mais limpa e tecnologias de fim de tubo
Fonte: CLIFT (1993) apud CRISTHIE, ROLFE e LEGARD (1995)

A opção pela Produção Mais Limpa, ao contrário, tornaria a empresa mais competitiva, a orientação para a inovação permitiria identificar alternativas que melhorassem a performance ambiental, ao mesmo tempo reduzindo custos e identificando novas oportunidades de negócios. Possibilitaria ultrapassar as exigências da legislação e o desenvolvimento de estratégias de longo prazo, não sujeitas a sobressaltos por pressões externas. As experiências já desenvolvidas têm registrado, também, um aumento geral na qualidade. Se constituiria, assim, em um diferencial competitivo em relação às empresas estáticas. O que tradicionalmente é visto como “constrangimentos ambientais” seria transformado em novas “oportunidades de negócios”.

“Ignore a regulamentação, mas não num sentido desleal. Sem dúvida as empresas devem obedecer à lei, mas isso não é realmente a meta; o cumprimento da lei deve ser um efeito colateral de uma organização eficiente e bem administrada. As empresas se queixam dos regulamentos dizendo ‘não dá para ter lucros e ainda levar o meio ambiente em conta’. Estes grupos vão perder espaço para aqueles que compreendem que o meio ambiente e a economia são inextrincavelmente interligados e se isolam da incerteza da regulamentação por passarem à frente dos regulamentos”(FRIEND, 1998, p. 36).

“Nossa mensagem central é que o debate meio ambiente/competitividade tem sido travado incorretamente. A noção de um conflito inevitável entre ecologia e crescimento econômico provem de uma visão estática da regulamentação ambiental, na qual tecnologia, processos, produtos e necessidades dos consumidores são todos fixos. Entretanto, o paradigma definidor da competitividade.....tem mudado em relação a esse modelo estático. O novo paradigma da competitividade é dinâmico, baseado na inovação..... A vantagem competitiva, então, apoia-se não na eficiência estática nem na otimização sob constrangimentos fixos, mas na capacidade de inovação e melhoria que remova os constrangimentos.a redução da poluição frequentemente coincide com o aumento da produtividade dos recursos. no nível da produtividade de recursos, a melhoria ambiental e a produtividade vão juntas ” (PORTER e VAN DER LINDE, 1995, p. 97).

Sachs (1996) argumenta na mesma direção. Entende que enquanto a responsabilidade ambiental se traduzir em custo adicional afeta a

competitividade das empresas, mas que “...o bom senso e a recente experiência de algumas empresas” permitiriam ultrapassar essa perspectiva e identificar o meio ambiente como nova oportunidade. O reordenamento de processos e/ou a redefinição do produto final poderiam se traduzir em uma redução da poluição e do custo de produção.

“As reduções de custo podem ser poupanças imediatas que aparecem diretamente nas contas da empresa ou poupanças antecipadas baseadas na prevenção de futuros custos associados à salvaguarda do ambiente, isto é, reduzindo os custos atuais e evitando custos previsíveis” (PENEDA, 1996, p. 15).

Porter e van der Linde (1995) relatam que um estudo para evitar a geração de resíduos em 29 fábricas do setor químico, em geral considerado especialmente difícil de compatibilizar com a proteção ambiental, apresentou os seguintes resultados: de 181 atividades de redução na fonte apenas uma resultou em aumento de custos; das 70 atividades que alteraram o rendimento dos produtos, 68 apresentaram um rendimento maior; em 20 experiências acompanhadas de perto o aumento médio foi de 7%; os resultados foram obtidos com investimentos muito baixos e de rápido retorno; um quarto, de 48 casos, não requereu qualquer investimento; a economia média anual por dólar investido em redução na fonte, nas 27 atividades em que foi possível obter essa informação, foi de US\$3,49.

Hart (1997) enfatiza que é necessária uma visão estratégica ainda mais ampla. Entende que a conquista da sustentabilidade implicará em produtos, serviços e tecnologias que ainda não existem e para o que as empresas não estariam atentando. As poucas que têm se orientado para a prevenção da poluição, teriam a atenção limitada a seus produtos e processos; têm obtido bilhões de dólares de economia, mas não têm atentado para as possibilidades de lucro futuro, que decorrerão das novidades necessárias. Pouquíssimas estariam visando essas alternativas.

Cita como exemplos: a indústria química precisará se livrar da dependência do cloro; o carro individual, por menor e mais eficiente que venha a ser, não poderá ser a solução de transporte de países em desenvolvimento super populosos, como a Índia e a China; a DuPont seria um exemplo de busca de

alternativas avançadas, tendo desenvolvido novos herbicidas não tóxicos, eficazes com uma dosagem de 1 a 5% dos outros herbicidas e, conseqüentemente, muito lucrativos.

Friend (1998) apresenta argumentos no mesmo sentido, defendendo que a empresa precisa identificar qual é o seu negócio, que não pode se limitar aos convencionais que possam ser reduzidos ou proibidos por condicionamentos ambientais. Apresenta como exemplos: a indústria de papel e celulose poderia se ver como fazendo parte do sistema de manejo sustentável de florestas ou do sistema de reciclagem de fibras; a SGA, uma firma sueca da área de produtos de papel, assumiu a postura de gestora de um processo de ciclo fechado relacionado com sua atividade: da floresta aos produtos de papel e ao retorno dos produtos; uma concorrente, a Assi Domän, maior proprietária particular de florestas do mundo, incorporou a seus objetivos a preservação da biodiversidade e tem obtido 56% a mais de lucro nessas áreas do que nas de corte raso; a ASG-Transportadora, também sueca, mudou seu nome para ASG- Transportadora e Logística, e tem desenvolvido estudos para seus clientes que reduzem a necessidade de transporte, criando outra linha de negócios que compense a redução de sua atividade inicial.

3.2- PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Mais que a definição do conceito (transcrita no Item 2.2.2), os defensores da Produção Mais Limpa ou da Prevenção da Poluição enfatizam a radical mudança de paradigma que o mesmo representa em relação aos procedimentos anteriores de controle da poluição.

A Produção Mais Limpa pretende uma visão integrada das atividades humanas com a natureza. Que as condicionantes ambientais sejam consideradas, para os produtos e serviços, desde a fase de projeto até a disposição final de eventuais resíduos, visando reduzir seu impacto sobre o ambiente ao longo de todo o seu ciclo de vida. Dessa forma, a proteção ao meio ambiente é incorporada aos próprios processos produtivos e não transferida para processos posteriores, a serem acrescentados aos primeiros. Os recursos e as

condicionantes da natureza, como suporte das atividades humanas, deixam de ser tratadas como “externalidades” a essas. O desenvolvimento da produção de forma integrada ao equilíbrio geral do planeta, asseguraria a sua continuidade ao longo do tempo.

Essa mudança de perspectiva é entendida como o elemento essencial da proposição: o meio ambiente visto como a base indispensável de sustentação do crescimento e não como um elemento antagônico de aumento de custos e restrição a este, a complementariedade entre desenvolvimento e ambiente como o novo paradigma ambiental (PENEDA, 1996).

“A PML refere-se a uma nova filosofia e mentalidade de encarar a produção de bens e a prestação de serviços por forma a evitar degradar o ambiente, prevenindo ou gerando, no contextos dos atuais limites, tecnológico e econômico, o menor impacto ambiental possível,com base na complementariedade entre desenvolvimento e ambiente, a qual passou a constituir o novo paradigma ambiental” (PENEDA, 1996, p.7).

“Produção mais limpa é essencialmente um novo modo de pensar, mais do que um conjunto específico de tecnologias. Requer uma abordagem integrada entre projeto, manufatura e uso dos produtos, na qual o estágio de projeto leva em conta a necessidade de minimizar o impacto ambiental ao longo de todo o ciclo de vida do produto, não apenas no processo de fabricação.” (CHRISTIE, ROLFE e LEGARD, 1995)

Prevenir a poluição na fonte implica, obrigatoriamente, em aprofundar o conhecimento dos processos para identificação dos fluxos de materiais e energia, das perdas e resíduos existentes e das possibilidades de evitá-las. Pretende-se a orientação de todos os processos e procedimentos para o objetivo de funcionamento integrado, entre si e com o ambiente; para a identificação de alternativas que impliquem em redução do impacto sobre este ao longo de todo o ciclo de vida do produto ou serviço considerado.

Alcançar esse grau de conhecimento e intervenção requer a participação de todos os envolvidos com a produção, da alta administração aos serviços de apoio. Entende-se que para a obtenção de um sistema bem sucedido de prevenção da poluição essa lógica precisa ser incorporada à própria estratégia de negócios da empresa. Além disso, uma vez que em todos os níveis de

atividades podem ser identificadas alternativas para prevenir a poluição, é necessário o envolvimento dos executores das atividades com esse objetivo.

Ainda que seja prevista a constituição de um time representativo para promover o processo, não caberia apenas a uma pessoa ou departamento arcar com a responsabilidade de desenvolvê-lo (SHEN; PENEDA; FRIEND, 1995, 1996, 1998). A orientação de toda a produção para a inovação constituiria o coração da PML (LEHNI, 1997); levaria ao aumento da eficiência em todos os aspectos, gerando ganhos ambientais e econômicos.

Prevê-se um processo de evolução contínua, considerando-se que cada etapa de intervenção possibilitará a identificação de novas oportunidades, em função do conhecimento adquirido com as anteriores.

3.2.1 - Uma avaliação abrangente do resultado ambiental de produtos, processos e serviços

A Produção Mais Limpa também amplia a abordagem em relação ao Controle da Poluição, por extrapolar os limites das fábricas ou serviços. Os procedimentos de controle enfocam apenas as saídas dos processos. A PML adota a Análise de Ciclo de Vida (ACV) do produto ou serviço para avaliar toda a carga ambiental associada aos mesmos.

Isso inclui os impactos resultantes dos processos de extração e da qualidade das matérias primas; da geração, distribuição e consumo da energia utilizada; do transporte necessário ao abastecimento do processo e à distribuição dos produtos; do volume e características das embalagens, incluindo possibilidade de reciclagem e implicações de sua destinação pós uso; do uso e destino final do produto ao término de sua vida útil, incluindo igualmente, as possibilidades de reciclagem e as implicações da deposição dos resíduos.

A avaliação a montante e a jusante da fábrica ou serviço em questão, amplia as interações a considerar e o número de variáveis envolvidas. A montante do processo precisa ser avaliado o desempenho ambiental dos fornecedores e a

interferência do que é fornecido no resultado ambiental final. Isso implica em considerar, além da qualidade do que é fornecido, como o mesmo é extraído, produzido, embalado e entregue; em avaliar e procurar intervir em processos desenvolvidos por outros.

A avaliação a jusante do processo estudado contempla a avaliação ambiental do consumo ou uso do produzido e da destinação dos resíduos gerados, incluindo os produtos após o término de sua vida útil. Implica em considerar, também, padrões de consumo e comportamentos dos consumidores, o que inclui fatores culturais e do nível de organização da sociedade.

Tudo isso aumenta a complexidade do processo que passa a envolver negociações institucionais e sociais, entre empresas, e entre essas e agências externas, como as reguladoras ambientais (CHRISTIE, ROLFE e LEGARD, 1995). Porém, a depender dos processos ou produtos, os impactos ambientais a montante e a jusante podem ser mais significativos que os gerados diretamente pela fábrica ou serviço (LEHNI, 1997).

Para o desenvolvimento de serviços e produtos que provoquem o menor impacto ambiental possível, o instrumento utilizado é o Projeto para o Meio Ambiente (DfE, do título em inglês Design for Environment). Este é orientado para a melhoria do desempenho ambiental do projetado em todos os estágios do seu ciclo de vida.

A amplitude da PML

Alguns autores tratam da PML ou da Prevenção da Poluição, e do DfE, orientados diretamente para os processos produtivos. Mesmo nesse caso, são considerados aspectos anteriores e posteriores ao processo em estudo, para redução do impacto ambiental do produzido ao longo de todo o seu ciclo de vida. Também podem ser identificadas outras alternativas de negócios, decorrentes da otimização dos processos (como transformação de resíduos ou subprodutos em elementos comerciáveis), mas o foco é essencialmente o processo industrial. Os trabalhos referidos de Shen (1995) e Christie, Rolfe e

Legard (1995) discorrem dentro desse objetivo ainda que os autores não se refiram à restrição dos conceitos a esse limite.

Schmidt-Bleek (1997) no entanto, reduz os objetivos da eco-eficiência aos limites das empresas. Hart (1997) e Schnitzer (1999) expressam o mesmo entendimento em relação aos conceitos de que tratam: colocam a própria reformulação de produtos e serviços em um nível acima da Prevenção da Poluição ou da Produção Mais Limpa, o que contradiz a definição do PNUMA para a PML e o entendimento de outros autores. Schnitzer (1999) apresenta uma estratégia de quatro degraus para alcançar o desenvolvimento sustentável, de que é exemplo o Quadro 3.1. Entende que a PML corresponde apenas ao nível 2.

Quadro 3.1 - Tráfego e mobilidade

Estágio	Medida	Resultado	Problema remanescente ou criado
1	Catalisador no tubo de descarga	Reduç. das emissões de NOx, CO e CxHy	Aumento do consumo de energia, CO2
2	Carro de alta eficiência	Redução do consumo de energia, carros mais leves?	Não redução do tráfego
3	Carros privados e transporte público combinados	Menos tráfego, emissões e cons. de energia	Menos conforto?
4	Novos sistemas de comunicação reduzem a necessidade de mobilidade	Menor necessidade de mobilidade	Menos contato pessoal?

Fonte: SCHNITZER (1999)

Pauli (1997) no extremo oposto, estende as concepções de limpar a produção e projetar para o ambiente, a todo o sistema produtivo, incluindo suas interrelações com os demais sistemas sociais. Exemplos nesse sentido são citados no tópico seguinte – A ênfase na produtividade dos recursos naturais. Friend (1998) também provoca as empresas a terem uma visão abrangente dos sistemas econômico e ambiental em que estão incluídas, e a assumirem uma postura de gestoras desse sistema, o que pode levar a ampliações ou até a mudança em suas áreas de atuação (v. referências no tópico 3.1.4).

Furtado (1999c), tratando da aplicação da Produção Limpa à Eco-construção, inclui entre as práticas a desenvolver: elementos de produção, projeto, planejamento urbano, postura das comunidades e rearranjo das atividades de forma a se ter o trabalho mais próximo ou na própria residência.

3.2.2 - A ênfase na produtividade dos recursos naturais

Os processos produtivos são analisados como fluxos de massa e energia que, transformados ao longo dos mesmos, resultam nos produtos, que são úteis e geram lucros; e em subprodutos e resíduos não desejados, que oneram a produção e o meio ambiente. As leis da termodinâmica são as condicionantes físicas inevitáveis dos processos e a PML enfatiza a aplicação das mesmas na análise das melhorias possíveis (CHRISTIE, ROLFE e LEGARD, 1995).

A otimização da transformação dos elementos de entrada dos processos (matérias primas, água e energia) em bens e serviços, reduziria ao mínimo possível a demanda por insumos e a geração dos elementos não desejados.

Os índices de produtividade dos recursos naturais, identificados nos processos em geral, são apresentados como evidência da possibilidade de grandes melhorias de seu rendimento. Os números podem divergir, principalmente quando pretendem medir a produtividade global, mas todos indicam um rendimento muito baixo em relação aos recursos naturais consumidos, como exemplificado a seguir.

Friend (1998) cita estimativa de Robert Ayres de que, nos Estados Unidos, as proporções de produtos e resíduos não produtivos, em relação às matérias primas, são de 6% e 94%, respectivamente. Além disso, acompanhando o fluxo dos 6% obtidos, por seis meses, 80% deles teriam se transformado em lixo, o que resulta em uma eficiência final de 1,2%. Schmidt-Bleek (1997) argumenta que para a produção de 1t. de máquina são movidas, em média, 30t. de natureza, um rendimento de 3,33%. Pauli (1997) refere índices baixos relativos a diferentes setores: cervejarias aproveitariam apenas 8% dos

nutrientes dos cereais utilizados, extração de minérios frequentemente teria a relação produto/resíduo inferior a 1/10.

O foco dos economistas e das empresas tem sido, essencialmente, na produtividade do trabalho, ou de um insumo específico, quando a adequada consideração do conceito de produtividade incluiria o rendimento de todos os insumos (PAULI; SCHMIDT-BLEEK, 1997). A prevenção da poluição enfatiza a procura da economia dos recursos como meio de otimização geral dos processos e de obtenção de vantagem econômica.

A poluição é entendida, na lógica da PML, como deficiências dos processos e procedimentos: matéria prima, água, e energia, retirados da natureza e transformados, representando trabalho, custos ambientais e econômicos, e que se converteram em subprodutos indesejados, resíduos ou emissões. Além de não serem úteis ao homem, ou de serem danosos a este e/ou ao ambiente, demandam recursos adicionais, ambientais e econômicos, para seu tratamento e deposição.

A pretensão é, otimizando processos, modificando procedimentos, identificando alternativas e incorporando novas tecnologias, alternativa ou cumulativamente, reduzir a demanda por recursos naturais e a devolução de resíduos, eliminando os especialmente tóxicos e perigosos. Para isso, os fluxos lineares do controle da poluição são substituídos por ciclos tão fechados quanto possível.

O alvo teórico último é “emissão zero”²⁰, o que significaria aproveitamento total de tudo que fosse retirado da natureza. Ainda que reconhecido como um alvo

²⁰ O **Conceito de Emissão Zero** representa uma mudança dos modelos lineares da indústria, em que os resíduos são a norma, para sistemas integrados nos quais tudo tem um uso: os resíduos e subprodutos que não puderem ser evitados em algumas empresas, servindo de matéria prima para outras de forma que não haja resíduo final no sistema. A indústria imita os ciclos sustentáveis da natureza e a humanidade, *“ao invés de pretender que a Terra produza mais, aprende a fazer mais com o que a Terra produz.”*

Estratégia ZERI (ZERI – Zero Emissions Research and Initiatives):

1. Aproveitamento total: revisão na indústria para minimizar as entradas e maximizar as saídas. O objetivo é o aproveitamento total dos elementos de entrada dos processos.
2. Modelos de entrada e saída: não sendo possível zerar as emissões em uma unidade é feito um inventário de todos os “resíduos” e efetuada uma busca por empresas que possam utiliza-los como “entradas”.

simbólico, pela impossibilidade física de aproveitamento integral da energia, o processo de produção continuamente mais limpa levaria a se aproximar tanto quanto possível desse objetivo. O nível zero de emissão poderia ser entendido como o mínimo termodinamicamente possível.

A definição de uma meta precisa constituiria um desafio claro para os gestores (*“E isto é o que os executivos preferem”*) e uma referência igualmente clara para os consumidores, ao que padrões de redução relativa não atendem. Por exemplo, esses identificam facilmente papéis com branqueamento totalmente livre de cloro, enquanto a redução a um nível de cloro elementar requer explicações especializadas (PAULI, 1997).

Alguns exemplos apresentados por Pauli (1997), evidenciam a amplitude que o autor atribui à concepção de Produção Mais Limpa, e as possibilidades de melhoria geral na produtividade:

- A fibra de sisal representa apenas 2% da massa da planta, sendo 98% desprezado como resíduo se a produção for orientada apenas para esse fim. Pesquisas da Tanzânia identificaram a possibilidade de obtenção de mais de 20 novos subprodutos, cujo valor eclipsa o da fibra original.
- Pesquisa recente, na China, concluiu que é possível obter sete vezes mais alimentos a partir dos cereais utilizados na fabricação de cerveja, em uma fábrica moderna, gerando quatro vezes mais empregos, reutilizando-se os resíduos orgânicos do processo básico; Esses são usados como alimentação de uma cadeia lucrativa de novos processos. *“A ‘emissão zero’ na cervejaria, gerou 15 correntes adicionais de receita, que concorrem com o lucro gerado pela própria produção de cerveja”*.
- A Tanzânia e a Namíbia exportam algas marinhas secas para Europa, EUA e Japão, os quais só utilizam 30 a 50% de sua biomassa, descartando o restante como resíduo. Enquanto isso, 30% da população dos países exportadores tem carência de iodo, que as algas têm em quantidade, e os

-
3. Grupos industriais: Os modelos de entrada e saída são utilizados para a identificação de participantes potenciais. O passo seguinte é identificar o grupo ótimo quanto a tamanho e número de participantes.
 4. Mudanças tecnológicas: quando a base de engenharia de produtos e processos disponível não é suficiente para assegurar a efetiva compatibilização de entradas e saídas, são pesquisadas mudanças tecnológicas ou dos projetos dos sistemas, que o possibilitem.
 5. Política industrial: a identificação dos grupos e das necessidades de mudanças requer o apoio de políticas governamentais apropriadas. Levar setores que não têm tradição de trabalhar juntos a fazê-lo, requer esforços envolvendo legisladores, representantes industriais e academias.
 6. A economia da informação global: a Internet acrescenta um canal de discussão sobre ZERI. Os modelos desenvolvidos serão publicados on line, como convite à sua crítica e aperfeiçoamento, em uma discussão global sobre emissão zero - o que é o objetivo final do site ZERI (ZERI, 2000).

países ricos não necessitam. Um processamento prévio no local de obtenção das algas proporcionaria trabalho à população local, menor transporte de material para os importadores e possibilidade de aproveitamento do resíduo em ração animal, o que supriria a deficiência existente.

- A extração de carvão, há décadas, tem acumulado montanhas de resíduos em torno das minas. O pó desse resíduo, misturado com serragem e argila possibilita a obtenção de blocos que reduzem em 60% o consumo de argila e de dez vezes a energia necessária para sua queima.

Todos os exemplos contemplam outros benefícios, além da limpeza dos processos.

Schmidt-Bleek (1997) e Hinterberger (1997) defendem o conceito da **Entrada Material por Unidade de Serviço (MIPS – Material Inputs Per unit of Service)** como um elemento essencial à mensuração da produtividade do uso das matérias primas e do acompanhamento de processos de melhoria desta. A quantificação da unidade de serviço é direta para bens consumíveis, como uma refeição ou algum outro serviço direto, mas torna-se complexa para bens duráveis, como um automóvel ou uma casa, uma vez que é preciso considerar padrões de uso, que são muito variáveis (podem ser utilizados por mais de uma pessoa, por tempos e em circunstâncias diferentes).

Na Figura 3.2 (p. 60), transcrita de Clift (1993), a vantagem das tecnologias limpas em relação às de fim de tubo é representada por um deslocamento da curva custo ambiental/custo econômico, mantida a forma desta. A amplitude e o alcance pretendidos pela PML, discutidos nesses dois últimos itens, comportam outras representações. A própria melhoria tecnológica pode modificar a forma da curva, reduzindo a taxa de crescimento do custo econômico decorrente da redução do custo ambiental. Essa hipótese é representada na Figura 3.3.

Mas a PML ultrapassa a simples aplicação das tecnologias. Considerada a maior amplitude proposta, com a otimização do uso dos recursos naturais aproximando-se do limite possível, a variação da curva tende a reduzir-se ainda mais. Para expressar o pretendido, pode-se supor a hipótese de uma reta horizontal (redução do custo ambiental com o mesmo custo econômico) ou até de inversão da curvatura. Evidentemente, em comparação aos custos

atuais de conformidade com a legislação e a depender do limite possível de melhoria dos índices atuais de aproveitamento das matérias primas. Essas hipóteses são representadas na Figura 3.4.

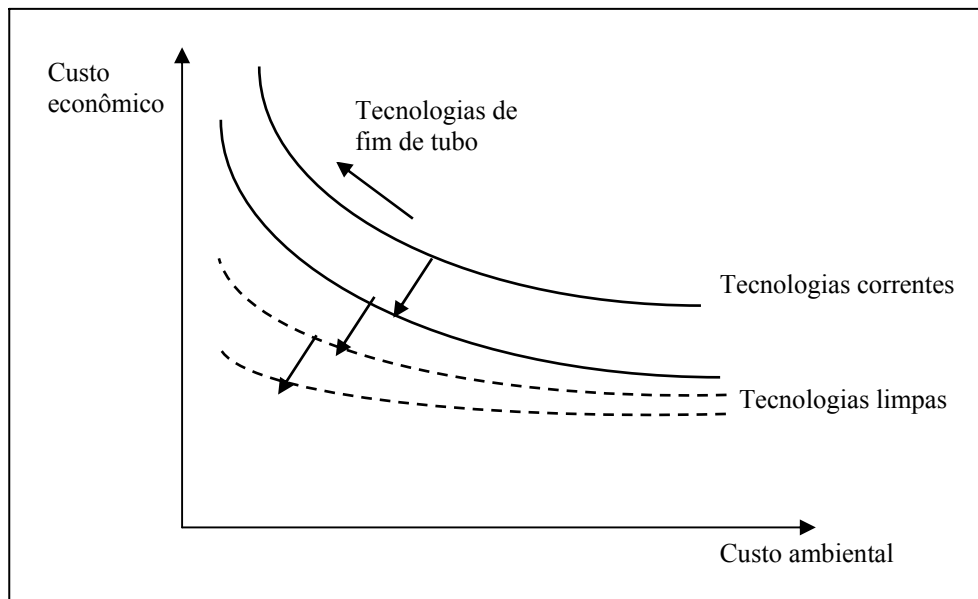


Figura 3.3 - Tecnologias limpas e tecnologias de fim de tubo
Baseado em Clift (1993)

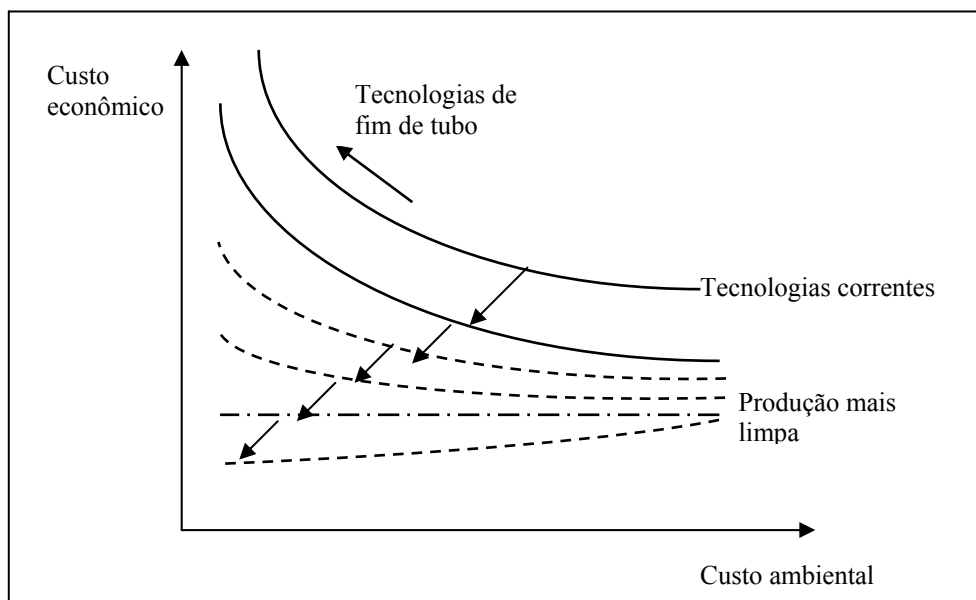


Figura 3.4 – Produção Mais Limpa e tecnologias de fim de tubo
Baseado em Clift (1993)

3.2.3 - Os ciclos fechados de produção

A PML propõe a substituição dos fluxos lineares característicos do modelo de controle da poluição, por ciclos tão fechados quanto possível. O fechamento de ciclos possibilita o melhor aproveitamento dos insumos pelo reprocessamento de resíduos e subprodutos, reduzindo ao mínimo as entradas e saídas externas ao sistema considerado. A Figura 3.5 ilustra a diferença entre sistemas baseados nas concepções de Controle da Poluição e da Produção Mais Limpa segundo Christie, Rolfe e Legard (1995).

A PML adota uma hierarquia de procedimentos fundamentada no objetivo de priorizar a redução de resíduos diretamente nas fontes geradoras ou o mais próximo possível destas. Procedimentos mais distantes das fontes são considerados como últimos recursos para manipular os resíduos mínimos que os primeiros não tenham conseguido evitar. Dentro dessa lógica contempla, em ordem de prioridade: eliminação ou redução na fonte, reintrodução de resíduos e subprodutos no processo original, identificação de alternativas de uso dos resíduos ou subprodutos em outros processos, reciclagem interna e reciclagem externa.

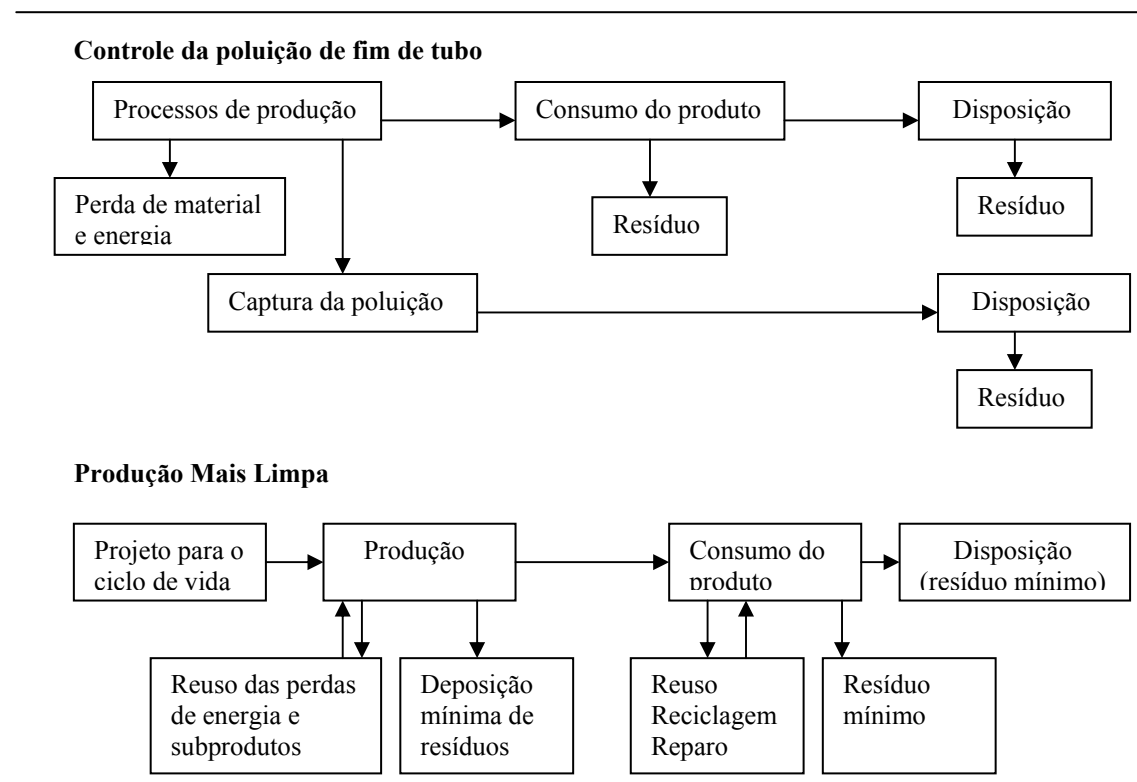


Figura 3.5 – Sistemas de fim de tubo e sistemas de produção mais limpa
Fonte: CHRISTIE, 1995 apud CHRISTIE, ROLFE e LEGARD, 1995

Também para a reciclagem são priorizadas as alternativas que proporcionem melhor aproveitamento do valor agregado ao produto: atualização tecnológica do próprio produto, pela substituição de componentes, prevista previamente; aproveitamento de componentes ou conjuntos deles; e, por último, o aproveitamento dos materiais constituintes.

É prevista, também, a recuperação da energia contida nos materiais constituintes dos produtos, que pode ocorrer em diferentes etapas de reprocessamento, a depender de cada processo. A simples deposição ou liberação de resíduos, a qualquer título, é considerada apenas como última alternativa, para aqueles resíduos mínimos que não tenha sido possível evitar após todas as melhorias dos processos (CHRISTIE, ROLFE e LEGARD; PENEDA, 1995, 1996).

3.2.4 - Técnicas e Tecnologias de PML

A PML não implica em um conjunto específico ou obrigatório de técnicas ou tecnologias, antes implicando em uma lógica de procedimentos que contempla um leque de alternativas a serem avaliadas a depender do processo em estudo.

É possível, inclusive, obter melhores resultados ambientais e econômicos através de subtrações, ao invés de acréscimos: a Hitachi, por exemplo, pressionada por uma lei japonesa que estabeleceu padrões para tornar os produtos mais fáceis de desmontar, para facilitar a reciclagem, acabou identificando a possibilidade de reduzir em 16% o número de partes de uma máquina de lavar. (PORTER e VAN DER LINDE, 1995). Lehni (1997) registra que, forçados a projetar produtos eletrônicos mais fáceis de desmontar para reduzir o custo de disposição, os projetistas chegaram a produtos mais fáceis de montar, com menos componentes e menor variedade de materiais.

“... a produção mais limpa pode ser alcançada com a subtração de tecnologia de um processo..... produção mais limpa, não depende, antes de mais nada, de tecnologias ou técnicas de gestão específicas mas de novos caminhos de pensar sobre produtos e processos em um amplo contexto,..... Produção mais limpa

não envolve um conjunto claro de tecnologias genéricas: seus componentes tecnológicos podem ser específicos para um setor ou mesmo para uma firma.” (CHRISTIE, ROLFE e LEGARD, 1995, p. 39)

As intervenções previstas contemplam aspectos gerenciais e tecnológicos e podem incluir desde melhorias nas práticas de gestão e manutenção (boas práticas, *good housekeeping*), até modificações nos processos e produtos e inovações tecnológicas de diferentes graus de complexidade. Peneda (1996) ressalta que, justamente por isso, o processo é chamado Produção Mais Limpa e não apenas Tecnologias Mais Limpas. Estas são as utilizadas para produzir mais limpo, mas não abrangem a amplitude do conceito.

A Figura 3.6, baseada em La Grega e outros (1994), Peneda (1996) e Kiperstok (1998) lista essas alternativas, agrupadas por tipo de intervenção. Quanto mais à esquerda mais desejáveis do ponto de vista ambiental. Os procedimentos de fim de tubo também são listados, mas considerados como última opção, se inevitáveis. A lógica é de adotar as alternativas que assegurem o melhor resultado ambiental dentro das possibilidades tecnológicas e econômicas existentes, dirigindo-se o processo para a ampliação gradativa das ações de prevenção.

Shen (1995), citando outras fontes (OTA; HUNT, 1986, 1991), agrupa o conjunto

de tecnologias disponíveis, genericamente, em cinco grupos:

- melhorias das operações em planta,
- reciclagem no processo,
- modificações no processo,
- substituição de materiais e produtos, e
- separação de materiais.

Esse agrupamento contempla os mesmos elementos da Figura 3.6, não incluindo a reciclagem externa por se orientar para a prevenção da poluição diretamente nos processos industriais. O autor inclui no primeiro grupo as auditorias ambientais, como elemento necessário ao melhor conhecimento do processo existente, fundamentação e acompanhamento do processo de melhoria.

Algumas das intervenções reunidas nas “boas práticas”, como identificação de fugas e vazamentos, ou de alternativas de procedimentos mais eficientes, não implicam em custo financeiro significativo e dependem apenas da orientação da empresa para a prevenção (podem, inclusive, reduzir despesas pela melhoria da eficiência). Outras, incluindo pequenas modificações nos processos, podem ser pouco onerosas, e com resultados que asseguram um retorno rápido do investimento. Essas possibilidades tornam a PML acessível a um amplo leque de empresas, o que não ocorreria se a mesma dependesse essencialmente de inovações tecnológicas complexas.

Peneda (1996) registra que, baseada em estudos de caso que tem patrocinado, *“...a UNEP considera , que mais de 50% das emissões e resíduos resultantes de processos industriais podem ser prevenidos ou minimizados na origem, com base na aplicação da PML, das suas Boas Práticas e de pequenas alterações do processo sem ter de recorrer a qualquer nova tecnologia.”*

A autora defende que, não só a PML se aplica a empresas grandes, médias e pequenas, como essas últimas precisam adotá-la com urgência, para evitar os riscos de multas e acidentes ambientais e restrições a seus produtos, que possam inviabilizar seu funcionamento. Defende, também, que argumentos de não aplicação da PML por falta de tecnologia e da capacidade econômica de adquiri-la, decorrem de desconhecimento da abrangência do conceito.

Peneda e Ventura (1996) relatam uma série de estudos de casos bem sucedidos em diversos países, contemplando empresas de áreas de atuação e portes variados. A grande maioria dos projetos para os quais esses dados estão disponíveis, implicou em investimentos relativamente reduzidos (alguns não o necessitaram) e de retorno variando entre algumas semanas e até 20 meses (v. Quadro 3.2). Porter e van der Linde (1995), conforme já citado no tópico 3.1.3, argumentam nessa mesma direção.

Quadro 3.2 – Resultados de projetos de Produção Mais Limpa

		PROJETOS*			
		PRISMA	DESIRE	CATALYST	EP3
Categorias de opções (% do total)	Boas práticas de gestão	20	28	3	21
	Modificação no processo	35	58	55	30
	Substituição de materiais	25	9	-	6
	Modificação do produto	5	-	20	1
	Reciclagem interna	10	4	19	42
	Reciclagem externa	-	1	3	-
	Não identificados	5	-	-	-
Período de retorno do investimento (% do total)	Imediato	-	-	28	24
	Menor que 1 ano	34	49	33	31
	De 1 a 2 anos	-	-	19	29
	Maior que 2 anos	-	-	-	10
	De 2 a 3 anos	-	-	9	
	De 1 a 3 anos	49	15	-	-
	Maior que 3 anos	7	21	5	-
	Aumento de custos	10	15	-	-
	Não estimado	-	15	6	6

Baseado em PENEDA e FRAZÃO (1996)

*

- Projeto PRISMA: desenvolvido em 10 pequenas e médias empresas da Holanda; identificou 134 opções de aplicação das diferentes técnicas, das quais, 121 consideradas viáveis (UNEP, 1992 apud PENEDA e VENTURA, 1996);
- Projeto DESIRE: desenvolvido pelo Conselho Nacional de Produtividade, da Índia, em 1993/94; orientado para demonstrar o potencial de redução de resíduos em pequenas empresas de três setores: pasta de papel, têxtil e pesticidas; identificadas 492 opções de intervenção das quais, 292 foram implementadas ou estavam em fase de implementação quando da divulgação dos dados (UNEP, 1994 apud PENEDA e VENTURA, 1996);
- Projeto CATALYST: desenvolvido em 14 empresas britânicas proporcionou uma economia anual de 8,9 milhões de libras (UNEP, 1992 apud PENEDA e VENTURA, 1996);
- Projeto EP3: financiado pela US Agency for International Development (USAID); iniciado em 1993, na Tunísia, em 12 empresas de 7 setores industriais; resultou em uma economia anual de mais de 4,5 milhões de libras, para um investimento de 1,28 milhão (UNEP, 1994 apud PENEDA e VENTURA, 1996).

Kiperstok (1997) também enfatiza as substanciais melhorias obtidas com as intervenções mais simples, mas ressalta que ultrapassar determinados limites requer a incorporação de tecnologias mais avançadas. Registra que vários métodos utilizados para a síntese de processos têm sido repensados para utilização na redução de resíduos. Agrupa esses métodos em três famílias:

- os métodos hierárquicos propõem uma seqüência de etapas onde gradativamente se atinge um nível superior de detalhes, desde que a etapa anterior o justifique; possibilitam, assim, uma gradativa qualificação e ampliação do comprometimento da empresa, à medida que o processo se

mostre ambiental e economicamente viável (cita como referência: DOUGLAS, 1992);

- a utilização de procedimentos usados na engenharia de segurança para melhoria do desempenho ambiental da fábrica, como a adaptação de técnicas de Análise de Perigo e Operabilidade (HAZOP) e de Análise Quantitativa de Risco (ref.: ISALSKI, 1995);
- métodos diversos de otimização de processos (ref.: EL-HALWAGI e MANOUSIOUTHAKIS; PAPALEXANDRI, PISTIKOPOULOS e FLOUDAS; KIPERSTOK e SARRATT, 1989, 1994, 1997).

O CNTL (Centro Nacional de Tecnologias Limpas do SENAI - RS) iniciou, em 1996, o Programa de Demonstração em Plantas Industriais, com 11 empresas do Rio Grande do Sul, dos setores metal mecânico, agroindustrial (conservas, frigoríficos e arroz parboilizado) e polímeros, obtendo, até junho de 1998, os resultados constantes do Quadro 3.3.

Quadro 3.3 – Programa de Demonstração em Onze Plantas Industriais no RGS – Resultados Econômicos e Ambientais

ITEM	BENEFÍCIO
Economia por otimização de processo	R\$ 217 mil
Redução no custo de deposição de resíduos	R\$ 32 mil
Redução no custo de tratamento de efluentes	R\$ 47 mil
Economia por otimização no consumo de água	R\$ 80 mil
Economia por otimização no consumo de energia	R\$ 179 mil
Ganhos com reciclagem externa	R\$ 3,6 mil
Benefício econômico total	R\$ 559 mil
Investimento	R\$ 233 mil
Período médio de recuperação do investimento	5 meses
Matéria prima economizada por otimização de processo	160 t/ano
Minimização de resíduos	53t/ano
Minimização de resíduos perigosos	46 t/ano
Minimização no consumo de água	178 mil m ³ /ano
Minimização no consumo de energia	1.711 MWh/ano

Fonte: CNTL, 1999 (dados atualizados até jun/98)

3.2.5 - Análise de viabilidade

A análise de viabilidade fundamenta a escolha e hierarquização das alternativas. Peneda (1996), prevê análise de viabilidade técnica, ambiental e econômica, Shen (1995) acrescenta a estas a institucional, e entende que essas contemplam:

- Análise de viabilidade técnica:

Requer conhecimento abrangente das técnicas de prevenção da poluição, dos vendedores, dos processos de manufatura relevantes, e dos recursos e limitações das instalações. Pode envolver busca de informações em instalações semelhantes e junto aos agentes externos que contribuam para o processo. Na avaliação das alternativas, além das questões relativas às necessidades para sua implantação e à viabilidade de fazê-lo, são relevantes questões como: intensidade de redução de resíduos, interferência nos processos correntes, prazo de implantação, manutenção da qualidade do produto, se o novo sistema é seguro e não causará outros problemas ambientais, e se existem barreiras legais.

- Análise de viabilidade ambiental:

As opções de melhor manutenção e melhoria na eficiência têm vantagens evidentes; aquelas que envolvem mudanças nos produtos ou processos e substituição de matérias primas precisam ser avaliadas ambientalmente para cada instalação específica. As questões a serem consideradas podem incluir: redução do consumo de matérias primas, água e energia e da geração de resíduos ao longo da cadeia produtiva, uso dos produtos e descarte final.

- Análise de viabilidade econômica:

Na avaliação das vantagens econômicas do controle da poluição é preciso considerar custos e economias diretos e indiretos. Alguns desses últimos são difíceis de quantificar em termos financeiros, porém, constituem elementos significativos que não podem ser excluídos no processo de decisão. Custos administrativos, de atendimento à legislação, pagamento de seguros, perdas devidas às condições de trabalho, de gerenciamento de resíduos e de operação de equipamentos de controle da poluição estão escondidos entre os custos indiretos e não relacionados a fontes específicas. É preciso incluí-los na análise econômica e alocá-los às suas fontes.

A estimativa e alocação de custos de responsabilização por impactos causados envolve muita incerteza. Depende de estimar acidentes e as penalidades e demandas futuras decorrentes deles e da identificação de novos riscos e danos

resultantes dos produtos e resíduos. Algumas empresas têm procurado alternativas para incluir os custos de responsabilização na análise dos projetos: inclusão de cálculo estimado da diminuição da responsabilidade; consideração de penalidade decorrente de demanda relativa a acontecimento semelhante ao previsto; indicação qualitativa, sem precisar valor, da redução de responsabilidade associada à alternativa de prevenção da poluição.

Alguns benefícios da prevenção também são de difícil expressão direta em valores contábeis: aumento das vendas decorrente da melhoria da qualidade dos produtos, melhoria da imagem da companhia e empenho dos consumidores em produtos verdes; melhoria das relações com os empregados, consumidores e agentes reguladores; e redução dos custos de preservação da saúde. Poucas companhias alocam os custos ambientais aos produtos e processos que os geram. Esses tendem a ficar à margem, incluídos na conta de custos indiretos, de difícil desagregação.

- Análise de viabilidade institucional:

Avalia-se aqui, as forças e fraquezas da companhia, incluindo, por exemplo: perfil da equipe, análise de tarefas e definição de responsabilidades, níveis de qualificação, processos e procedimentos, sistemas de informação e fluxo de tomada de decisões, e posição política quanto à prioridade da prevenção da poluição.

A análise de viabilidade possibilita hierarquizar alternativas. A implementação prioritária daquelas mais simples, de mais baixo custo ou de retorno mais rápido, contribui para o convencimento quanto aos resultados e motiva a continuidade do processo de melhoria. Essa estratégia é especialmente importante nas empresas com menor capacidade gerencial e de investimento.

3.2.6 - Implementação do plano de PML

Shen (1995) identifica as seguintes etapas, com os respectivos atributos, para implementação de um plano de prevenção da poluição em instalação industrial

(é, em linhas gerais, o processo utilizado pelas diversas instituições envolvidas com a PML –USEPA, UNEP-UNIDO²¹, CNTL):

- Estabelecimento de objetivos

O sucesso do programa depende: do comprometimento da administração e dos empregados com o mesmo, o que pode ser obtido através da definição da política e objetivos da companhia quanto à prevenção da poluição; da divulgação do conceito, de seus recursos e possibilidades e das vantagens de sua implementação; da apresentação de casos de aplicação bem sucedidos, e; do estímulo à participação dos empregados com sugestões e idéias inovadoras. Os objetivos de um plano de prevenção da poluição devem ter os seguintes atributos: ser aceitável por todos que irão trabalhar para viabilizá-lo, flexível e adaptável às necessidades de mudança, mensurável ao longo do tempo, consistente com os objetivos gerais da empresa, compreensível e alcançável.

- Organização da equipe encarregada de promover o processo (eco-time)

A boa definição dessa equipe é essencial para o sucesso do programa. A mesma deve ser definida de forma a que não seja centralizada em nenhum departamento a responsabilidade da prevenção da poluição. Deve ser composta por elementos chave, que contemplem as diversas áreas da empresa, das mais diretamente ligadas à produção à administração, incluindo setores como o de compras, distribuição, saúde e segurança, legal e de engenharia. A depender do tamanho da companhia e da natureza dos processos desenvolvidos pela mesma, cada equipe específica poderá ser composta de poucos elementos chave, ou ser tão grande que seja dividida em sub-equipes, mas sempre deve ser capaz de contemplar o universo das atividades da empresa.

- Coleta e análise de dados

São necessárias informações sobre as instalações e seu funcionamento que possibilitem determinar a quantidade e natureza das matérias primas utilizadas,

²¹ UNIDO – Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (United Nations Industrial Development Organization)

tipos e quantidades de resíduos gerados, os mecanismos de produção e as interrelações entre as unidades de processo. A coleta abrange elementos formais, registrados em documentos diversos como projetos, permissões, relatórios etc., e dados das práticas de operação desenvolvidas. Pode ser feita pelo eco-time e as informações repassadas aos demais. A coleta de dados deve assegurar a base para o cálculo dos balanços de massas ao longo dos processos. Podem ser aplicados balanços simplificados para cada uma das operações geradoras de resíduos, analisando, basicamente, as relações entre as entradas e as saídas do processo, o que permite estimar fugas e perdas não conhecidas. Apesar das dificuldades e limitações dos balanços de massa, decorrentes da complexidade dos processos, esses são essenciais para se entender melhor a origem de cada corrente de resíduo.

- Identificação de oportunidades de prevenção da poluição

Priorização de correntes geradoras de resíduos em função do volume gerado, toxicidade, riscos associados, condicionantes legais e potencial de sucesso na implementação do programa.

Identificação de oportunidades de intervenção e de opções de redução dos resíduos: o processo de produção precisa ser estudado detalhadamente. Pode-se começar pelo estudo dos processos associados às correntes prioritárias, e expandir-se a avaliação a toda a instalação, de forma que uma grande quantidade de oportunidades possa ser levantada. Geralmente um grupo de duas ou três pessoas, definido em discussão com a equipe, é eficiente para a avaliação inicial. O estudo deve acompanhar todas as etapas e turnos do processo, inclusive durante a limpeza, paradas para manutenção e as partidas subsequentes, para identificação dos resíduos gerados nesses procedimentos. Os membros da equipe devem ser encorajados a apresentar idéias e discutir opiniões.

Algumas das opções são simples de identificar e implementar, como: recebimento e fornecimento de material em embalagens maiores, para evitar um grande volume delas para descartar; reuso das mesmas, onde for possível; investigar alternativas de uso de solventes menos tóxicos ou redução e reuso de solventes onde possível; segregação de correntes de resíduos.

Na determinação de custos, para avaliação da viabilidade econômica das opções, é preciso determinar todos os custos resultantes da geração de resíduos, as economias a serem obtidas com o programa e o prazo de retorno do investimento a ser feito. Os primeiros não se resumem apenas aos custos de tratamento e disposição, mas incluem, também, todos aqueles associados à compra e manejo dos elementos que se transformaram em resíduos e desses últimos. Alguns desses custos são de difícil quantificação, como já referido na análise de viabilidade.

- Envolvimento e aumento da consciência dos empregados

Programas de conscientização e treinamento aumentam a capacidade dos empregados em contribuir para a prevenção da poluição. O encorajamento à apresentação de sugestões e a valorização destas ampliam o envolvimento e a possibilidade de surgimento de novas alternativas.

- Definição de prioridades e plano de intervenção

A ordem de prioridade das intervenções é estabelecida em função dos ganhos ambientais a serem obtidos, dos custos associados, e da capacidade de intervir e assegurar os resultados previstos, identificados para cada uma delas. Iniciar pelas mais simples, menos onerosas e/ou de mais rápido retorno do investimento, que assegurem ganhos ambientais significativos, é uma estratégia para qualificar gradativamente a equipe, motivá-la, e consolidar o processo. A experiência adquirida com as primeiras intervenções tendem a impulsionar as seguintes e lhes servem de embasamento.

3.2.7 - Dificuldades para a adoção da PML em substituição ao controle da poluição

Apesar das vantagens, ambientais e econômicas, já obtidas por empresas de diferentes portes com a adoção de programas de prevenção da poluição em substituição aos processos de fim de tubo, estes continuam prevalecendo em relação àqueles. Alguns autores, tratando desse fato, identificam dificuldades relativas a legislação e à organização e estratégia das empresas.

As legislações, mesmo aquelas que já enfatizam a prevenção, continuam estimulando a adoção de processos de controle fim de tubo. O fato de continuarem aprovando tecnologias e processos específicos, não só não incentivaria como dificultaria a inovação. Quaisquer mudanças, ainda que ambientalmente vantajosas, implicam em revisões gerais das licenças de funcionamento das plantas, que as empresas procuram evitar (PORTER e VAN DER LINDE; SHEN; HILLARY e THORSEN; POTTER, 1995, 1995, 1999; 1999). Potter (1999) refere casos em que empresas poderiam eliminar solventes ou recicla-los internamente mas evitaram ou desistiram de fazê-lo porque, não estando previstos nos processos aprovados, implicariam em novo licenciamento.

Defende-se uma maior integração entre os agentes reguladores e as empresas, que possibilite uma avaliação mais rápida das vantagens das alterações propostas. (FRIEND; SCHNITZER, 1998, 1999).

Quanto a aspectos organizacionais, Potter (1999) identifica barreiras decorrentes do apego às soluções já conhecidas, resistência gerencial à mudanças, resistência do pessoal de meio ambiente, e a introdução das novas idéias em um nível da organização sem a necessária capacidade de propagação. Defende que, para conseguir a mudança de postura é necessário conhecer a cultura da empresa e procurar intervir em níveis hierarquicamente adequados, capazes de incorporar o novo paradigma e de levar a decisão a todos os outros níveis. A autora registra, ainda, que difere a importância estratégica do meio ambiente de empresas para empresa: algumas pretendem ter a imagem de líderes na área, o que, para outras não é relevante, resultando em diferentes graus de motivação para as mudanças.

Porter e van der Linde (1995) entendem que, em geral, os executivos dispõem de pouco tempo e de informações insuficientes, o que reduz a disponibilidade para novidades, orientando seus esforços para o que consideram prioritário. Por esta razão os autores defendem a manutenção e o aumento da pressão legal como um modo de manter o cuidado com o meio ambiente entre essas prioridades. Como exemplo do pouco conhecimento das empresas em relação

a seus próprios processos os autores citam o exemplo de um grande produtor de químicos orgânicos que contratou uma consultoria para explorar possibilidades de redução de resíduos: o contratante identificava 40 correntes de resíduos em seus processos, a consultora identificou 497.

3.2.8 - Implicações quanto ao emprego e a qualificação

Pauli (1997) ao criticar a ênfase que tem sido dada pelos economistas unicamente à produtividade do trabalho, ressalta a crescente redução do nível de emprego daí decorrente. Entende que altos níveis de produtividade também em recursos naturais, aumentarão as possibilidades da produção, gerando novos empregos. Os exemplos que apresenta, (transcritos no Item 3.2.2), contêm elementos que sustentam sua convicção.

Schmidt-Bleek (1997) e Hinterberger (1997) também criticam a ênfase em apenas um elemento da produtividade, como um fator determinante do alto nível de desemprego na Europa. Ainda que a simples redução do consumo de recursos naturais não assegure maior nível de emprego, a ponderação de outros fatores de produtividade poderia levar a alternativas que associassem menores impactos ambientais e maiores possibilidades de trabalho.

Sachs (1996) registra uma pesquisa desenvolvida em São Paulo em 1986, por iniciativa do professor José Zatz, que mostrou que uma manutenção diária dos caminhões, como acontece com os aviões, representaria uma economia de combustível suficiente para empregar um mecânico por veículo. A substituição do petróleo importado por empregos no país, reduziria o impacto ambiental decorrente da queima do combustível.

Schnitzer (1999) porém, ressalta que novas tecnologias, ou mesmo o aumento da experiência prática, freqüentemente estão associadas com redução do emprego ou, quando acontece a criação de novos empregos, esses usualmente requerem novas qualificações.

3.3 - MECANISMOS DE INDUÇÃO DA PML

3.3.1 - Instrumentos legais

Instrumentos legais adequados, são vistos como elementos indutores, e até determinantes, da orientação da produção para a prevenção da poluição. Conforme já registrado no início deste capítulo, o primeiro elemento referido pelos autores e pelas empresas como determinante da mudança de orientação, do controle para a prevenção da poluição, é a conformidade com a legislação. A importância da regulamentação para a proteção ambiental justifica uma consideração relativamente extensa das hipóteses em discussão. Um breve histórico da orientação das legislações para a prevenção da poluição, nos Estados Unidos e na Europa, possibilita avaliar sua influência no processo.

A mudança de orientação da legislação americana no sentido da prevenção da poluição, referida no Item 2.2.1, começou em 1976 com a promulgação do Lei de Recuperação e Conservação de Recursos Naturais (RCRA – Resource Conservation and Recovery Act), emendada, posteriormente, em 1980 e 1984. (no tópico citado constam os princípios do programa americano de prevenção da poluição). Também é de 1976 a Lei de Controle de Substâncias Tóxicas, até então apenas pesticidas eram regulamentados. A primeira impôs restrições à disposição de resíduos perigosos nos receptores naturais; a segunda estabeleceu mecanismos de acompanhamento e controle do uso de substâncias potencialmente tóxicas às pessoas e ao ambiente e possibilitou à agência ambiental identificar substâncias tóxicas antes de sua fabricação, a qual podia ser proibida em função dos riscos potenciais para a saúde humana e para o meio ambiente (SHEN, 1995).

O RCRA estabelece a responsabilidade dos geradores de resíduo, “do berço ao túmulo” e assegura a todos os cidadãos o direito de mover ação civil contra qualquer violação de padrões ou normas estabelecidas, inclusive contra a não divulgação das informações exigidas pela lei. As ações podem ser contra as empresas ou contra as instâncias governamentais a quem cabe fazer cumprir as normas e assegurar as informações (EUA, 2001a).

Em 1984, o Congresso americano aprovou a Emenda Sobre Resíduos Sólidos Perigosos, que é *“um dos mais detalhados instrumentos de gestão ambiental”*: proibiu a deposição de resíduos perigosos a granel, deixou claro que sua deposição só poderia ser considerada como última alternativa, e exigiu da USEPA o estabelecimento de normas rígidas para seu cumprimento. A regulamentação de diversas leis e emendas ambientais inclui: definição de resíduos perigosos, processo de notificação para as empresas geradoras de resíduos, regulamentos detalhados sobre geração, transporte, tratamento, armazenamento e disposição de resíduos perigosos. Apesar de existirem recursos alocados para a recuperação de sítios contaminados acima de níveis estabelecidos de periculosidade, a USEPA é obrigada a recuperar os custos de remediação dos responsáveis pelo dano (KIPERSTOK, 1998).

Em 1986 foi aprovada a Lei do Planejamento de Emergências e do Direito de Saber da Comunidade (EPCRA – Emergency Planning and Community Right-to-Know Act) que inclui a obrigatoriedade do relatório anual das emissões de substâncias tóxicas – TRI, já referido no item 2.2.1.

Em 1990, o Congresso americano aprovou a Lei de Prevenção da Poluição que institucionaliza essa abordagem como preferencial, estabelecendo que a disposição só deve ser considerada como último recurso, após a utilização, até os limites viáveis, de todas as outras alternativas (prevenção, reciclagem e tratamento). Sendo inevitável a disposição, essa tem que ocorrer de forma ambientalmente segura. À USEPA foi atribuída a responsabilidade de estabelecer um programa de redução na fonte que colete e dissemine informações, proporcione apoio financeiro aos Estados e implemente as ações previstas na lei (CORNELL UNIVERSITY, 2001b).

A legislação britânica tem sido precursora em algumas previsões, influenciado e sido influenciado pelas normas da União Europeia (BALL e BELL, 1991).

Na Inglaterra, em 1990 foi editada a Lei de Proteção Ambiental (Environment Protection Act, EPA 90), que institui a política de Controle Integrado da Poluição IPC – Integrated Pollution Control), a qual é reforçada pela Lei

Ambiental do Reino Unido, aprovada em 95. Os dois principais conceitos do Controle Integrado da Poluição são: a utilização da melhor técnica disponível que não implique em custos excessivos (BATNEEC – best available technique not entailing excessive cost); e a adoção da melhor opção ambiental praticável (BPEO – best practicable environmental option). O primeiro orienta o controle da poluição para os próprios processos de produção; o segundo cobra que a solução adotada represente a melhor opção ambiental disponível. A referência deve ser sempre o meio ambiente como um todo, e não cada corpo receptor em separado. O uso da palavra “technique”, em vez de “technology”, no conceito de BATNEEC, é proposital para incluir também a orientação das práticas operativas e de gestão para a melhoria ambiental. Essa legislação convive com padrões de emissão ou de qualidade ambiental, prevalecendo, sempre, a exigência mais favorável ao ambiente (KIPERSTOK, 1998).

Na Alemanha, a evolução das normas a partir da década de 70 levou a definições semelhantes. O princípio de previsão antecipada se fundamenta em três bases: o meio ambiente deve ser capaz de se regenerar por si próprio dos impactos provenientes da atividade industrial; os controles ambientais dos padrões de emissões devem ser tão altos quanto o permitam a tecnologia disponível, e; o princípio da proporcionalidade pondera a melhoria ambiental a obter e o custo necessário para tal (BALL e BELL, 1991). Em 1990, a lei de devolução de produtos, passou a obrigar que fabricantes de veículos se responsabilizassem pelos mesmos após a sua vida útil²² (HART, 1997).

Os conceitos de BATNEEC e BPEO já se encontravam na Diretiva para as Emissões Atmosféricas das Plantas Industriais da Comunidade Econômica Européia, em 1984. Gradativamente foram aprovadas outras resoluções importantes como as relativas a: avaliação de impacto ambiental para projetos de grande porte (1985), liberdade de acesso às informações ambientais em

²² **Responsabilidade Ampliada do Produtor (EPR – Extended Producer Responsibility)**

Consiste em atribuir ao produtor a responsabilidade pelos efeitos ambientais do produto ao longo do seu ciclo de vida, cabendo aos governos determinar essa responsabilidade. (FURTADO, 1999). As leis de retorno do produto ao fabricante ao término de sua vida útil (take it back), têm essa orientação. Pressionam pelo desenvolvimento de produtos ambientalmente mais saudáveis. São exemplos a lei alemã, em relação aos veículos, e a Resolução CONAMA

poder dos órgãos públicos (1990), rotulagem ambiental (1992), auditoria e gestão ambientais (1993). Em 1992, o Tratado de Maastrich, incorporou o Princípio da Precaução (BALL e BELL, 1991).

O 5^o Programa de Ação da União Européia, aprovado no final de 92 para cobrir o período de 1993 a 2000, foi intitulado Rumo à Sustentabilidade. Enfatiza o uso sustentável dos recursos naturais e adota uma política ambiental mais ampla do que as anteriores: desloca a ênfase da proteção a meios receptores específicos para uma visão integrada das implicações ambientais das atividades econômicas. O conceito central de seu esquema é o princípio da “responsabilidade compartilhada” entre governos, indústrias e consumidores para a resolução de problemas ambientais. O Programa antecipa o movimento no sentido de um maior uso dos instrumentos de financiamento e outros instrumentos de mercado e sugere um uso mais inovador dos instrumentos legais, incluindo responsabilidade civil, mecanismos voluntários e a disponibilidade de maiores informações quanto ao estado do meio ambiente (BALL e BELL, 1995).

Algumas normas da União Européia são de cumprimento obrigatório para os países membros, enquanto que outras são diretrizes que dependem de sua incorporação pela legislação de cada país. A Corte de Justiça da UE, em processos específicos, se pronunciou no sentido de que, uma vez que o meio ambiente foi reconhecido como uma questão fundamental pela Comunidade, as decisões relativas ao mesmo se enquadrariam entre aquelas de cumprimento obrigatório. Em uma demanda contra uma exigência da Dinamarca que ultrapassava as da UE, a corte entendeu que, ante a importância do meio ambiente, era admissível o estabelecimento de exigências maiores e essas não podiam ser consideradas como prejudiciais ao livre mercado (BALL e BELL, 1995).

Em relação à política ambiental brasileira predomina o entendimento de que o país dispõe de um aparato formal relativamente avançado mas pouco aplicado,

que estabelece a obrigatoriedade de os fabricantes de pneus se responsabilizarem pelo destino final dos mesmos.

por deficiências diversas (GUIMARÃES, MACDOWELL e DEMARJOROVIC, 1997). Porém, a legislação é orientada, predominantemente, para os procedimentos de fim de tubo. Apenas muito recentemente começaram a surgir referências e incentivos à prevenção na fonte.

Na Bahia, a Lei 7.799 de 07/02/2001, que redefine a Política Estadual de Administração dos Recursos Ambientais, prevê a adoção de medidas de precaução e prevenção, e o aumento da eficiência na utilização dos recursos naturais. Prevê, também, incentivos econômicos, através da concessão de isenções, benefícios e incentivos fiscais, e prioridade na concessão de crédito nos órgãos oficiais de fomento, para as empresas que *“comprovadamente utilizem tecnologias mais limpas”* (CRA, 2001).

3.3.2 - O papel da legislação

Os proponentes da PML, em geral, defendem a necessidade de adequação da legislação para estimular as inovações que levem à limpeza da produção. As legislações existentes, ainda que algumas já enfatizem ou, teoricamente, priorizem a prevenção da poluição, continuariam mais adequadas aos processos de controle da mesma. As licenças e autorizações se referem a tecnologias e processos específicos e mudanças nos mesmos implicam em revisões, normalmente custosas e demoradas, das licenças de funcionamento. Preservariam, assim, uma posição estática, que inibiria ou mesmo impediria as inovações. O estabelecimento dos padrões admissíveis continua de inteira responsabilidade dos agentes reguladores, a quem cabe, nesse caso, definir as possibilidades de sua melhoria.

Defende-se o estabelecimento de legislações que admitam flexibilidade nos processos, desde que preservados os padrões ambientais estabelecidos, e que incentivem as empresas a atingirem padrões superiores àqueles. A integração entre os agentes reguladores e os produtores, mantidas e até ampliadas as restrições ambientais finais, poderia levar, mais rapidamente, a níveis mais altos de limpeza da produção do que se esses continuassem dependendo apenas das imposições dos agentes reguladores. Pressionadas pelas

restrições as empresas teriam maior capacidade de prever inovações vantajosas para si e para o ambiente do que os órgãos governamentais. A flexibilidade das leis e a proximidade dos agentes reguladores possibilitariam adotar, mais rapidamente, novas alternativas, desde que ambientalmente mais saudáveis (PORTER e VAN DER LINDE; SHEN; HILLARY e THORSEN; POTTER; SCHNITZER, 1995, 1995, 1999, 1999, 1999).

No entanto, a hipótese não é pacífica. No bojo dessa discussão surge a defesa da auto-regulamentação, em substituição às legislações restritivas, e continuam existindo críticas à compatibilidade entre preservação ambiental e competitividade.

Porter e van der Linde (1995) defendem enfaticamente o aumento das restrições legais como fator de aumento da competitividade associado à proteção ambiental. Apesar de demonstrarem plena convicção das vantagens econômicas da prevenção da poluição, e relatarem diversos exemplos de aplicações bem sucedidas, entendem que a pressão legal continua indispensável como indutora do processo. Consideram uma falsa idéia a de que as empresas irão adotar todas as oportunidades rentáveis sem um empurrão. Para tanto seria necessário *“que todas as oportunidades rentáveis de inovação já tenham sido descobertas, que todos os administradores tenham informações perfeitas sobre elas e que incentivos organizacionais aconteçam paralelamente às inovações”*, o que não corresponderia à realidade.

Entendem que a regulação ambiental adequada atende a, pelo menos, seis propósitos:

- sinaliza para as companhias sobre a ineficiência no uso dos recursos e o potencial de melhorias tecnológicas e dirige a atenção para áreas potenciais de inovação.
- regulamentos focados em reunião de informações podem alcançar maiores benefícios, pelo aumento da consciência da corporação. Por exemplo, o Inventário de Emissões Tóxicas (TRI) requer relatórios anuais de mais de 20.000 indústrias; a reunião dessas informações frequentemente induz melhorias ambientais.

- reduz a incerteza quanto a que os investimentos orientados para o meio ambiente serão valorizados.
 - cria pressão que motiva a inovação e o progresso.
 - nivela o jogo durante o período de transição para soluções baseadas em inovação, assegurando que nenhuma empresa ganhe posições oportunisticamente, evitando os investimentos ambientais; a legislação assegura uma defesa até que as tecnologias sejam comprovadas e seus efeitos reduzam os seus custos.
 - nem sempre as inovações compensam o custo de conformidade, ao menos no curto prazo, até que o aprendizado possa reduzir o seu custo; nesses casos, a regulamentação é necessária para assegurar a qualidade ambiental.
- Concluem daí, que: *“Regulação rigorosa pode, atualmente, produzir maiores inovações e compensações por inovação do que regulamentação permissiva.”*

Citam e rebatem críticas formuladas a essa hipótese:

- Uma crítica é a de que, ainda que as compensações por inovação sejam teoricamente possíveis, provavelmente são muito raras ou pequenas na prática. Contestam a mesma argumentando que os resíduos são perdas econômicas e, conseqüentemente, ineficiência dos processos; os diversos exemplos de sucesso comprovam ser possível reduzir custos e poluição juntos. Comparando com os resultados dos sistemas de construção da qualidade ao longo de todo o processo, entendem que podem ser obtidos resultados semelhantes com a orientação para a produtividade dos recursos. Concluem, citando Sheridan (1992), que a Dow Chemical identificou explicitamente, através de controle estatístico de processos, a ligação entre melhoria da qualidade e desempenho ambiental.
- A segunda crítica aponta os altos custos de conformidade com a legislação como a evidência do conflito entre proteção ambiental e competitividade. Os autores contestam argumentando que os altos custos identificados pelos críticos decorrem de uma predisposição antecipada contra a regulamentação e de não incorporarem a inovação, sendo normalmente super dimensionados o que tem sido comprovado pelos resultados posteriores. Apresentam exemplos de previsões catastróficas de inviabilização da produção que não ocorreram e

de estimativas de custos que a realidade comprovou serem até quatro vezes menores, incluindo a indústria automobilística americana, o setor de papel e celulose e de pintura. Registram que vários estudos não conseguiram comprovar que a regulamentação rígida afetasse a competitividade.

- A terceira crítica é de que, mesmo que seja assumida a inovação, essa irá competir com outros investimentos potencialmente mais produtivos. Os autores argumentam que a ligação entre poluição e produtividade dos recursos e os altos retornos obtidos nos diversos exemplos bem sucedidos apoiam o seu ponto de vista e indicam que há muito o que explorar nesse caminho.

Entendem que uma legislação ambiental que encoraje a inovação deve ter os seguintes atributos:

- Objetivos claros, abordagem flexível: A regulamentação ambiental deveria se focar nas saídas e não em tecnologias; deveria visar o meio a ser protegido e estimular modificações nos processos que proporcionassem melhores resultados quanto a produtividade dos recursos e redução da poluição. O sistema regulador deveria reconhecer mais fácil e rapidamente, inovações que melhorassem o resultado ambiental.

- Semear e difundir inovações ambientais: A agência ambiental poderia desempenhar um papel maior em coletar e difundir informações sobre inovações compensatórias. Onde possível, a regulamentação deve incluir incentivos de mercado, que proporcionem flexibilidade e estimulem a inovação, como rotulagem ambiental, taxas de poluição, e certificados negociáveis de emissão²³. O governo, como grande comprador, pode pressionar por produtos ambientalmente mais amigáveis. Padrões de saída fixos, ainda que preferíveis ao estabelecimento de tecnologias específicas, não incentivam a continuidade da melhoria, uma vez atingidos. Deveria ser ampliada a previsão antecipada de padrões: o intervalo até sua implementação possibilitaria às empresas a descoberta de alternativas que poderiam, até, ultrapassá-los.

- Coordenação dos regulamentos: entre agentes reguladores de diferentes níveis e setores do governo, entre esses e a indústria e entre esses e os

²³ Explicados no Item 3.3.4.

órgãos equivalentes de outros países. Facilitaria a orientação das empresas e a aprovação e implementação das mudanças.

Kiperstok e Sharratt (1997), analisando a gradativa redução da capacidade de suporte dos receptores, argumentam ser necessária a consideração desse fato no estabelecimento das restrições legais.

Potter (1999) e Hillary e Thorsen (1999) também referem entre as dificuldades para ampliação da PML a variedade e as diferenças entre os agentes reguladores, além do processo de licenciamento determinado pela legislação.

3.3.3 - Regulamentação e auto regulamentação

Hillary e Thorsen (1999) discutem as possibilidades da regulamentação e da auto regulamentação a partir de estudos e resultados no âmbito da União Européia. Como primeira diferença identificam a própria clareza de entendimento quanto ao que seja uma e outra. Entendem que a regulamentação é um processo de “comando e controle”, claramente entendido por todos os agentes envolvidos. Quanto à auto regulamentação constatam haver uma diferença de pontos de vista sobre a mesma entre os empresários e os governos (supõem que existam outras).

Do ponto de vista dos primeiros seria uma iniciativa voluntária, baseada nos interesses das empresas, ainda que incluída a perspectiva ambiental, seja por preservação da imagem seja por outras vantagens. Além disso, paralelamente à sua discussão corre a de desregulamentação.

Do ponto de vista dos governos a auto regulamentação se constituiria na adoção de medidas que incentivem as empresas a uma melhoria ambiental específica. Estas poderiam escolher entre uma regulamentação normativa e um acordo voluntário, para que seja atingido novo nível de desempenho ambiental. O acordo possibilita às empresas decidir qual a alternativa mais vantajosa para a atingir o patamar estabelecido. Poderiam ser incluídas medidas como taxas de incentivo ou rotulagem ambiental, que influenciassem

o mercado e a estrutura de custos, pressionando pela mudança. O incentivo à auto regulamentação visaria acrescer benefícios aos padrões determinados pela legislação.

Os autores entendem que a regulamentação, não tem sido muito eficiente no sentido de favorecer a implementação da Produção Mais Limpa, apesar de mudanças relativamente recentes com esse objetivo. No entanto, ainda assim, essa tem obtido resultados e assegurado os níveis já estabelecidos de proteção ao meio ambiente. Quanto à auto regulamentação, pode se constituir em uma base para que as empresas sigam o caminho da PML, porém não garante que as empresas ultrapassem, ou sequer cumpram, a legislação. Não haveria clareza quanto aos resultados de sua aplicação.

No Reino Unido, os agentes reguladores oporiam resistência a admitirem concessões como decorrência da adesão a acordos voluntários, o que também parece ser a postura da USEPA. Isso seria justificável por existirem poucas evidências quanto a se empresas certificadas pelo EMAS²⁴ e/ou ISO 14001 atendem ou não à legislação. Na Dinamarca, por outro lado, que proporcionou mais liberdade às empresas que aderiram ao EMAS, haveria muitos indícios de que empresas podem obter a certificação sem que atuem em conformidade com a legislação (HILLARY e THORSEN, 1999). O que também ocorre no Brasil.

Ball e Bell (1995) comentam que o termo desregulamentação, tem aparecido com três significados distintos: 1. Remoção ou simplificação de práticas e procedimentos excessivamente burocráticos; 2. Evitar usar mecanismos regulatórios quando não sejam necessários, o que frequentemente implica em deslocamento para o uso de mecanismos voluntários ou de mercado, e; 3. Eliminar a interferência do Estado na gestão dos negócios. Discordando dos posicionamentos contrários à regulamentação, na sequência do comentário quanto ao uso dos instrumentos econômicos e dos mecanismos de mercado, citam Nicholas Ridley, “um devotado defensor do livre mercado”: “*É uma parte*

²⁴ EMAS – Eco Management and Audit Scheme, Sistema de Auditoria e Eco Gerenciamento da União Européia (v. Apêndice 2).

essencial da filosofia do livre mercado que a regulamentação por parte do governo é necessária para assegurar o interesse público na proteção ambiental.” (Politics Against Pollution: The Conservative Record and Principles, Center for Policy Studies, 1989 – Grã Bretanha).

Os argumentos quanto ao papel da legislação e a importância do direito à informação e da possibilidade de intervenção da sociedade, já referidos nos tópicos específicos, se contrapõem a alternativa da auto regulamentação em substituição à legislação. Os argumentos de Hillary e Thorsen (1999), neste tópico, evidenciam o risco de que essa alternativa possa implicar em retrocesso em relação aos padrões ambientais já exigidos pela lei, em contraposição à argumentação de que esses seriam melhorados.

As fontes consultadas que se referem ao tema, apenas consideram a auto regulamentação (através dos acordos voluntários ou dos programas próprios de PML), como possibilidades de melhoria do desempenho ambiental das empresas em relação aos patamares estabelecidos pela legislação, não em substituição àquela.

“Toda a experiência estrangeira alerta-nos no sentido de observar que a ausência de multas, penalidades, instrumentos de comprovação e avaliação de dano ambiental e de outros requisitos reduz acentuadamente a ‘disposição’ para cumprir-se a legislação” (GUIMARÃES, MACDOWELL e DEMAJOROVIC, 1997, p. 109).

3.3.4 - Instrumentos econômicos

A adoção de instrumentos econômicos diversos é defendida como um elemento indutor da orientação dos produtores para a prevenção da poluição. Isso pode ser obtido tanto onerando a geração da poluição quanto incentivando, diretamente, a adoção de estratégias de Produção Mais Limpa.

A primeira vertente contempla a inserção da poluição nos custos de produção através de meios como a imposição de um sistema de taxas sobre o consumo de água e energia, sobre as emissões e sobre o uso dos sistemas centralizados de coleta e tratamento de resíduos. A adoção de padrões

gradativamente mais rígidos para emissões e lançamentos também força a busca de alternativas menos onerosas, pelos produtores.

As **eco-taxas**, como são chamados os encargos relacionados com a proteção do meio ambiente, forçariam a inclusão do custo ambiental entre os de produção. Seria uma forma de aplicação do “princípio do custo pleno” que contempla a inclusão de todos os custos efetivos da produção, inclusive os ambientais (MAZON, 1992). Levariam, assim, à busca contínua de sua diminuição, o que a simples exigência de conformidade a determinados padrões deixaria de provocar a partir de quando esses fossem atingidos.

A não inserção daqueles custos resulta em um sistema injusto de composição de preços, beneficiando, ao menos a curto prazo, os produtores ambientalmente irresponsáveis, que transfiram para o ambiente e/ou para o restante da sociedade, o ônus da poluição que produzem.

Do lado do incentivo à limpeza da produção defende-se tanto elementos de incentivo financeiros diretos (subsídios e incentivos fiscais, certificados negociáveis de emissão) como elementos relacionados a exposição das companhias à avaliação dos consumidores, a rotulagem ambiental.

A adoção de **subsídios e incentivos** fiscais diferenciados induziria a adoção da Produção Mais Limpa pelas empresas. A estrutura de subsídios corrente, que contempla as empresas independentemente de seu desempenho ambiental, não apenas não incentivaria a inovação como estimularia a manutenção dos atuais procedimentos, uma vez que de qualquer forma asseguraria o lucro, o qual pode até ser maior, de imediato, para aqueles que não invistam em melhorias (Schmidt-Bleek; Hinterberger, 1997). Alguns autores defendem o condicionamento da concessão de subsídios ao direcionamento para a PML (Schmidt-Bleek; Lehni; Montague, 1997, 1997, 1999).

A emissão de **certificados negociáveis** de emissão consiste na criação de um mercado de cotas ambientais que possam ser negociadas entre as partes interessadas. Estabelecem-se padrões ambientais mínimos permitidos, que

podem se tornar gradativamente mais rigorosos. A partir daí, empresas que melhorem seu desempenho ambiental podem negociar sua folga de cotas com outras que pretendam se instalar na sua área de influência ou emitir mais (Kiperstok, 1998).

Rotulagem ambiental (eco-etiquetagens ou “selos verdes”) - a atribuição de certificados relativos ao desempenho ambiental de produtos pode se constituir em um elemento de pressão sobre a produção, uma vez que possibilita a identificação e opção, pelos consumidores, por produtos ambientalmente mais amigáveis. Para isso, no entanto é preciso que os “selos” sejam reconhecidos e valorizados pela sociedade.

Essa pressão já é significativa, em alguns países, nos quais, a identificação de produtos com agressões ambientais tem se traduzido em barreiras à sua comercialização. Alguns exemplos são divulgados frequentemente pela imprensa, e afetam também os países em desenvolvimento: a valorização de papéis com branqueamento livre de cloro, o impedimento da importação de carnes e outros produtos agrícolas contaminados com hormônios ou defensivos e o boicote à compra de madeiras tropicais que não provenham de florestas manejadas adequadamente. Os três exemplos afetam diretamente atividades desenvolvidas no Brasil.

Hillary e Thorsen (1999) citam como exemplos de etiquetas em uso na Europa o Prêmio de Eco-etiquetagem da União Européia, o Anjo Azul, na Alemanha e o Cisne, na Escandinávia. Registram, porém, que a rotulagem ambiental tem enfrentado dificuldades: a falta de produtos certificados nas lojas e a crítica a que os critérios de certificação adotados para algumas categorias de produtos não sejam suficientemente rigorosos. Shen (1995) refere-se a diversos outros certificados de diferentes países e registra que o processo de certificação está avançado na Alemanha, Canadá e Japão. Mas registra, também, que o Japão conferiu tantos certificados que tem sido contestada a legitimidade de seu programa, reforçando a necessidade de credibilidade da certificação.

O interesse pela rotulagem ambiental tem aumentado, porém o sistema sofre críticas por poder ser usado como barreira comercial não tarifária para os produtos dos países em desenvolvimento (FURTADO, 1999a). As restrições a produtos agrícolas desses países, referidas anteriormente, têm sido discutidas como barreiras desse tipo.

3.4 - Sistemas de Gestão Ambiental e Produção Mais Limpa

Governos e setor privado têm implementado Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) certificáveis, de adesão voluntária, que comprometem as empresas com a melhoria do seu desempenho ambiental. Alguns podem incluir qualquer tipo de empresa, enquanto outros contemplam áreas ou grupos específicos. O EMAS e a BS7750 são exemplo de sistemas amplos, patrocinados por governos, o primeiro, da União Européia e o segundo, do Reino Unido. As normas da série ISO14000 e o Atuação Responsável, são sistemas gerados no setor privado, o primeiro abrangendo qualquer área da produção e o segundo restrito à área química²⁵.

A certificação, especialmente pela ISO14001, tem sido valorizada como um parâmetro de qualificação ambiental das empresas e, conseqüentemente, como uma vantagem estratégica na disputa por posições de mercado, ante a valorização do meio ambiente por parte da sociedade (EPELBAUM; FARBER e RIBEIRO, 1999). Dessa forma, cria-se uma associação direta entre a certificação e qualidade ambiental o que não ocorre automaticamente.

Os SGA não asseguram, por si sós, qualidade ambiental: comprometem as empresas com a consideração do meio ambiente e possibilitam a identificação de problemas e de oportunidades de melhoria, mas o avanço pode ser muito limitado (FURTADO; EPELBAUM, 1999b, 1999). Furtado (1999b), aventa a possibilidade de que o SGA resultante da ISO14001 possa se tornar “mais um sistema administrativo (burocrático) do que um recurso tecnologicamente efetivo”, se não complementado com ações que assegurem significativas melhorias do desempenho ambiental. Macedo (1999), discute a mesma

possibilidade em relação à implementação do EMAS por autoridades locais no Reino Unido.

Epelbaum (1999) registra que diversas pesquisas realizadas no Brasil e no exterior constataram como principais resultados esperados da implantação do SGA, pela administração das empresas: Mercado – manter ou aumentar a vantagem competitiva, atender às expectativas do cliente e/ou consumidor; Imagem – melhorar a imagem institucional; Desempenho – melhorar o desempenho ambiental, manter a conformidade com a legislação. Gestão – maior organização interna, redução de custo e vulnerabilidades.

Hillary e Thorsen (1999) conforme já referido no item 3.3.3, comentam que na Dinamarca, onde foi proporcionada maior liberdade às empresas que aderiram ao EMAS, há muitos indícios de que empresas certificadas sequer atendam à legislação.

As certificações pela ISO14001 são atribuídas por órgãos nacionais de certificação “não necessariamente orientados para a sustentabilidade”. Não há certeza da utilização de padrões homogêneos, “capazes de garantir processos, produtos e serviços ambientalmente adequados” (FURTADO, 1999b). A exigência de conformidade com as legislações dos países onde as atividades são desenvolvidas, naturalmente muito diferentes quanto ao grau de exigências, é outro fator evidente de não uniformização.

Os SGA tampouco se confundem com a PML. Empresas certificadas podem não atender a um programa de PML e vice versa, empresas comprometidas com essa última não atenderão, necessariamente, às exigências para certificação.

Furtado (1999b) compara os propósitos e alcances da ISO14000 e da Produção Limpa e Produção Mais Limpa. Entende que tecnológica e gerencialmente, o sistema produtivo baseado nessas duas supera a Série ISO 14000; PL e PML se baseiam em princípios que têm maior objetividade e

²⁵ Os Sistemas de Auditoria e Gestão Ambiental são descritos no Apêndice B.

efetividade do que apenas o “compromisso de aprimorar a conduta ambiental” proposto pela ISO 14001; esta requer o compromisso das empresas certificadas com a melhoria contínua mas privilegia o modelo de fim de tubo e a conformidade dentro dos limites da legislação; prevenir a poluição na fonte, objetivo das PL e PML, tem profundos reflexos no comportamento da empresa em relação a todos os aspectos relacionados com a produção, uso e resultado final dos produtos e serviços gerados; o “projeto para o meio ambiente”, adotado pelas PL e PML, é uma ferramenta para a consideração dos impactos ambientais dos produtos e serviços desde sua formulação, o que não é exigido pelo SGA (As normas ISO da série 14040 prevêm a Análise de Ciclo de Vida mas essa avaliação não é exigida para a certificação pela norma ISO 14001).

Além disso, destaca a situação das pequenas e médias empresas, que por motivos estratégicos e econômicos podem não se interessar pela certificação, mas que podem adotar processos de Produção Mais Limpa (FURTADO, 1999b).

As certificações não estabelecem patamares mínimos, próprios, de qualificação (apenas cobram o compromisso com o cumprimento da legislação), nem vinculam a melhoria contínua a qualquer referencial (como a necessidade de atingir os padrões já praticados por outras empresas do mesmo setor, velocidade de avanço, fator 4 ou 10).

Assim, podem ser igualmente certificadas empresas com desempenho ambiental muito diferente, desde que assumam os compromissos e procedimentos exigidos. A melhoria contínua pode ser lenta, mesmo para empresas que estejam em patamares inferiores aos padrões praticados pela média do seu setor. Conseqüentemente, as certificações não asseguram um padrão de qualidade nem quando esse será atingido. Podem integrar e contribuir para o sucesso de um plano de limpeza da produção, mas não se confundem com a PML.

3.5 – CONCLUSÃO

A prevenção da poluição na fonte tem permitido associar ganhos ambientais com ganhos econômicos em relação aos procedimentos de controle da poluição. A incorporação da proteção ambiental aos próprios processos produtivos, ao invés de sua transferência para processos posteriores, reduz a demanda por recursos naturais, a geração de resíduos e o custo de conformidade com a legislação. Além disso, a maior eficiência nos processos e o aproveitamento do que seriam resíduos e subprodutos possibilita ganhos adicionais.

Programas de Produção Mais Limpa têm sido desenvolvidos em empresas de portes e características variadas, em diversos países. Em sua maioria, têm resultado em melhorias ambientais significativas, a partir de investimentos proporcionalmente baixos (em relação aos resultados e ao porte das empresas que os desenvolveram) e de rápido retorno. O conhecimento disponível proporciona uma metodologia detalhada de implantação do processo, que facilita sua difusão. Entretanto, por fatores diversos, continuam predominando os procedimentos de controle da poluição.

Pesquisadores e produtores identificam como principais determinantes da melhoria do desempenho ambiental das empresas, as exigências legais e dos consumidores, que se traduzem em pressões de custo e restrições de mercado. Como decorrência dessa constatação, instrumentos legais e econômicos, adequadamente orientados, são propostos como indutores, ou determinantes, do direcionamento do sistema produtivo para a prevenção.

A manutenção da pressão legal e a orientação das normas e procedimentos para a prevenção pressionam pela adoção dessa alternativa; ajustes na legislação, como o foco no resultado ambiental, ao invés de em processos específicos, facilitam a incorporação mais rápida de novas tecnologias, menos poluentes. Essas modificações, porém, exigem adequada capacitação dos órgãos reguladores para que seja assegurada a vantagem ambiental das alternativas propostas pela indústria e a manutenção do nível de exigência. A menores exigências têm correspondido, sempre, piores resultados ambientais.

Pelo mesmo motivo, a auto regulamentação só se justifica para avanços em relação ao exigido pelas leis e não em substituição a estas.

Incentivos fiscais à melhoria do desempenho e/ou taxas sobre a poluição, motivam a obtenção de resultados ambientais além da simples conformidade com a legislação; a divulgação de informações sobre efeitos ambientais da produção e a eco etiquetagem (selos verdes) pressionam no mesmo sentido, pela exposição das empresas ao julgamento da sociedade.

Os Sistemas de Gestão Ambiental também podem contribuir para a Produção Mais Limpa, mas não se confundem com ela. O destaque dado às certificações induz a sua associação a um selo verde, ao que não correspondem, uma vez que não asseguram níveis específicos de qualidade ambiental.

A essência da Produção Mais Limpa é a otimização do uso dos recursos naturais, a redução ou supressão dos resíduos e subprodutos, que representam matérias primas desperdiçadas e geram poluição. É proposto como objetivo final emissão zero. Este, evidentemente, não é alcançável para toda a produção, pela impossibilidade física de transformações sem perdas, mas se aplica a questões específicas como a eliminação de resíduos tóxicos. Serve também como um desafio a que seja buscado o limite possível.

A perspectiva de prevenir a poluição pode ser considerada com diferentes amplitudes: em relação a uma unidade produtiva ou a um conjunto delas; ao longo de toda a cadeia relacionada à produção, uso e resultados pós uso de um determinado produto ou processo, ou aplicada a todo o sistema produtivo. Quanto maior a abrangência maiores vantagens podem ser obtidas, mas aumentam proporcionalmente o número de atores envolvidos com o processo e as resistências à sua implementação. A incorporação dos custos ambientais à produção, onerando o uso dos recursos e a poluição, é um meio de forçar os agentes econômicos nessa direção.

Produzir mais limpo, isto é, obter mais a partir de menos, é necessário tanto ambiental como economicamente. Além disso, na medida em que a alternativa

existe, será incorporada por quem tiver possibilidade de fazê-lo. Cabe avaliar as possíveis conseqüências de sua aplicação em função das desigualdades existentes.

O alcance de cada programa de Produção Mais Limpa depende da capacidade econômica, tecnológica e gerencial disponível. Aqueles capazes de grandes mudanças, inclusive na base tecnológica, obterão resultados mais significativos do que os obtidos apenas com melhores práticas de operação e pequenas melhorias nos processos. As grandes corporações têm capacidade de desenvolver programas próprios, enquanto que para pequenas e médias empresas esses têm decorrido, em geral, de proposições e apoios externos dos governos e instituições de pesquisa.

Os mais ricos, países e empresas, com muito maior capacidade de investimento e inovação tecnológica, tendem a ampliar as vantagens competitivas de que já desfrutam, aumentando as desigualdades. Nos países pobres e em desenvolvimento, além das limitações financeiras e tecnológicas, também é mais difícil adequar o sistema legal e de fiscalização e proporcionar o apoio necessário às empresas de menor porte. A legislação tem que impulsionar o avanço sem o risco de retrocessos ambientais e sem prejuízos econômicos imediatos, que muitas economias não comportam.

Paralelamente ao aumento do diferencial de eficiência, os países desenvolvidos têm imposto barreiras comerciais com justificativa ambiental, que podem ser ampliadas à medida que produzam mais limpo. As restrições do acesso dos demais países ao mercado internacional, aumentam as dificuldades para modernização de seus processos produtivos.

Por outro lado, a utilização das tecnologias mais limpas apenas pelos países mais desenvolvidos não assegurará a redução do impacto ambiental global necessária à busca de um padrão de desenvolvimento sustentável. Pouco mais de três quartos da população mundial vive nos países pobres e em desenvolvimento, também aí estão as maiores carências. São esses que mais precisam crescer para o atendimento dessas necessidades. A elevação do

padrão de vida dessas populações a níveis minimamente compatíveis com o conhecimento existente, sem a degradação ambiental historicamente associada ao crescimento, depende do acesso às novas tecnologias.

Produzir mais limpo é indispensável à busca da sustentabilidade, principalmente para o atendimento das necessidades da maioria da população, e assim é defendido pelos muitos autores aqui citados. Mas também é um diferencial de custo e mercado em um ambiente mundial de competitividade exacerbada. Utilizada apenas dentro desta última lógica, o que tem prevalecido no arranjo econômico mundial, dificilmente contemplará a sustentabilidade global. No entanto, na medida que a preservação dos limites de sustentação da natureza beneficia a todos, isto tem que se traduzir, de alguma forma, em ações que o assegurem.

Apesar das dificuldades, os países mais pobres e em desenvolvimento precisam iniciar a mudança e pressionar pela ampliação do acesso às novas possibilidades. As diferenças competitivas e as barreiras comerciais serão ainda maiores em relação àqueles que se limitarem aos procedimentos de fim de tubo. Além dos danos que causarão ao seu meio ambiente.

Por outro lado, a Produção Mais Limpa prevê a orientação para a inovação e um processo de melhoria contínua, com o acúmulo de experiência e recursos poupados com as primeiras intervenções impulsionando novas ações. Induz, assim, a qualificação gradativa das empresas e a descoberta de novas oportunidades, o que a postura tradicional não proporciona. A mesma lógica pode ser aplicada ao ajuste dos instrumentos legais e de fiscalização.

CAPÍTULO 4

ECOLOGIA INDUSTRIAL

A Ecologia Industrial propõe uma visão sistêmica integrada do setor produtivo e desse com o meio ambiente como caminho para otimização do aproveitamento dos recursos naturais. Valoriza a consideração de todas as interrelações da organização social e econômica, e desta com a natureza, como meio de identificação de novos arranjos que conduzam a essa otimização.

O desenvolvimento de sistemas industriais integrados, de tal forma que recursos naturais mal transformados ou não aproveitados de uma empresa sejam aproveitados como insumos por outras empresas da cadeia, amplia as possibilidades de redução ou eliminação de resíduos e de redução da demanda por novas matérias primas, em relação à consideração de processos isolados. A associação com a ecologia decorre dessa lógica de processamento em ciclos tão fechados quanto possível, à semelhança dos ciclos da natureza.

Existem críticas de defensores da Produção Mais Limpa em relação às proposições da Ecologia Industrial quanto a riscos e impulso à inovação tecnológica. Entretanto, desde que assegurados os padrões de proteção ambiental já alcançados, a consideração das duas proposições acresce alternativas de intervenção na complexa busca do equilíbrio entre as demandas humanas e a capacidade natural de suporte às mesmas. Algumas experiências já desenvolvidas são relatadas como exemplo.

4.1 - A EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE ECOSISTEMAS INDUSTRIAIS

Os conceitos de “metabolismo industrial” e “ecologia industrial” têm se manifestado ao longo das últimas três décadas, ainda que de forma dispersa.

“A idéia de olhar para a economia ecologicamente e, mais especificamente, descrever os fluxos de material e energia através da economia como um sistema metabólico foi introduzida por Ayres (Robert

U. Ayres), o qual cunhou o termo *'metabolismo industrial'* (EHRENFELD,1997).

Erkman (1997) distingue: o conceito de metabolismo industrial se fundamenta, basicamente, na aplicação do princípio de equilíbrio de massas à circulação de materiais e ao fluxo de energia ligados às atividades humanas, desde a extração inicial de matérias primas, à reintegração posterior dos resíduos; a ecologia industrial vai além disto, a partir do conhecimento de como os sistemas industriais funcionam e são regulados, de suas interações com a biosfera e do conhecimento disponível sobre o meio ambiente, os primeiros seriam reestruturados para compatibilização com o funcionamento do segundo.

Esse autor reconhece que muitos outros não fazem distinção entre os dois conceitos, mas entende que essa seja procedente ao menos por uma perspectiva histórica, e refere:

- A analogia entre processos industriais e metabolismo esteve em uso durante a década de 80, especialmente em decorrência do trabalho pioneiro de Robert Ayres; foi considerada, também, em diversos outros trabalhos, em diferentes países (Estados Unidos, Áustria, França e Suíça), mais ou menos paralelamente.
- A expressão ecologia industrial começou a surgir esporadicamente, na literatura, na década de 70, ainda que nem sempre expressasse o mesmo conceito. Mesmo antes, alguns ecologistas já tinham a percepção do sistema industrial como um sub-sistema da biosfera que, demandando recursos e serviços da mesma, teriam que ser analisados conjuntamente. O conceito de ecossistemas industriais estava presente nos trabalhos de ecologistas como Odum e Pinkerton (1955), Margalef (1963) e Hall(1975), ainda que o termo não fosse referido.
- Uma das primeiras ocorrências do termo "ecossistema industrial" pode ser encontrada em um artigo de 1977 do geoquímico americano Preston Cloud, apresentado no Encontro Anual da Associação Geológica Alemã. Em 1976, no seminário promovido pela Comissão Econômica para a Europa, da ONU, os diversos artigos tratando do que foi chamado "tecnologia e produção sem

resíduos” continham idéias semelhantes às discutidas hoje na Produção Mais Limpa e na Ecologia Industrial. Até os anos 80 ocorreram tentativas de discussão do novo conceito, mas com poucos resultados. No início da década, Charles Hall, um ecologista da Universidade do Estado de Nova York, começou a ensinar o conceito de ecossistemas industriais e a publicar artigos a respeito; na mesma época, em Paris, Jacques Vigneron também lançou a noção de ecologia industrial. Mas, somente no final da década foi que os conceitos de Prevenção da Poluição e Ecologia Industrial se firmaram.

- Em 1989, a Agência Ambiental dos Estados Unidos da América, USEPA, cria o seu escritório de Prevenção da Poluição. Ainda em setembro deste ano, foi publicado um artigo de Robert Frosch e Nicholas Gallopoulos, na *Scientific American*, que é uma referência na consolidação e valorização do conceito de Ecologia Industrial. O título proposto pelos autores foi “ Manufatura – A Visão do Ecossistema Industrial” , mas o artigo foi publicado com o título “Estratégias de Manufatura”. Nele, os autores argumentam ser possível desenvolver métodos de produção menos danosos ao meio ambiente substituindo-se os processos isolados por sistemas integrados que chamaram de ecossistemas industriais. Esses modificariam, tanto quanto possível, a lógica de produção isolada, baseada apenas na utilização de matérias primas resultando em produtos e resíduos, substituindo-a por sistemas que possibilitassem o aproveitamento interno de resíduos e sub-produtos, reduzindo as entradas e saídas externas. Desse processamento interno vem a analogia com os sistemas ecológicos (ERKMAN, 1997).

A partir do início dos anos 90, o conceito de ecologia industrial passou a ter um considerável impulso e ressonância, sem precedentes em relação ao considerável tempo anterior em que tal concepção vinha sendo abordada, e até praticada, mas sem merecer maior atenção (ERKMAN, 1997).

4.2 - O CONCEITO DE ECOLOGIA INDUSTRIAL (EI)

“Ecologia Industrial é o meio pelo qual a humanidade pode, deliberada e racionalmente, alcançar e manter uma desejável capacidade de suporte à continuidade da evolução econômica, cultural e tecnológica. O conceito requer que o sistema industrial seja visto não isoladamente dos

sistemas circundantes, mas em conformidade com eles. É uma visão de sistema na qual procura-se otimizar o ciclo total dos materiais, do material virgem ao material acabado, produtos, produtos obsoletos e disposição final. Os fatores a serem otimizados incluem os recursos naturais, energia e capital” (GRAEDEL e ALLENBY, 1995, p.8).

Os autores ressaltam alguns termos de sua definição explicando que:

“Nessa definição, a ênfase em deliberada e racionalmente diferencia o caminho da ecologia industrial das alternativas sem planejamento, precipitadas, caras e fragmentadas. desejável indica que as práticas da ecologia industrial pretendem dar suporte a um mundo sustentável com alta qualidade de vida para todos, em oposição, por exemplo, à alternativa em que o nível da população mundial é controlado pela fome.”

Identificam três níveis de escala de significância na avaliação e tratamento das interações entre as atividades industriais e o meio ambiente:

- o primeiro, seria o do passado: tentativas de compatibilização, através da disposição inadequada dos resíduos gerados;
- o segundo, do presente: conformidade com a legislação e prevenção dos erros óbvios; minimização dos resíduos; supressão dos tóxicos e da ênfase nas medidas de fim de tubo; envolvimento do pessoal de produção, ambiente e segurança, mas papéis pouco significativos para os projetistas e engenheiros de processo;
- o terceiro nível, do futuro: os processos e produtos que estão sendo projetados hoje determinarão uma ampla porção das interações entre produção e meio ambiente nas décadas seguintes; relevância do papel dos engenheiros de projeto de produtos e processos, que terão que projetar visando o meio ambiente.

A Ecologia Industrial se incluiria nas perspectivas de futuro, o essencial do conceito seria a combinação entre tecnologia e sociedade. Sua concepção abrangeria todo o escopo das atividades econômicas, inclusive comportamento dos consumidores. Mesmo quando dirigida para a manufatura, requer familiaridade com as atividades industriais, processos ambientais e interações sociais, o que é uma combinação rara de especialidades. Contempla o projeto de produtos e processos numa perspectiva dual de competitividade do produto e de suas interações ambientais.

Socolow (1994) também ressalta o papel atribuído pela Ecologia Industrial às interrelações, inclusive entre produtores e consumidores, as quais determinariam o que se torna lixo ou o que é usável e como o “natural” se combina com o “sintético”. *“Sua intenção (da Ecologia Industrial) é estimular a imaginação e aumentar o sentido do possível, em relação à inovação industrial e à organização social.”*

Erkman (1997) entende que ainda não existe uma definição padrão para a Ecologia Industrial, e que muitos autores não fazem diferença clara entre esta e o “metabolismo industrial”. Entretanto, independentemente da definição, muitos concordam com, pelo menos, três elementos chave quanto à perspectiva da ecologia ou do metabolismo industrial:

- 1. é uma visão sistêmica, compreensível e integrada, de todos os componentes da economia industrial e de suas relações com a biosfera;*
- 2. enfatiza o substrato biofísico das atividades humanas, o complexo padrão de fluxos para dentro e para fora do sistema industrial, em contraste com as abordagens correntes que consideram a economia, principalmente em termos de unidades monetárias abstratas ou, alternativamente, de fluxos de energia;*
- 3. considera a dinâmica tecnológica, a evolução de longo prazo (trajetórias tecnológicas) de conjuntos de tecnologias chave como elemento crucial (mas não exclusivo) de transição do atual sistema insustentável para um ecossistema industrial viável (ERKMAN, 1997, p.1).*

O autor registra a ocorrência de reações ao título “Ecologia Industrial” como expressando uma contradição, mas argumenta que tal se deve ao fato de se considerar o sistema industrial como separado da biosfera, *“com fábricas e cidades de um lado e a natureza do outro, consistindo o problema, em tentar minimizar o impacto do sistema industrial sobre o que está fora dele: suas vizinhanças, o meio ambiente”*. A EI explora a perspectiva oposta: o sistema industrial pode ser visto como um certo tipo de ecossistema. Assim como esses, pode ser descrito como uma *“distribuição particular de material, energia e fluxo de informações”*.

Ehrenfeld (1997) defende que a sustentabilidade requer uma profunda mudança na percepção da sociedade em relação ao meio ambiente: da prevalência do sentimento de abundância para o de escassez ou de limitação

dos recursos naturais, no sentido de que não existe o suficiente para dar a cada um o que ele queira. Entende que a EI oferece uma estrutura guia para a mudança da base atual para um mundo mais sustentável, sem traumas.

Cita a definição de Graedel e Allenby (1995), e apresenta a EI como um novo paradigma que contempla os seguintes princípios: A terra é um sistema ecológico fechado; Sociedade humana e ecossistema têm que evoluir juntos; A natureza tem valor intrínseco, independentemente da atividade econômica; Sustentabilidade significa manter de forma estável os capitais natural e humano; Uma economia com base ecológica, ou uma economia baseada em serviços, não em bens, e na qualidade geral, não apenas qualidade de vida medida em termos de consumo; Necessidade de um novo realismo tecnológico adotando o princípio da precaução para lidar com a incerteza; Avaliação de ciclo de vida e; Política integrada de produto, isto é, produtos ambientalmente mais adequados, mais úteis, duráveis e que possam ser reaproveitados ao final de sua vida útil, e que não apenas atendam às demandas imediatas do mercado.

A Ecologia Industrial visa igualmente, como a Prevenção da Poluição ou a Produção Mais Limpa, prevenir a poluição, reduzindo a demanda por matérias primas, água e energia e a devolução de resíduos à natureza. Porém, enfatiza a sua obtenção através de sistemas integrados de processos ou indústrias, de forma que resíduos ou subprodutos de um processo possam servir de matéria prima de outro. (Difere, nesse ponto, da Produção Mais Limpa, que prioriza os esforços dentro de cada processo, isoladamente, colocando a reciclagem externa entre as últimas opções a considerar.)

Parte da consideração de que, por mais que se aperfeiçoem os processos de limpeza da produção, sempre haverá necessidade de alguma matéria prima e poderá ocorrer a geração de algum resíduo ou subproduto em processos isolados, para os quais não haja uma alternativa economicamente viável no âmbito da empresa, ou interesse daquela em desenvolver outro processo que o aproveite (FROSCHE, 1996).

Os resíduos deveriam ser vistos mais como subprodutos do que como perdas indesejáveis. A integração adequada de diferentes empresas, de forma a que os resíduos e subprodutos gerados por uma, que acabariam se transformando em lixo a depositar, possam servir de matérias primas para outras, reduziriam a devolução à natureza. Da mesma forma, a sua utilização como matéria prima reduziria a demanda por novos recursos naturais (FROSCH, 1996).

Considera-se, também, a possibilidade de recuperação da energia armazenada nas ligações químicas, especialmente nos sintéticos, que a têm acumulada em quantidade e que são produtos cuja devolução à natureza é especialmente perigosa. Prevê-se, ainda, a hipótese de armazenagem, ao invés de deposição definitiva, de resíduos para os quais se vislumbra uma possibilidade de utilização posterior, como determinados metais ou associações destes (FROSCH, 1996).

A pretensão é desenvolver ciclos de produção, distribuição e consumo o mais fechados possível. Além da redução da demanda e da restituição ao mínimo inevitável, os resíduos que não puderem ser suprimidos no fim de todo o ciclo, devem ser tornados o mais compatíveis possível com o processamento natural, antes da devolução ao ambiente.

A lógica de processamento interno de materiais e energia, com a recuperação de valores incorporados a elementos que seriam rejeitos de alguns processos, por sua utilização como alimentação de outros, é que leva à associação com a ecologia. O modelo ideal de referência são os sistemas naturais, fechados, nos quais não cabem os conceitos de resíduos e matéria prima. Não sendo possível repeti-los, procurar-se-ia aproximar-se deles o mais possível, reduzindo as pressões externas.

“Um ecossistema industrial é a transformação do modelo tradicional de atividade industrial, no qual cada fábrica, individualmente, demanda matérias primas e gera produtos a serem vendidos e resíduos a serem depositados, para um sistema mais integrado, no qual o consumo de energia e materiais é otimizado e os efluentes de um processo servem como matéria prima de outro” (FROSCH e GALLOPOULOS, 1989, apud OLDENBURG e GEISER, 1997, p. 103).

Os materiais e a energia, são vistos como elementos de um fluxo que, temporariamente, assumem uma determinada conformação que pode ser transformada posteriormente.

“Vamos considerar a indústria, ou, na realidade, toda a humanidade e a natureza, como um sistema de armazenagem temporária e de fluxos de materiais e energia..... Para essa discussão a energia é considerada no nível químico, não no nuclear; os elementos permanecem os elementos que são. Por exemplo, plásticos – polímeros – são vistos menos como um material específico do que como coleções de átomos de carbono, hidrogênioagrupados pela energia das reações químicas. Os processos da indústria reagrupam os átomos em várias coleções ou misturas de elementos ligados energeticamente.Neste sentido os produtos são apenas instâncias no fluxo de materiais e energia- uma armazenagem temporária de elementos e energia de ligações químicas..... Essa perspectiva é simplista mas.....pode sugerir algumas /linhas úteis de pensamento” (FROSCH, 1996, p. 44).

Ainda que preconize a redução de resíduos ao longo dos processos, a Ecologia Industrial considera que pode ser admitida, até ser útil, a geração de algum “resíduo” ou subproduto, em um determinado processo, desde que esse sirva como matéria prima para a empresa seguinte da cadeia, contribuindo, assim, para a manutenção do fluxo e um resultado final do sistema com menos resíduo.

“..... em certos casos, a abordagem da ecologia industrial poderá mesmo considerar o aumento da produção de um determinado resíduo, na ausência de uma alternativa de produção mais limpa viável, se isso tornar possível a transformação do resíduo em um subproduto comercializável” (ERKMAN,1997, p.2).

Ehrenfeld (1997, p. 90) cita que Hardin Tibbs, na publicação Pollution Prevention Review, de 1992, apresentou uma estrutura prática para a Ecologia Industrial, articulada em torno de sete elementos:

- “1. melhoria do caminho metabólico dos processos industriais e do uso de materiais;*
- 2. criação de ciclos fechados nos ecossistemas industriais;*
- 3. desmaterialização das saídas das indústrias;*
- 4. sistematização dos padrões de uso de energia;*
- 5. equilíbrio entre as entrada e saída do sistema industrial e a capacidade de suporte do ecossistema;*
- 6. estabelecimento de políticas orientadas para o desenvolvimento do sistema industrial a longo prazo;*

7. criação de novas estruturas de ação e coordenação, linguagens comunicativas e informação.”

Boons e Baas (1997) fazem algumas considerações quanto à propriedade da “metáfora biológica” adaptada aos sistemas industriais: os ecossistemas evoluem para um equilíbrio local, espontaneamente, enquanto no sistema humano é preciso uma decisão consciente de fazê-lo e uma gestão coordenada para seu funcionamento; no sistema “natural” o equilíbrio não tem que ser alcançado, nem é necessariamente o estado ótimo; ainda que o ecossistema evolua no sentido de uma eficiência crescente, cada elemento não é, necessariamente, o mais adaptado possível, nem suas interrelações são as mais eficientes alcançáveis. Essas são características diferentes das possíveis ou pretendidas para o sistema humano.

Porém, concluem que a metáfora ecológica enfatiza fortemente o fato de que os processos industriais são interrelacionados e que a redução de seus efeitos pode tomar essas relações como ponto de partida. Citando Frosch e Gallopoulos (1989), ressaltam como aspectos dos ecossistemas a serem imitados: minimização do uso de energia, do consumo de produtos escassos e da geração de resíduos; utilização dos resíduos industriais e dos produtos descartados como alimentação de outros processos, e; o desenvolvimento de sistemas diversificados e resilientes, de forma a serem capazes de absorver choques inesperados.

4.3 - “ECOSSISTEMAS INDUSTRIAIS”

Os ecossistemas industriais são constituídos por uma cadeia de processos interrelacionados de tal forma que resíduos e subprodutos de uns se constituam em matéria prima de outros. Seus contornos podem ser definidos por uma área geográfica ou por uma cadeia orientada por um produto ou material específico (ERKMAN; BOONS e BAAS, 1997).

Os “parques eco-industriais” ou “eco parques” são previstos como zonas industriais organizadas para funcionarem como sistemas integrados, dentro da

perspectiva de processamento interno dos resíduos e subprodutos. Lowe (1997), citado em Ashford e Coté (1997), considera como medidas estratégicas para o bom funcionamento de um eco parque: 1) existência de uma autoridade para a gestão de resíduos no parque; 2) projeto e construção de unidades e infraestrutura que enfatizem a eficiência energética e do uso de água, a utilização de fontes renováveis de energia e de materiais ambientalmente saudáveis, e que sejam fáceis de desmontar e reconstruir, e 3) amplo serviço de informação ligando as companhias participantes.

As cadeias estabelecidas a partir de um produto ou material específico extrapolam limites geográficos, tendo seus contornos definidos pelas redes de atores econômicos, produtores e consumidores, conectados ao elemento orientador da cadeia (o material ou produto). Erkman (1997), citando outros autores (SCHWARTZ e STEININGER; WALLNER e NARODOSLAWSKY, 1995), refere-se a esses sistemas, pensados em termos regionais, como “ilhas de sustentabilidade”.

Quando orientada para um produto, a Análise de Ciclo de Vida pode ser utilizada para identificar alternativas de redução de seu impacto ambiental ao longo de toda sua vida, tanto em processos específicos como identificando possibilidades de integração de processos ao longo da cadeia produtiva. A abordagem orientada para o produto tem sido adotada por governos e empresas europeus (BOOMS e BAAS, 1997).

Uma cadeia ativa é a referida ao automóvel, que inclui de fornecedores de auto peças ao sistema de reciclagem pós uso. Nesse caso, a diferença de porte entre as grandes montadoras e os demais componentes da cadeia, permitem que aquelas induzam todo o processo, naturalmente em respostas às condicionantes legais, econômicas e de mercado. Um exemplo de orientação para um material específico são as iniciativas em relação ao PVC na Holanda e na Alemanha que têm procurado reunir informações sobre os impactos ambientais do material e identificar alternativas para sua redução, articulando os interesses dos diversos atores da sua cadeia de fabricação, transformação e uso (BOOMS e BAAS, 1997).

Instrumentos indutores e de suporte ao desenvolvimento de ecossistemas industriais

Berkel, Willems e Lafleur (1997), dividem os elementos orientadores da opção pela Ecologia Industrial em internos e externos às empresas. Os externos seriam: a legislação ambiental mais coercitiva quanto a emissões, geração de resíduos e uso de substâncias tóxicas; pressões da sociedade; e responsabilidade com o produto, decorrente de legislação que obrigue o seu retorno ao fabricante, ao final de sua vida útil. Os elementos internos seriam: compromisso da gerência com melhor desempenho ambiental; envolvimento dos empregados com esse objetivo; redução de custo, pela adoção da EI; e utilização dos programas de segurança e saúde no trabalho como apoio ao desenvolvimento das atividades de EI.

Entre as ferramentas a utilizar como suporte à implantação e funcionamento de um ecossistema industrial, esses autores incluem: quantificação do consumo de matérias primas, água e energia; quantificação do custo total do produto ou serviço; Análise de Ciclo de Vida; Projeto para o Meio Ambiente; estratégias de prevenção da poluição; melhoria de produtos e processos; rotulagem ambiental.

Côté e Smolenaars (1997) identificam como três elementos críticos para o estabelecimento de um ecossistema industrial: informação técnica, instrumentos econômicos e regulamentos.

A primeira seria responsável por permitir a identificação das possibilidades de integração, alternativas de mudanças de processo e procedimentos nesse sentido e suas vantagens ambientais e econômicas. Essa informação deve incluir dados quanto a: tecnologias apropriadas, condicionantes legais, programas de incentivo, produtos que podem ser reciclados, produtos que podem ser obtidos a partir de reciclados e exemplos de intervenções bem sucedidas (CÔTÉ e SMOLENAARS, 1997). As empresas, geralmente, não dispõem de informações suficientes sobre as alternativas possíveis, ou não têm tempo a dedicar a novidades (PORTER e VAN DER LINDE; CÔTÉ e SMOLENAARS, 1995, 1997).

A regulamentação e determinados instrumentos econômicos são vistos como elementos a serem utilizados pelos governos como indutores das transformações. Podem ser orientados tanto para onerar a liberação de resíduos como para incentivar a adoção de medidas que os evitem. São exemplos de possibilidades: empréstimos e subsídios dirigidos para a limpeza da produção; lei de retorno do produto para o fabricante ao final de sua vida útil; taxas sobre consumo de matérias primas ou energia, taxas sobre emissões, lançamentos, ou deposição de resíduos; e admissão de acordos voluntários de melhoria de desempenho ambiental (ANDREWS; CÔTÉ E SMOLENAARS, 1994, 1997).

Quanto aos regulamentos, os defensores da Ecologia Industrial, advogam modificações nas normas existentes, uma vez que as mesmas dificultam ou mesmo impedem, alguns dos processos previstos. Como os defensores da Produção Mais Limpa, pretendem o desenvolvimento de normas que privilegiem a orientação para a prevenção da poluição. Defendem regulamentações que induzam as inovações benéficas para o ambiente e facilitem sua implantação.

Além disso, identificam a necessidade de mudanças específicas. As leis atuais, em alguns países, no melhor dos casos, incentivam procedimentos previstos na Produção Mais Limpa (individualizada), e dificultam ou impedem a movimentação de produtos, o que inviabiliza determinadas trocas. Defendem normas mais flexíveis, que assegurem maior espaço de decisão para as firmas (FROSCH, 1996).

Enfatiza-se, também, a importância da coordenação para o funcionamento de qualquer ecossistema industrial. As relações entre as empresas de uma rede são, a maioria das vezes, assimétricas: uma depende dos subprodutos e resíduos gerados por outra, enquanto a recíproca não é verdadeira; existem convergências e divergências de interesses, porte e qualificação. A coordenação é indispensável para assegurar a continuidade dos fluxos e a estabilidade do sistema. Essa pode ser exercida por organizações empresariais, por agentes governamentais ou por uma empresa predominante

(CÔTÉ e SMOLENAARS; ERKMAN; BOOMS e BAAS, 1997). No entanto, a coordenação não implica, obrigatoriamente, em cooperação entre as empresas, que continuam mantendo seus interesses específicos, inclusive a competição por mercados no caso de empresas com alvos semelhantes. As pressões de mercado podem ser também um mecanismo de ordenamento dos sistemas (BOOMS e BAAS, 1997).

Análise de Ciclo de Vida (ACV) e Projeto Para o Meio Ambiente (DfE – Design for Environment)

Esses dois instrumentos constituem-se em elementos essenciais para a Ecologia Industrial, ante a pretensão de análise sistêmica profunda das atividades humanas e de suas interrelações com o ambiente.

A Análise de Ciclo de Vida proporciona uma melhor avaliação dos ciclos e a identificação de alternativas de intervenção ou de interação dos processos em diferentes níveis. Possibilita, igualmente, continuar avaliando o resultado das alternativas adotadas em relação à situação anterior e ao previsto, e o contínuo aperfeiçoamento do sistema implantado.

O Projeto para o Meio Ambiente tem aumentada a sua abrangência na EI, pela necessidade de considerar não apenas produtos e processos isolados mas de prever a integração de unidades ou sistemas.

Ehrenfeld (1997), defende que o projeto, como visto pela EI, se constitui de um conjunto consciente de ações orientadas para deslocar as atividades dos caminhos atuais, que não têm se mostrado satisfatórios, para a direção pretendida. O projeto assume um papel central na orientação do fluxo de materiais do e para o meio ambiente. Orientado para o produto, modificaria o foco para o atendimento das demandas coletivas; com a consideração do contexto ecológico, expandiria o universo do projetista da simples satisfação do consumidor para um critério mais amplo de desempenho global do produto.

Dificuldades para implementação e funcionamento das cadeias de processos

Constituem obstáculos à formação dos ecossistemas industriais e riscos quanto a sua continuidade: 1) a possibilidade de quebra da cadeia de suprimento se um dos participantes fechar ou modificar sua produção; 2) idem, de difusão de informações privadas; 3) dificuldade para especificar e garantir a constituição de resíduos e subprodutos (decorrente da não uniformidade); 4) riscos devidos a produtos tóxicos; 5) barreiras legais (LOWE, 1993 apud ASHFORD E COTÉ, 1997).

É necessária uma certa diversidade e flexibilidade no sistema, para que o mesmo seja capaz de absorver choques inesperados e seja assegurada a continuidade do fluxo de suprimentos. Por outro lado, a eventual existência de empresas semelhantes, que pode aumentar as possibilidades de ofertas de insumos, pode também dificultar o estabelecimento da cadeia de relações, devido à natural situação de concorrência entre elas (CÔTÉ e SMOLENAARS; BOOMS e BAAS, 1997). Pode ser necessário, também, que os processos admitam alguma variação nas características das matérias primas, uma vez que essas são resíduos ou subprodutos de outros processos (FROSCH, 1996).

Booms e Baas (1997) registram ainda o desejo de autonomia por parte das empresas, o que implicaria em controle, ou pelo menos ascendência, sobre todos os elementos críticos para sua produção, o que inclui a cadeia de suprimentos. Em algumas cadeias a diferença de porte entre seus integrantes pode proporcionar uma situação de predomínio do mais forte, que orientaria o processo. Para outras, em que tal não ocorra, é preciso outro tipo de coordenação que assegure a estabilidade necessária.

4.4 - A ECONOMIA DE SERVIÇOS

A economia baseada na venda de serviços ao invés de na venda de produtos, é proposta como um fator de vantagens ambientais e econômicas sob diversos aspectos. Implica em uma considerável mudança em toda a sociedade que, em

grande escala, passaria a pagar pelos benefícios que obtém dos produtos, como aluguel dos mesmos, ao invés de pelo produto em si.

O processo traria vantagem para os consumidores pelo fato de poderem dispor sempre de um produto de boa qualidade, em bom estado, atualizado, e a um custo relativamente estável, sem grandes desembolsos periódicos para substituição ou melhoria e sem responsabilidade quanto à destinação do produto quando obsoleto. Para os fornecedores haveria a vantagem da fidelidade dos clientes a um bom serviço que atendesse às suas aspirações, e da garantia de estabilidade, decorrente do fluxo regular de recursos. Do ponto de vista ambiental, a necessidade de oferecer um bom serviço pelo menor custo possível, de ser responsável pelos resultados e efeitos dos produtos e por sua destinação após uso, conduziria a produção para o desenvolvimento de produtos eficientes, duráveis, não poluentes e projetados para reciclagem.

Em um sistema de produção tão limpa quanto possível, incluindo supressão dos tóxicos, desmaterialização e descarbonização, os produtos em si se tornariam, ao final de sua vida útil, os maiores poluentes potenciais (SCHNITZER, 1999). O aluguel, ao invés da venda, de muitos produtos, reduziria a devolução desses ao ambiente: os produtos seriam projetados para serem mais duráveis e proporcionarem maiores possibilidades de reuso ou reciclagem.

Entre os exemplos bem sucedidos dessa prática, são citadas empresas de setores muito diferentes, como carpetes, caminhões, elevadores e até produtos químicos:

- Carr-Harris (1997) cita a firma Evergreen, nos Estados Unidos, que aluga carpetes ao invés de vendê-los, responsabilizando-se por sua limpeza e por mantê-los em bom estado, substituindo as partes danificadas, ou totalmente, se necessário. Para tanto, os carpetes são constituídos de placas e previstos para reciclagem.

- Schmidt-Bleek (1997) defende que é possível alugar qualquer tipo de coisa. Registra que a Mercedes Benz, na Alemanha, garante os motores de seus caminhões por um milhão de milhas, mas não vende muitos caminhões, os aluga: *“É mais barato para os usuários, e um excelente negócio para a*

Mercedes". Apresenta como exemplo da possibilidade de aluguel de produtos químicos, que a Dow Quimica está cuidando de todos os processos químicos para a General Motors. Defende, ainda, a concepção de projeto dos aviões como um exemplo que poderia ser aplicado a outros equipamentos: aqueles teriam uma vida útil de cinquenta anos, sendo projetados em forma modular que possibilita o aperfeiçoamento tecnológico ao longo do seu tempo de serviço.

- Lovins, Lovins e Hawken (1999) apresentam o caso da Schindler, que estaria preferindo alugar sistemas de transporte vertical a vender elevadores.

4.5 - ALGUMAS EXPERIÊNCIAS, PESQUISAS E PROPOSIÇÕES, REALIZADAS OU EM DESENVOLVIMENTO.

A seguir são citados alguns exemplos, de experiências ou proposições desenvolvidas, que contribuem para a discussão sobre o futuro da relação entre atividade produtiva e meio ambiente e as possibilidades da Ecologia Industrial.

O Japão é o exemplo mais abrangente e contínuo de estudos nesse sentido. No final dos anos 60, ante a constatação do impacto ambiental proveniente da industrialização, atendendo a demanda do Ministério da Indústria e do Comércio Exterior, foi reunido num grupo variado de técnicos encarregado de estudar meios de reorientar o desenvolvimento no sentido de ser menos dependente de materiais e baseado, essencialmente, no conhecimento. Em 1970, na reunião do Conselho da Estrutura Industrial, foi lançada a idéia de considerar a atividade econômica num contexto ambiental. Em seguida a essa reunião foram constituídos 15 grupos de trabalho, um dos quais se chamou Grupo de Trabalho Indústria - Ecologia.

A partir de 1973, o Governo passou a apresentar projetos orientando a produção industrial no sentido de maior eficiência e menos poluição, com o objetivo básico de substituir recursos ambientais por tecnologia. A dinâmica tecnológica é o fundamento japonês da ecologia industrial (ERKMAN, 1997).

O parque industrial de Kalundborg, na Dinamarca, é citado, frequentemente, como a melhor evidência da viabilidade prática de um ecossistema industrial. É composto por um número relativamente pequeno de empresas de porte e desenvolve o processo desde a década de 70. Atribui-se ao número limitado de participantes e à competência de seus administradores o resultado obtido até então. Existe a preocupação de que a pouca diversidade de parceiros possa, eventualmente, não ser capaz de assegurar a continuidade do fluxo interno mas, por outro lado, considera-se que a possibilidade existente, de múltiplas entradas e saídas, pode vencer esse risco (COTÉ E SMOLENAARS, 1997).

Na Bélgica, em 1983, o Centro de Pesquisa e Informações Sócio Políticas, um centro de pesquisas independente, publicou um trabalho coletivo intitulado: “O Ecossistema Belga – Ensaio de Ecologia Industrial”. O trabalho foi desenvolvido de forma autônoma por seis pesquisadores de diferentes áreas (biólogos, químicos e economistas) que pretenderam apresentar uma visão de conjunto da economia belga, avaliada a partir do fluxo de materiais e energia em contraposição às tradicionais unidades econômicas abstratas (ERKMAN, 1997).

O grupo estudou seis cadeias produtivas principais: aço, chumbo, vidro, plástico, madeira e papel, e produção de alimentos. Um dos principais elementos identificados foi a grande desconexão entre atividades que, se integradas, reduziriam os consumos globais de energia e matéria prima e a produção de resíduos.

Um exemplo característico era a separação completa que tinha ocorrido gradativamente, com o “progresso”, entre lavoura e criação, as quais, se desenvolvidas de forma integrada, possibilitariam uma considerável auto alimentação, reduzindo as entradas e saídas externas ao conjunto. Uma parcela da produção da lavoura se destina à alimentação dos animais e o mesmo pode ocorrer com boa parte dos resíduos; por outro lado, os excrementos das criações que, quando isoladas, são resíduos a depositar, seriam úteis às lavouras, reduzindo a necessidade de fertilizantes industrializados (ERKMAN, 1997).

O estudo concluiu que o funcionamento do sistema industrial belga produzia três tipos de disfunções: os ciclos de materiais, totalmente abertos, levavam a que resíduos que poderiam ser matéria prima de outros processos fossem tratados como lixo, com as dificuldades próprias de disposição; a operação de tal sistema implicava em grande desperdício de energia; e, a estrutura de circulação de materiais produzia poluição. Contestava, ainda, a concepção de que o aumento de resíduos fosse inerente ao aumento da produção e do consumo, atribuindo-o, especialmente, ao funcionamento do sistema. Apesar do alcance do trabalho, na época, a proposta teve pouca receptividade (ERKMAN, 1997).

O Parque Industrial de Burnside, Dartmouth, Canadá estabeleceu-se há 25 anos em uma zona de comércio e indústrias leves e é constituído de um número muito grande de pequenas empresas. Côté e Smolenaars (1997), desenvolveram um estudo de caso aplicado ao parque com o objetivo de transformá-lo num “eco parque”. Identificaram dificuldades e propuseram intervenções e elementos a serem desenvolvidos para provocarem essa transformação.

Entre as dificuldades arrolaram a grande superposição de empresas da mesma área, naturalmente concorrentes entre si, o que complica o estabelecimento das cadeias de produção integrada; a falta de informação e a resistência das mais antigas à mudança. Constataram que, entre os resíduos que poderiam ser reaproveitados, sobressaiam as embalagens, de vários tipos, os óleos usados e os materiais provenientes da demolição dos edifícios mais antigos do próprio parque.

Propuseram o incentivo à instalação de empresas de reciclagem das embalagens e de recuperação dos óleos, e de uma central de transformação dos materiais de demolição para reuso nas novas construções do próprio parque. Como propulsão e apoio à transformação, propuseram os recursos que têm sido considerados pela ecologia industrial: disseminação de informações técnicas quanto a possibilidades de recuperação, reciclagem e reuso;

instrumentos econômicos de incentivo à mudança; e ajuste dos regulamentos, quando necessários.

Ainda existem referências a experiências em Brownsville, nos Estados Unidos, em Stirya, na Áustria, e na região do Ruhr, na Alemanha (BOOMS e BAAS, 1997).

4.6 O AUTOMÓVEL COMO EXEMPLO

Graedel e Allenby, no livro “Industrial Ecology and the Automobile” (Graedel e Allenby, 1998), adotam o automóvel como exemplo da aplicabilidade e importância da Ecologia Industrial. Esse é um exemplo especialmente representativo pelo impacto que o produto causa sobre o ambiente e pelo que representa para sociedade de hoje, o que leva à consideração de outros aspectos que não apenas os ligados à produção, o que é a perspectiva ressaltada pelos autores.

Mais do que um produto industrial com grande base tecnológica incorporada, o automóvel individual seria também um símbolo de conforto, prosperidade, liberdade e poder. Além disso, é dos produtos mais reformados, que têm sua vida útil mais prolongada, e com um dos maiores índices de reciclagem.

Aos custos ambientais inerentes ao seu processo de fabricação em larga escala se somam os decorrentes da grande estrutura de apoio que sustenta o seu funcionamento. Todo o sistema compreende: extração, transporte e refino do petróleo; a rede de ruas, estradas, estacionamentos, postos de abastecimento, etc; o sistema de distribuição e vendas; as oficinas de manutenção e o sistema de reciclagem. Boa parte dos impactos decorrentes desses diversos elementos são devidos à sua imagem e utilização.

Os autores registram que, nos Estados Unidos, desde 1968, quando foram introduzidas medidas de controle, as emissões de monóxido de carbono e de carbono orgânico volátil, por veículo, foram reduzidas mais de 96% e as de óxidos de nitrogênio, cerca de 75%. No entanto, essas emissões ainda

representam hoje, respectivamente, 50, 27 e 29% do total de emissões no país. Isso porque, no mesmo período, a frota de automóveis cresceu muito em relação ao crescimento da população; aumentaram a quilometragem média percorrida e as velocidades desenvolvidas, e; ultimamente, tem sido dada preferência a veículos menos eficientes.

Aplicando um critério de pontuação do desempenho ambiental das diversas etapas do ciclo de vida de um automóvel, avaliam seu desempenho total, por unidade, em 1950 e 1990. Fazem o mesmo com as rodovias, para o mesmo intervalo e para uma unidade de comprimento de uma rodovia genérica de alta velocidade. Encontraram que o desempenho ambiental do automóvel em 90 era cerca de 47% melhor do que o de 1950, mas que o das rodovias e infraestrutura associada era cerca de 17% menor. Além disso, informam que o número de veículos aumentou 75% entre 70 e 90.

Justamente desde a década de 70, tem se consolidado a percepção da necessidade de reduzir a pressão humana sobre o ambiente, como elemento indispensável ao equilíbrio do planeta e à continuidade do desenvolvimento. Defende-se, atualmente, que o impacto ambiental por unidade de produto obtido, precisa ser reduzido de um fator entre 4 e 10 nos próximos 50 anos, a depender de diferentes avaliações, para que pelo menos compense os acréscimos previstos para os outros dois fatores da equação mestra do impacto ambiental (população e consumo *per capita*) (v. item 1.5).

Ora, o resultado encontrado para o automóvel, considerando-se as unidades isoladamente, foi de 1,47 em 40 anos, apesar do inegável desenvolvimento tecnológico do período. (Esse fator não cobre, sequer, o fator de aumento do número de veículos entre as décadas de 70 e 90, que foi de 1,75.) E o resultado final ainda é agravado pelo aumento do impacto ambiental, qualitativo e quantitativo, decorrente de sua infraestrutura de apoio. Ainda que todos esses números comportem uma dose considerável de incerteza e subjetividade, (como bem expressa a variação da estimativa do fator de redução do impacto necessário) contribuem para a discussão quanto à

viabilidade de a vertente tecnológica, sozinha, conseguir compensar os acréscimos das outras duas parcelas da equação mestra.

Graedel e Allenby (1998) ressaltam que o automóvel é um exemplo especialmente visível da necessidade de integração do projeto, fabricação e uso de um produto com as condicionantes ambientais, e da consideração de diversos fatores, além dos tecnológicos. Alguns mais difíceis de quantificar e intervir como hábitos, imagem, etc. Um produto para o qual a avaliação adequada de seu impacto ambiental e de intervenções efetivas para a redução deste, exige a amplitude de considerações defendida pela Ecologia Industrial.

A partir da Avaliação de Ciclo de Vida do produto, especulam sobre alternativas de intervenções para o futuro. Essas podem abranger aspectos muito diversos, como: melhorias tecnológicas do veículo em si; variações de tamanho do mesmo, para ajuste às necessidades específicas de cada usuário; melhoria do custo ambiental da infraestrutura; modificações na lógica de transporte individual e até de propriedade individual do veículo; e redução da necessidade de deslocamentos em função da aproximação dos locais de trabalho e moradia.

4.7 PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO E ECOLOGIA INDUSTRIAL: CRÍTICAS E COMPARAÇÕES

Alguns defensores da Prevenção da Poluição fazem críticas enfáticas à ecologia industrial e comparações desfavoráveis entre esta e àquela. Consideram que a Prevenção da Poluição já tem um histórico de resultados a apresentar e seus mecanismos já conseguiram um significativo ganho ambiental nos processos produtivos. Forçadas por regulamentos e pela opinião pública, a reduzir as pressões sobre o meio ambiente, as empresas obtiveram, em paralelo, ganhos econômicos pelo aumento da eficiência dos processos. Essa experiência, que já permite somar ganhos ambientais com melhoria da imagem perante os consumidores e ganhos econômicos, mantida a pressão legal, determinaria um movimento crescente do sistema produtivo no sentido da adoção de tecnologias limpas (OLDENBURG e GEISER, 1997).

A Ecologia Industrial, por outro lado, teria uma fundamentação teórica vaga, ainda não tem resultados a apresentar, aumentaria riscos e não incentivaria a inovação tecnológica.

As críticas à fundamentação teórica vão desde considerar a teoria como a soma de várias outras, à argumentação de que se basearia em um princípio falso, uma vez que, há muito tempo, não existiriam sistemas naturais intactos que pudessem servir como referência (COMMONER, 1997).

As principais incompatibilidades com a prevenção da poluição seriam: a valorização da reciclagem, a redução das eficiência no uso dos materiais nos processos e o aumento dos riscos (OLDENBURG e GEISER, 1997).

Os riscos seriam devidos à admissão da produção e manejo de produtos perigosos para alimentação de outro processo ou reciclagem, inclusive por áreas externas às zonas industriais, o que submeteria a risco tanto os trabalhadores envolvidos com os processos como as comunidades vizinhas. A pretensão de flexibilizar as leis aumentaria esse risco, reintroduzindo elementos danosos que já estariam a caminho de serem ultrapassados..

Da mesma forma, admitindo e incentivando a reciclagem, a Ecologia Industrial estaria defendendo um procedimento já considerado em um degrau inferior na hierarquia das alternativas para a redução dos impactos ambientais. Admitindo processos menos eficientes e flexibilizando as leis o desenvolvimento tecnológico deixaria de ser incentivado.

4.8 - CONCLUSÃO

I- Quanto às compatibilidades e divergências entre a Produção Mais Limpa e a Ecologia Industrial

A busca de propostas que conciliem as atividades produtivas com a capacidade de suporte do planeta tem levado a elaboração de alternativas que convergem e divergem em vários aspectos. O tema é complexo, envolve um grande número de variáveis, muitas de difícil quantificação, interesses e

perspectivas diversas, e vem sendo aprofundado há um tempo relativamente curto, historicamente falando. As proposições têm possibilitado interpretações diferentes, inclusive entre seus defensores, como discutido no Capítulo 2.

Neste capítulo, além da concepção da proposta da Ecologia Industrial, de sua lógica, justificativa e exemplos de aplicação, apresentados por seus defensores, foram apresentadas, também, críticas à mesma, por parte de alguns defensores da Prevenção da Poluição ou Produção Mais Limpa.

As duas correntes, que de fato representam mais do que apenas duas correntes do pensamento ambiental, apresentam algumas diferenças significativas. Muitos, porém, as consideram como complementares.

Ambas pretendem prevenir a poluição na fonte, sendo que para uma a fonte é, essencialmente, cada processo, e para a outra pode ser um conjunto de processos ou indústrias. Utilizam importantes ferramentas comuns de análise, como Análise do Ciclo de Vida, Projeto para o Meio Ambiente, total de material consumido, custo total e avaliação dos processos de produção. As duas procuram redirecionar as preocupações com o meio ambiente da periferia do processo produtivo para o interior dos mesmos. Ambas identificam a falência dos procedimentos que privilegiam as chamadas medidas fim de tubo, sem, contudo, descartar a sua importância relativa.

As diferenças marcantes estão na ênfase dada a reciclagem e, conseqüentemente, a menor exigência de eficiência na utilização de materiais em cada processo, pela Ecologia Industrial, e a possibilidade de aumento dos riscos decorrentes dos procedimentos admitidos por esta.

As críticas mais procedentes são quanto ao aumento dos riscos e à flexibilização das leis, que o possibilitaria. A Ecologia Industrial também defende a otimização dos processos, considerando-se a reciclagem como um elemento a mais para a redução dos resíduos inevitáveis com outros métodos. A crítica quanto ao fato de que a não existência de sistemas naturais intocados, que possam servir como referência, prejudicaria a fundamentação da teoria,

não se sustenta. O que se pretende é perseguir a lógica de ciclos fechados e não copiar a natureza.

Existe uma questão de fundo estratégico na ênfase que a Produção Mais Limpa dá à busca da emissão zero em cada processo, relegando a reciclagem a um patamar de terceira importância: orientar todos os esforços, o mais possível, para a maior eficiência da produção. A admissão de alternativas poderia reduzir esse esforço.

A Produção Mais Limpa só admite a reciclagem externa ao processo como um recurso último para reduzir resíduos que não tenha sido possível evitar, mas isso representa o reconhecimento de que esses ainda podem ocorrer, mesmo após os programas de prevenção. A própria concepção do processo (produção continuamente “mais limpa”) inclui a compreensão de que não há processo inteiramente limpo e de que a limpeza possível hoje é menor do que será possível amanhã. A emissão zero é reconhecida como um objetivo teórico, assumido para impulsionar a melhoria contínua.

A lógica de evolução permanente das práticas preventivas impõe uma discussão sobre a velocidade desejada para esta evolução ante as necessidades identificadas de compensar o crescimento dos outros dois termos da equação mestra (população e consumo *per capita*); e da real possibilidade de se conseguir reverter o processo de degradação ambiental apenas a partir da evolução tecnológica.

A referência tem que ser que a velocidade da evolução do desempenho ambiental não pode ser inferior à do crescimento global do consumo. Para reduzir a pressão atual, que muitos já consideram insustentável, a primeira teria que ser maior que a segunda. É nesse contexto que têm que ser analisadas a viabilidade e as compatibilidades e divergências entre as diversas proposições.

Primeiro, com relação a necessidade de se “flexibilizar” a legislação ambiental ou a sua aplicação, não se justificam propostas que interpretem isto como um

relaxamento ou redução dos padrões vigentes ou a possibilidade da própria indústria determinar o que pode ou não ser admitido como práticas ambientalmente corretas. A ênfase de muitos autores na importância das legislações restritivas para assegurar a qualidade ambiental, e pressionar as empresas para a busca de alternativas sustentáveis, foi registrada no item 3.3.2. Quanto a experiências de auto regulamentação, por seu lado, existe a desconfiança de que podem não estar sendo atendidos, sequer, os padrões ambientais exigidos pelas legislações (v. item 3.3.3).

A evolução da legislação ambiental e dos mecanismos para sua aplicação deve permitir e fomentar que soluções de melhor qualidade ambiental e econômica possam ocorrer mais rápida e facilmente. (essa necessidade é identificada tanto pelos defensores da EI quanto da PML). Mas, certamente, como avanços a partir dos níveis já atingidos. Contemplada essa perspectiva, cabem outras considerações quanto às proximidades e divergências entre a Produção Mais Limpa e a Ecologia Industrial.

Ambas pretendem atingir um estágio de produção com resíduo zero, a otimização concomitante dos desempenhos ambiental e econômico das atividades humanas. Para tanto utilizam diversos instrumentos comuns. Os defensores da Produção Mais Limpa se orientam para intervenções a montante ou no interior do processo produtivo, concentrando-se na otimização de cada processo específico. Medidas de reciclagem ou reuso externo são colocadas num patamar menos nobre. Já os defensores da Ecologia Industrial identificam oportunidades para a minimização de resíduos nas interfaces entre plantas industriais, elos de uma determinada cadeia produtiva, ou entre setores produtivos.

Na verdade a divisão não é tão rígida para todos. Os defensores da EI não negam as práticas da PML, mas entendem que o desenvolvimento de sistemas integrados aumenta os limites de limpeza da produção. Tal convicção permite uma menor exigência quanto a otimização de cada processo específico, mas não a elimina ou impede. Pauli (1997), tem uma visão muito ampla da PML, conforme registrado nos itens 3.2.1 e 3.2.2. O exemplo que apresenta, entre

outros, de otimização do aproveitamento dos cereais usados em uma cervejaria, através do desenvolvimento de uma cadeia de processos que utilizam os resíduos orgânicos do processo básico como insumos, coincide com as proposições da EI.

Mas, simplificano a divisão: a PML privilegiaria intervenções dentro das fábricas e a EI procedimentos entre fábricas. A questão colocada por todas as correntes protecionistas atuais é a necessidade de reduzir o impacto ambiental das atividades humanas e fazê-lo em velocidade tal que possibilite atender aos aumentos da demanda previstos. Nesse quadro, o desafio não é o de provar se a Ecologia Industrial produz melhores resultados do que a Prevenção da Poluição, ou vice versa. O que se procura é encontrar soluções com melhores ganhos no binômio ecologia-economia.

Evitadas as possibilidades de riscos ou retrocessos, a admissão das proposições das duas correntes proporciona um maior leque de alternativas de intervenção num processo extremamente complexo como a questão ambiental:

- Oportunidades para melhorar a eco-eficiência de um produto ou processo podem ser encontrados ao longo de todo o seu ciclo de vida. Ao se considerar a possibilidade de agir ao longo da cadeia produtiva de forma integrada podem ser identificadas possibilidades invisíveis em avaliações que considerem os sítios de produção de forma isolada. Por outro lado, o foco nos processos pode levar à percepção de outras soluções que poderiam passar despercebidas na consideração do sistema como um todo.

- A consideração de alternativas de reciclagem ou reuso, além das de eliminação de resíduos em cada processo, pode proporcionar maiores ganhos em diferentes níveis de desenvolvimento tecnológico. Esse fato pode ser especialmente significativo nos países menos desenvolvidos, em que a base tecnológica é mais atrasada e mais difícil a evolução.

II- Quanto à aplicação regional dos conceitos de Prevenção da Poluição e Ecologia Industrial

Os agrupamentos industriais, comuns no país, são bases potenciais de aplicação do conceito de Ecologia Industrial sem prejuízo da orientação de

cada empresa para a limpeza da produção, mas ampliando as possibilidades de melhoria global do resultado ambiental dos mesmos.

O Polo Petroquímico de Camaçari é um exemplo de distrito industrial que, pelo potencial poluidor de suas atividades e pela sensibilidade ambiental do sítio onde se localiza, precisa atingir um desempenho ambiental de destaque, inclusive no âmbito internacional. A algumas características desejáveis de eco-parques (proximidade física e integração industrial de várias gerações da cadeia petroquímica) pode-se agregar uma tradição de agir de forma integrada para equacionar problemas ambientais.

Algumas dificuldades poderão ser encontradas. O sistema de proteção ambiental do Polo foi concebido como de fim de tubo por excelência. O seu sistema de coleta, tratamento e afastamento de efluentes líquidos foi idealizado dentro da ótica da centralização do tratamento para posterior descarte. Isto pode ser atribuído a visão ambiental vigente na época da sua implantação apesar de, na década de 70, propostas de controle da poluição na fonte já começavam a mostrar seus frutos em outros lugares do planeta.

O licenciamento da duplicação do Polo em 1989, permitiu uma discussão ampla e atualizada da questão ambiental na indústria. O Conselho Estadual de Proteção Ambiental, CEPRAM, na resolução 218 de 11/10/1989, que autorizou a duplicação, iniciou um deslocamento das medidas de controle da poluição para o interior das plantas industriais e desencadeou um importante processo de melhoria do desempenho ambiental das indústrias. Os avanços inicialmente se voltaram para o aprimoramento dos sistemas de pré-tratamento, coleta, tratamento e disposição final. Mais recentemente, algumas empresas iniciaram esforços para minimizar e até eliminar os resíduos no próprio processo produtivo²⁶.

²⁶ Copene, Caraíba Metais, Griffin e Cetrel, são algumas empresas que, nas atividades da Rede de Tecnologias Limpas da Bahia, ou no Curso de Especialização em Tecnologias Ambientais na Indústria, da UFBA, têm relatado projetos de minimização de resíduos.

Esses esforços de prevenção da poluição têm sido basicamente desenvolvidos no interior de cada empresa, de forma isolada. Não se tem conhecimento de iniciativas de articulação entre as empresas de forma a se otimizar o desempenho ambiental do conjunto com medidas preventivas e não apenas de fim de tubo. Colocado de outra forma, pode-se dizer que, se por um lado, estão sendo iniciadas atividades de Produção Mais Limpa, por outro, não se está implementando o conceito da Ecologia Industrial. Desta maneira, pode-se estar deixando de lado oportunidades adicionais que possam desembocar em soluções de menor impacto ambiental e menor custo.

CAPÍTULO 5

A SITUAÇÃO NO BRASIL EM RELAÇÃO ÀS NOVAS PROPOSIÇÕES

A partir da década de 1970, e principalmente na seguinte, acompanhando o movimento mundial, o Brasil começou a construir uma estrutura legal mais consistente com a proteção do ambiente. As leis ambientais brasileiras atuais são frequentemente referidas como avançadas, ainda que tenham sua efetividade comprometida pelas deficiências do aparato de fiscalização. No entanto, se restringem, essencialmente, a instrumentos de comando e controle e são dirigidas para procedimentos de fim de tubo, com as limitações daí decorrentes.

Persistem as oscilações dos governos quanto às implicações e importância do cuidado ambiental e a sua compatibilização com o necessário desenvolvimento. Apesar de inegáveis resultados obtidos a partir da década de 1980, esses são muito limitados e a degradação ambiental continua intensa. As indústrias, em sua absoluta maioria, se limitam à conformidade com a legislação. Mesmo isso não é assegurado por deficiências do aparato de fiscalização.

Esses problemas não são específicos do país, mas amplamente repetidos pelo mundo. No entanto, os países mais desenvolvidos estão identificando vantagens econômicas e um novo impulsor de avanço tecnológico na adoção da prevenção da poluição. Paralelamente, são aumentadas as barreiras não tarifárias sob justificativas ambientais.

Na medida que se consolidem as vantagens econômicas da alternativa de prevenção e se amplie sua utilização, a manutenção dos procedimentos atuais tende a levar ao aumento das diferenças econômicas e tecnológicas em relação àqueles, contrariamente à justificativa frequentemente apresentada de

que a imposição de restrições ambientais é que prejudicaria a redução dessas diferenças.

5.1 - A EVOLUÇÃO DA ESTRUTURA LEGAL E ADMINISTRATIVA PARA CONTROLE DA POLUIÇÃO

Até o início da década de 1970, a atenção do Brasil em relação aos recursos naturais se traduziu na elaboração de códigos para o gerenciamento de alguns recursos específicos, como Código de Águas, Florestal, de Pesca, e de Mineração, cuja aplicação cabia a órgãos setoriais ligados às suas respectivas áreas (MONOSOWSKI, 1989). Na Conferência de Estocolmo, em 1972, o representante brasileiro declarou que o país não poderia “...desviar recursos para a proteção do ambiente...” enquanto não alcançasse “...um nível satisfatório mínimo de prover o essencial...” (DARWICH, 1996).

Apesar de tal declaração, em outubro de 1973 foi criada a SEMA (Secretaria Especial do Meio Ambiente), subordinada ao Ministério do Interior, orientada para a conservação do meio ambiente e o uso racional dos recursos naturais. Em 1975, foram promulgados o Decreto lei nº.1413 e o Decreto nº.76.389. O primeiro dispôs “sobre o controle da poluição no meio ambiente provocada por atividades industriais” e estabeleceu a obrigatoriedade de “promover os métodos necessários a prevenir ou corrigir os inconvenientes e prejuízos da poluição e da contaminação do ambiente”. O segundo conceituou poluição industrial pela primeira vez a nível federal e estabeleceu severas penalidades aos infratores das condições estabelecidas (BRESSAN JR., 1992).

Em agosto de 1981, a Lei nº 6.938 estabeleceu a Política Nacional de Meio Ambiente, criando o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). O primeiro, articula as ações do órgão central de meio ambiente (na época a SEMA) com as dos órgãos setoriais, federais, estaduais e municipais. O segundo, constituído por representantes do governo e de setores organizados da sociedade, é o órgão máximo do sistema, a quem cabe deliberar sobre a política nacional para o setor (CRA, 2000).

A Lei 6.938 adotou como instrumentos de execução da política que estabelecia: padrões ambientais (de qualidade e de emissão); controle do uso do solo (zoneamento e áreas de proteção); exigência de avaliação de impacto ambiental (AIA) para o licenciamento de atividades; penalidades (multas, compensações, etc); responsabilização do Estado por impactos ambientais provenientes de ações suas; e responsabilização criminal por degradação do meio ambiente. A Resolução CONAMA nº. 001, de junho de 1986, estabeleceu critérios, definições e diretrizes para a adoção e realização de estudos de impacto ambiental (SEROA DA MOTA e REIS, 1992).

A Constituição Federal de 1988 dedicou o Capítulo VI do Título VII ao meio ambiente. Além disso, diversos outros artigos se referem ao tema sob enfoque global ou setorial. Nesses, a defesa do meio ambiente é estabelecida como: princípio geral da atividade econômica, função social da propriedade rural, responsabilidade de órgãos do mais alto nível hierárquico e objeto de ação popular, como exercício dos direitos de cidadania. Foi atribuída competência ao Ministério Público para mover ações civis em defesa do meio ambiente. Este é reconhecido como bem comum do povo e essencial à conquista e preservação da qualidade de vida (MARQUESINI e ZOUAIN, 1992). Foram delimitadas áreas consideradas patrimônio nacional e previstas leis específicas para ações públicas por danos causados ao meio ambiente, com penalidades de reclusão para os responsáveis (SERÔA DA MOTTA e REIS, 1992).

As Constituições Estaduais também dedicaram um capítulo específico ao meio ambiente, além de tratarem do mesmo em diversos outros, detalhando e/ou ampliando os princípios da Constituição Federal, em função das características de cada Estado (MARQUESINI e ZOUAIN, 1992).

Em 12 de fevereiro de 1998 o Congresso Nacional aprovou, a Lei dos Crimes Ambientais (Lei 9.605), que estabelece punições para estes. O Presidente da República a sancionou com 10 vetos, através de Medida Provisória, o governo concedeu moratória por 5 anos, com extensão praticamente garantida por mais 5, para as empresas se adaptarem às exigências da lei, reduzida posteriormente para 3 e 3, por pressão dos ambientalistas (FURTADO, 1999).

Em 1989, foi extinta a SEMA e criado o IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis); no ano seguinte foi criada a SEMAM (Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República), à qual ficou subordinado o IBAMA (Menezes, 1996). Em 1994, a SEMAM foi substituída pelo Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, transformado, em 1999, no Ministério do Meio Ambiente.

Ainda na década de 70 surgiram os primeiros órgãos estaduais do meio ambiente. A CETESB²⁷, em São Paulo, e o CEPRAM²⁸, na Bahia, em 1973; a FEEMA²⁹, no Rio de Janeiro, em 1975; e em diversos outros estados no final da década (Vianna e Veronese, 1992). Esses órgãos foram criados com estruturas muito diferenciadas. Alguns, como a CETESB e a FEEMA, se originaram de órgãos anteriores de saneamento básico. Após a Constituição de 1988, as constituições estaduais também incorporaram a questão ambiental, dentro da mesma perspectiva daquela (BRESSAN JR., 1992).

Na Bahia, a Lei 3.858, de novembro de 1980, instituiu o Sistema Estadual de Administração dos Recursos Ambientais (SEARA). Foi revogada em fevereiro de 2001 pela Lei 7.799, que institui a nova Política Estadual de Administração dos Recursos Ambientais. Esta última já inclui em seus objetivos e princípios: adoção de medidas de precaução e prevenção e de práticas que aumentem a eficiência no uso dos recursos naturais; que a comunidade deve ter acesso à informação ambiental para participar do processo de tomada de decisões; e que o ônus do uso dos recursos naturais deve caber ao usuário dos mesmos, assim como o da recuperação da degradação ambiental por ele promovida (CRA, 2001).

Inclui entre suas diretrizes: além do incentivo às ações de prevenção, minimização, reciclagem e reuso; a incorporação da dimensão ambiental nas políticas, projetos e ações públicas; integração entre os diversos níveis de

²⁷. CETESB – Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (SP) originalmente Saneamento Básico

²⁸. CEPRAM – Conselho Estadual de Proteção Ambiental atualmente Conselho Estadual do Meio Ambiente (BA)

²⁹. FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (RJ)

governo; e ações para aumentar a consciência pública em relação à necessidade de proteção ambiental. Prevê a utilização de incentivos econômicos, através de prioridade na obtenção de crédito junto aos agentes oficiais, e de incentivos fiscais, para as empresas que, comprovadamente, adotem tecnologias mais limpas (CRA, 2001).

A partir a Resolução nº: 1459, de 1997, o CEPRAM passou a exigir das empresas, para a concessão da licença de operação/renovação, a elaboração de uma política ambiental que contemple um plano de melhoria contínua e a incorporação, pela empresa, dos princípios de autocontrole e autogestão. Também estabelece a preferência para *“processos produtivos classificados como de tecnologias mais limpas para o respectivo setor”* (CRA, 1999).

5.2 - CONTRADIÇÕES, DEFICIÊNCIAS E RESULTADOS DO SISTEMA

O arranjo legal e administrativo estabelecido nos anos 70 era contraditório. Uma das razões para a criação da SEMA era dar uma satisfação à comunidade internacional, que já pressionava pela proteção do ambiente (Bressan Jr., 1992). Porém, esta era oposta à lógica do “desenvolvimento a qualquer preço”, então perseguido pela país, entendido como necessário ao atendimento de suas demandas sociais (SEROA DA MOTA e REIS, 1992). Como consequência, o espaço de atuação da Secretaria era muito limitado:

- Já no artigo 1º do decreto que a criou constava: *“§1º A atividade da SEMA se exercerá sem prejuízo das atribuições específicas legalmente afetadas a outros ministérios.”*

- A Secretaria integrava o Ministério do Interior que era um dos principais promotores dos projetos de desenvolvimento de então. O Plano Nacional de Desenvolvimento do governo que criou a SEMA, e do governo seguinte, tinha como prioridade a ocupação da Amazônia e do Centro-Oeste, com projetos para a exploração totalmente irracional dos recursos naturais apoiados por fortes subsídios governamentais. (BRESSAN JR., 1992)

- Atividades industriais de alto potencial poluidor como refinarias de petróleo, indústrias químicas e petroquímicas, de cimento, de celulose, de defensivos agrícolas e siderúrgicas, assim como as empresas públicas, consideradas de

interesse para o desenvolvimento e a segurança nacionais, eram afetas unicamente à Presidência da República (MENEZES, 1996).

- O decreto que criou a SEMA previa sua atuação integrada com os outros ministérios e órgãos da administração federal, o que, na prática, não aconteceu. A Secretaria atuou isolada e, freqüentemente, desconsiderada pelos demais órgãos do governo. Foi atribuída aos estados e municípios a possibilidade de estabelecerem condições de funcionamento das indústrias, mas limitada pelo que era de competência exclusiva do Governo Federal (BRESSAN JR., 1992).

Somente a partir de 1981, com a Lei 6.938, se tornou possível o desenvolvimento de uma política ambiental mais autônoma. Porém, apesar desta e da inclusão do tema na Constituição de 1988, persistem substanciais deficiências e contradições.

A lei introduziu o conceito de defesa ambiental em substituição ao de controle da poluição industrial que prevalecia anteriormente, mas adotou como instrumentos de execução da política prevista, essencialmente, procedimentos de controle da poluição. O funcionamento do CONAMA só foi regulamentado em junho de 1983 e sua primeira resolução, que estabelece a obrigatoriedade do estudo de impacto ambiental para empreendimentos de alto potencial poluidor, é 14 de junho de 1986.

A Constituição Federal de 1988 valorizou a questão ambiental, adotando a abordagem mais recente, que concebe o meio ambiente como bem de uso comum da população e essencial à conquista e manutenção da qualidade de vida (MARQUESINI e ZOUAIN, 1992). Definiu os campos de atuação da esfera estatal e da sociedade civil na gestão do meio ambiente, trazendo como novidade a atribuição de competência às três esferas de governo. Mas manteve os princípios, diretrizes e instrumentos da Lei 6.938 (MENEZES, 1996).

Ainda hoje o posicionamento do Governo Brasileiro é ambíguo em relação à questão ambiental: internacionalmente, expressa interesse pela defesa do

ambiente e pela abordagem conjunta da questão, mas deixa claro para o público interno que legislações restritivas não prejudicarão o desenvolvimento; embora participe das discussões internacionais a respeito, não assumiu qualquer compromisso quanto à implantação do programa de registro de substâncias tóxicas ou quanto ao impedimento da movimentação transfronteiriça de resíduos perigosos. Esse último tema foi alvo de um dos vetos do Presidente da República na lei de crimes ambientais (FURTADO, 1999a).

Além dos vetos presidenciais na lei, a Medida Provisória que se lhe seguiu, na prática, adiou a vigência da mesma por seis anos. As discussões sobre a lei, e os *lobbies* organizados para modificá-la, evidenciam a visão do setor industrial de que as medidas protecionistas prejudicam a produção, enquanto os ambientalistas entendem que o abrandamento perpetua a impunidade e impede o país de se orientar para um desenvolvimento sustentável (FURTADO, 1999a).

Desse quadro resulta uma estrutura legal e administrativa de proteção ambiental na qual têm sido identificadas as seguintes deficiências:

- predomina amplamente, na legislação, o direcionamento para as práticas de fim de tubo e o estabelecimento de padrões fixos de referência, o que não estimula a melhoria após esses serem atingidos. Só recentemente, começaram a ocorrer mudanças, como as referidas na legislação da Bahia. Estas, mesmo representando um avanço, ainda não mudam substancialmente a orientação legal predominante no país;
- o processo de avaliação de impacto ambiental se atém à consideração do projeto específico em estudo, não contemplando a consideração do efeito cumulativo de outras atividades (DIAS e SÁNCHEZ, 1999);
- os órgãos de fiscalização sofrem de deficiências recorrentes na administração pública do país (falta de recursos financeiros e infra estrutura, e deficiência de recursos humanos quanto ao efetivo e à qualificação), que limitam sua capacidade de fazer cumprir as leis e, mais ainda, de propor avanços;
- existem problemas quanto à aplicabilidade e efetividade de alguns instrumentos como multas e as ações civis públicas, pela dificuldade da

comprovação e avaliação do dano ambiental e pela demora no julgamento dos processos;

- persiste a desarticulação das ações entre os diversos níveis e esferas de governo (GUIMARÃES, MACDOWELL e DEMARJOROVIC, 1997).

Esses últimos autores entendem que a estrutura jurídico administrativa brasileira não assegura os pré requisitos necessários à concretização de medidas de força mais efetivas (citando Burgy e Paterson, 1993): rapidez dos procedimentos, severidade das sanções e certeza de sua aplicação. Defendem a necessidade de uma aproximação com os agentes econômicos que leve a um maior cumprimento da legislação, com o que não negam a relevância das leis e da coerção, uma vez que a cooperação “...*também traz resultados frágeis para o meio ambiente...*” (GUIMARÃES, MACDOWELL e DEMARJOROVIC, 1997). Ainda que algumas das leis atendam à exigência de severidade das sanções previstas, persistem as deficiências em relação aos outros dois fatores arrolados.

Além disso, a pressão da sociedade é ainda muito reduzida. A sua participação nos processos de licenciamento, prevista nas leis, não é facilitada e efetivamente incentivada pelos instrumentos disponíveis. O acesso a dados e informações e as conseqüentes possibilidades de intervenção são restritos, existindo a crítica de que o processo tem servido, principalmente, à legitimação de decisões já tomadas (v. Item 3.1.2).

Apesar das contradições e restrições, inegavelmente ocorreram avanços:

- a legislação vem se destacando como o principal determinante da internalização do meio ambiente nas empresas (ANDRADE, DIAS e SOUZA, 1998);

- a existência de normas e padrões para a preservação ambiental e de um sistema de fiscalização, reduziu a velocidade de crescimento da poluição; mesmo que com as limitações já citadas, formaram-se técnicos especializados na área e ampliou-se a consciência e o conhecimento sobre a importância da proteção ambiental e do uso mais racional dos recursos naturais (BRESSAN JR., 1992);

(o Polo Petroquímico de Camaçari começou a operar em 1978, antes da exigência legal da avaliação de impacto ambiental (1986); em 1989, o estudo desses impactos, exigido no processo de aprovação da licença de ampliação, constatou os danos ambientais já provocados pelo funcionamento anterior; o CEPRAM impôs uma série de condições na licença de ampliação que, desde então, têm exigido das empresas um maior cuidado com os efeitos de suas atividades sobre o meio ambiente) (ANDRADE, DIAS e SOUZA, 1998);

- ainda que não sejam frequentes, existem exemplos em que a participação pública nos Conselhos de Meio Ambiente impediram a aprovação ou forçaram a modificação de projetos (DIAS e SANCHEZ, 1999);

- o Ministério Público, tem obtido alguns resultados positivos através de ações públicas, apesar das dificuldades já citadas para seu andamento e de não estar suficientemente aparelhado para atuar nessa área (GUIMARÃES, MACDOWELL e DEMARJOROVIC, 1997);

(em 1986 o MP de São Paulo e a entidade ambientalista Vikos, propuseram uma ação contra 24 empresas do polo de Cubatão; em 1990, após um investimento de US\$450 milhões nas 320 fontes incluídas no programa, foram obtidas reduções nas emissões de material particulado, amônia, hidrocarbonetos e dióxido de enxofre de, respectivamente, 71, 96, 78 e 37%) (VIANNA e VERONESE, 1992);

- a melhor qualificação de associações ambientalistas possibilita sua intervenção na gestão ambiental com a proposição de alternativas, não mais se restringindo sua participação a denúncias isoladas (MENEZES, 1996).

No entanto, são avanços muito limitados ante as dimensões da agressão ambiental no país. A situação passada e a atual mostram que as políticas ambientais brasileiras não são efetivas, e que mesmo o cumprimento das leis não é assegurado, ante as deficiências da estrutura de fiscalização (Furtado, 1999). *“E muitos processos ‘urgentes’ têm conseguido driblar as exigências.”* (MAY, 1995)

5.3 - CONFLITO ENTRE RESTRIÇÕES AMBIENTAIS, CRESCIMENTO ECONÔMICO E DEMANDAS SOCIAIS

No Brasil, a visão de antagonismo entre proteção ambiental e crescimento econômico, fundamentou a lógica de desenvolvimento a qualquer preço que caracterizou o período do “milagre econômico”. A poluição era “bem vinda”, uma vez que vista como consequência do progresso, este necessário ao atendimento das carências sociais do país (SERÔA DA MOTTA e REIS; MENEZES, 1992, 1996).

Essa idéia do antagonismo continua presente e significativa hoje, inibindo a adoção de atitudes mais modernas, como o caracterizam as ações do governo e a postura predominante nas indústrias, referidas no item anterior. No entanto, a liberalidade em relação à degradação ambiental não tem proporcionado os resultados que a têm justificado.

Entre 1950 e 1980, o Brasil manteve taxas de crescimento econômico excepcionalmente altas em relação a qualquer padrão de referência. O país se industrializou intensamente e a fronteira e a produção agrícolas cresceram continuamente. Entretanto, continua convivendo com carências sociais gritantes, mesmo em comparação a países mais pobres (SERÔA DA MOTTA e REIS, 1992). Paralelamente, ocorreu uma profunda degradação ambiental. [*Foi talvez a mais intensa e acelerada que aconteceu na história do industrialismo*] (VIOLA, 1987, apud MENEZES, 1996).]

O país incorporou padrões tecnológicos avançados para a base nacional, porém ambientalmente ultrapassados a nível internacional. A falta de restrições efetivas possibilitou a instalação de segmentos produtivos altamente poluidores da matriz industrial internacional. Ao mesmo tempo, acelerou-se a concentração da população nas cidades o que resultou na progressiva degradação do ambiente urbano e da qualidade de vida de grandes parcelas da população, ocupantes das periferias das grandes metrópoles (MENEZES, 1996).

A expansão agrícola, por seu lado, não reduziu os problemas sociais no campo. Não foram geradas as oportunidades econômicas necessárias à absorção da mão de obra rural, tendo, como consequência, a migração para as cidades. A expansão resultou, quase sempre, em concentração da propriedade e agravamento das questões fundiárias, em paralelo aos grandes problemas ambientais gerados (SERÔA DA MOTTA e REIS, 1992).

O crescimento econômico, como ocorreu, além de não atenuar os problemas sociais, deixou passivos ambientais de toda ordem (poluição e deficiência de infraestrutura nas cidades, poluição e redução de mananciais, degradação de áreas cultiváveis, redução de florestas), cujos efeitos, e custos da eventual correção, oneram o futuro. A crise que se estende a partir dos anos 80, além de expor as vulnerabilidades econômicas do modelo adotado, dificulta a mudança de rumo (SERÔA DA MOTTA e REIS, 1992).

Apesar dos resultados obtidos, persistem as posições e decisões já referidas (de defesa de concessões ambientais para não inibir o crescimento), que continuam se apoiando na mesma lógica e que podem levar a resultados opostos àqueles com que pretendem justificá-la.

Além da experiência já vivida, que nega sua justificativa, é uma postura anacrônica quando, por conta da crescente valorização da natureza, as restrições ambientais tendem a ser cada vez mais internalizadas na economia mundial (SERÔA DA MOTTA e REIS, 1992).

“A especialização em bens manufaturados de alto valor agregado conduzirá à inovação tecnológica e ao aumento do nível de capacitação. Em compensação, a especialização em vantagens de baixo dinamismo (baixo custo de mão de obra, abundância de recursos naturais, inexistência de legislação ambiental adequada) resultará em estagnação econômica e deterioração do meio ambiente” (SCHLESINGER, 2000).

Como visto nos capítulos anteriores, a prevenção da poluição na fonte tem se mostrado ambiental e economicamente mais vantajosa do que a alternativa de controles de fim de tubo. Além disso, sua lógica inclui o estímulo à inovação contínua, o que não acontece com a manutenção desses últimos. As leis de alguns países têm se tornado mais exigentes e procurado estabelecer

mecanismos que estimulem as empresas à melhoria do seu desempenho ambiental além dos padrões exigidos. Prevê-se que todo esse processo aumentará sua capacitação e a rentabilidade de suas economias. Paralelamente, têm crescido as barreiras comerciais sob a justificativa da proteção ambiental e as restrições de mercado a produtos identificados com agressões ao meio ambiente.

Assim, verifica-se nos países mais ricos a procura por alternativas que possibilitem produzir mais com menor uso de recursos naturais. Na medida que consolidem as vantagens econômicas e ampliem a utilização dessas alternativas, e que aumentem as restrições com fundamento ambiental, tendem a aumentar as diferenças já existentes em relação aos demais países. Essas serão ainda maiores em relação àqueles que se ativerem aos procedimentos de fim de linha.

Mas, ao mesmo tempo, as pressões econômicas originárias dos mais ricos, induzem a manutenção dessa orientação para os países menos desenvolvidos. Novos investimentos estrangeiros são atraídos pela inexistência de normas ambientais restritivas ou pela liberalidade na aplicação das existentes (SCHLESINGER, 2000); a compatibilização entre atividade econômica e preservação ambiental é dificultada pela limitação de recursos financeiros e tecnológicos (em muitas regiões, com economias de baixo nível de renda, a exploração dos recursos naturais é a atividade principal, as restrições ambientais precisam ser acompanhadas da oferta de alternativas sustentáveis) (SERÔA DA MOTTA e REIS, 1992).

Essa associação de fatores tem resultado na contínua degradação ambiental nesses países, em paralelo à da qualidade de vida de suas populações. A preservação do meio ambiente é vital e as grandes ameaças de hoje se devem aos impactos decorrentes dos padrões econômicos e sociais adotados para sua exploração. Um desenvolvimento que possa ser sustentado ao longo do tempo (e não apenas crescimento econômico), implica na consideração integrada das necessidades sociais e restrições ambientais (SCHLESINGER,

2000). A não existência de uma política ambiental consistente e/ou a permissividade têm levado a resultados opostos a essa perspectiva.

As questões de antagonismo entre crescimento e/ou necessidades sociais e proteção ambiental; diferenças de prioridades e possibilidades entre países; e significado, implicações e viabilidade do desenvolvimento sustentável são questões globais, complexas, como discutido no Capítulo 1, especialmente nos itens 1.3 e 1.4. Contudo, tem prevalecido o entendimento de que, consideradas as particularidades de cada país ou região, é indispensável conciliar o crescimento social com sua base natural de sustentação, sob risco de restrições ao próprio crescimento.

5.4 – O COMPORTAMENTO DA INDÚSTRIA

A postura das empresas, no Brasil, corresponde ao que lhes possibilita a regulamentação e fiscalização ambientais do país. Muitas empresas, sequer cumprem a legislação ou se utilizam de expedientes para evitar suas exigências (May ; Furtado, 1995, 1999). A postura das demais tem, predominantemente, um caráter reativo/corretivo, decorrente da necessidade de cumprir a legislação, responder a reclamações de empregados e da comunidade e da existência de problemas trabalhistas, relativos à higiene ou segurança no trabalho (DONAIRE, 1994).

Darwich (1996), em pesquisa entre as empresas do polo petroquímico de Camaçari, confirma esta situação: as exigências do CEPRAM na licença de ampliação foram determinantes para que as empresas buscassem um melhor desempenho ambiental; no entanto, predominam as medidas corretivas de fim de tubo e a busca da estrita conformidade com a legislação. A intervenção em Cubatão dependeu igualmente, da ação pública referida.

Layrargues (2000) ressalta que o principal indutor da busca de melhorias que ultrapassem a legislação é a demanda dos consumidores. Na medida em que, no Brasil, os consumidores verdes são ainda inexpressivos, as empresas, mesmo dispostas de capacidade tecnológica que lhes possibilita melhor

desempenho ambiental, adiam sua utilização até a identificação de um diferencial de mercado que o solicite. Apenas empresas exportadoras, voltadas para mercados mais exigentes, se preocupariam com melhor desempenho.

Andrade, Dias e Souza (1998) analisam a evolução da Cetrel, criada em 1978 como uma empresa estatal, Central de Tratamento de Efluentes Líquidos do polo petroquímico de Camaçari e privatizada em 1991, quando mudou sua razão social para Empresa de Proteção Ambiental S.A. Entendem que até 1996 as ações da empresa se limitaram a *“um atendimento relutante da legislação”*; a partir de então a mesma começou a buscar um diferencial competitivo para o polo.

Os autores registram diversos programas adotados pela empresa nesse sentido. Porém, todas as ações listadas se referem a melhoria do gerenciamento de resíduos e da imagem das empresas e do polo industrial como um todo (certificações, envolvimento com os trabalhadores e comunidades externas). Mesmo as ações mais próximas das fontes geradoras são medidas atenuadoras de fim de tubo (adequação de efluentes, controle de emissões). Passos (1997), engenheiro ambiental da Cetrel, valorizando a atuação da mesma, também registra, exclusivamente, ações de gerenciamento de resíduos.

A incorporação da componente ambiental nas empresas decorre, basicamente, da motivação econômica e não ecológica, *“como vem sendo comumente apontado”*. Na medida que a maioria das empresas ainda não identifica vantagens econômicas na melhoria do resultado ambiental de seus procedimentos, e que a pressão dos consumidores, no Brasil, ainda é ínfima, o fator básico de referência continua sendo a legislação (LAYARGUES, 2000).

Assim, como nos demais países, a orientação adequada da legislação brasileira e a efetividade de sua aplicação são essenciais para induzir as empresas à adoção de tecnologias ambientalmente mais eficientes, o que também será um fator de aumento da competitividade. Algumas mudanças recentes, como as registradas na legislação da Bahia (referidas no Item 5.1), começam a pressionar nesse sentido. Algumas empresas, como exemplificado

no item 4.8-II, também começaram a buscar alternativas de prevenção na fonte.

5.5 - CONCLUSÃO

A discussão sobre a política ambiental brasileira apresenta o entendimento recorrente de que o país dispõe de um aparato formal avançado mas pouco aplicado. A legislação é comparada, favoravelmente, com a de outros países mais empenhados na proteção ambiental, identificando-se como principal deficiência a capacidade ou o empenho em torná-la efetiva.

Mas a legislação continua orientada, predominantemente, para procedimentos de fim de tubo, atendo-se, basicamente, à exigência de atendimento a padrões de emissões ou limites de exploração estabelecidos pelos órgãos reguladores. O próprio estabelecimento dos padrões já traz em si uma deficiência em relação à proteção ambiental, uma vez que os processos de licenciamento tratam de empreendimentos isolados, sem considerarem a superposição de efeitos decorrentes de vários deles.

As deficiências dos órgãos de fiscalização restringem sua capacidade de monitoramento das atividades e, mais ainda, de proporem avanços na legislação e em procedimentos. As dificuldades em aplicar as punições previstas nas leis ampliam as limitações do sistema.

O procedimento das empresas, em geral, se adapta a esse quadro de baixo nível de exigência, a maioria se restringe ao cumprimento da legislação ou sequer o fazem. Muito poucas buscam inovações, em geral, motivadas por fatores externos: transnacionais, que importam alguns dos procedimentos que já são obrigadas a adotar em outros países e se mostraram mais vantajosos, ou empresas voltadas para a exportação.

A argumentação de antagonismo entre crescimento e proteção ambiental permeia tudo isso e justifica as pressões da indústria e as conseqüentes concessões dos governos, quanto a restrições a leis protecionistas ou

liberalidade em sua aplicação. As poucas exigências existentes até a década de 1970 e as dificuldades de fazer cumprir as estabelecidas após a definição da Política Nacional do Meio Ambiente, em 1981, têm possibilitado um grande dano ambiental sem que sejam resolvidos os problemas sociais, cuja resolução é apresentada como justificativa para a liberalidade com a poluição.

Como visto no Capítulo 2, a necessidade de melhorias nas leis e nos aparatos de fiscalização, o conflito entre crescimento e proteção ambiental e a predominância, dos processos de fim de tubo, ocorrem em todos os países. Entretanto, em alguns dos mais desenvolvidos, a pressão exercida sobre as empresas as tem forçado à busca de alternativas que lhes permitam atender às exigências com menores custos. Essas alternativas, além das vantagens econômicas já identificadas, induzem inovações em diferentes níveis, o que tende a um aumento progressivo dessas vantagens.

Evidentemente, são muito diferentes as possibilidades de inovação tecnológica entre os países ricos e os demais. Nos países em desenvolvimento, e principalmente nos mais pobres, a necessidade do cuidado com o ambiente se soma aos grandes problemas sócio econômicos com que ainda se debatem. As deficiências de recursos e da organização social dificultam a identificação e implementação de alternativas.

Porém, a fixação em processos estáticos e pouco eficientes, que a baixa exigência ambiental possibilita, tende a aumentar as desigualdades, ao invés de diminuí-las. enquanto orientações que induzam o movimento podem contribuir para a identificação de alternativas específicas.

CONCLUSÃO

A prevenção da poluição representa uma mudança radical nas relações entre as atividades humanas e o meio ambiente. A complementaridade entre desenvolvimento e meio ambiente é proposta como o novo paradigma ambiental, em contraposição à consideração tradicional das condicionantes da natureza como externalidades ao processo econômico: a natureza é a base indispensável do crescimento e não antagônica a este; a sua proteção é incorporada aos próprios processos de produção, ao invés de transferida para processos posteriores; o resultado ambiental dos produtos é considerado desde a etapa de projeto e para todo o seu ciclo de vida.

Otimizar o uso dos recursos naturais, além dos benefícios ambientais, reduz custos e pode proporcionar ganhos adicionais, reduzindo ao mínimo inevitável o conflito entre atividade econômica e proteção ambiental. A redução do impacto ambiental por unidade produzida contribui para a adequação da grandeza das demandas humanas à capacidade de suprimento e regeneração da natureza.

Não se pretende, como ressaltam Graedel e Allenby (1998), que o melhor resultado tecnológico, sozinho, possa contornar o excesso de pressão sobre a natureza, mas é uma melhoria indispensável e facilita a transição para a sociedade sustentável. Ajustar taxas de crescimento populacional e padrões de consumo, demanda mais tempo; a melhoria tecnológica reduz o crescimento da pressão enquanto ocorre esse ajuste.

Além disso, aplicada amplamente, a lógica da Produção Mais Limpa impulsiona a mudança em outros fatores. Melhorar a produtividade geral dos recursos naturais (eliminar desperdícios; desenvolver produtos mais eficientes, duráveis e recicláveis; suprimir embalagens e complementos desnecessários), e não apenas dos insumos em processos isolados, interfere também em padrões de consumo e comportamentos e na organização da produção.

Essas questões têm sido propostas sob diferentes títulos: Prevenção da Poluição, Produção Limpa, Produção Mais Limpa, Eco Eficiência e Ecologia Industrial. As diferenças entre os quatro primeiros, quando existem, são pouco significativas em comparação com a superposição de objetivos previstos e instrumentos propostos para alcançá-los. Decorrem, basicamente, das estratégias previstas para sua implementação ou, apenas, de terem origens diferentes. Essas proposições se focam, principalmente, em processos específicos, mas não só, uma vez que alguns defensores da Produção Mais Limpa estendem sua aplicação a toda a estrutura produtiva.

Produção Mais Limpa é o título utilizado pela ONU e pelo maior número de países e foi o adotado; prevenção da poluição e eco eficiência são amplamente utilizados em seu sentido literal (esta última foi proposta com o objetivo de traduzir eficiência ecológica e econômica).

A Ecologia Industrial prevê a otimização do uso dos recursos naturais através de sistemas integrados de empresas. Considera que por mais que se ajustem os processos, restarão resíduos e subprodutos de uma empresa que a esta não interessa ou não é possível reprocessar, e que podem servir como matérias primas mais econômicas para outras. Dessa estruturação, em que os rejeitos de um processo se constituem em matérias primas de outros, é que vem a associação com a ecologia. Quanto mais fechados os ciclos de produção menor a demanda por novas matérias primas e a devolução de resíduos ao ambiente.

Existem críticas enfáticas à Ecologia Industrial por parte de alguns defensores da Produção Mais Limpa. Estas se referem, principalmente, a que Ecologia Industrial, incentivando a reciclagem, valoriza um processo a que a Produção Mais Limpa já atribui um caráter secundário; reduziria, assim, a pressão para a otimização dos processos e a eliminação dos resíduos e subprodutos. Além disso, o deslocamento desses rejeitos, inclusive os perigosos, de um processo para outro, principalmente entre unidades produtivas afastadas entre si, expõe os trabalhadores e a sociedade a riscos que a Produção Mais Limpa se empenha em eliminar.

Entretanto, as duas vertentes podem ser complementares. A Produção Mais Limpa reconhece a dificuldade de supressão dos resíduos, tanto que prevê uma evolução progressiva nessa direção; a Ecologia Industrial também defende a otimização dos processos. Desde que assegurado que não ocorram retrocessos nos níveis de qualidade ambiental e segurança já atingidos, considerar as duas possibilidades acresce alternativas para a redução do impacto ambiental global em relação à consideração de apenas uma delas.

A prevenção da poluição tem se confirmado ambiental e economicamente mais vantajosa que os procedimentos de fim de tubo, em programas desenvolvidos em empresas e países muito diferentes; na grande maioria, implicaram em investimentos proporcionalmente baixos e de rápido retorno. Entretanto, continuam prevalecendo os procedimentos anteriores. Desconhecimento, restrições de tempo, resistências a mudanças, e a orientação predominante nas legislações, mais que fatores tecnológicos, são apontados como obstáculos à transição.

As exigências legais, em primeiro lugar, e a pressão dos consumidores são reconhecidas por pesquisadores e produtores como os principais determinantes do melhor desempenho ambiental. A redução do custo de conformidade com a legislação é a primeira vantagem identificada da prevenção da poluição em relação aos procedimentos de fim de tubo; o direito à informação, também estabelecido em lei, é outro fator de pressão sobre as empresas. Menores exigências têm implicado em piores resultados, maiores exigências, além da proteção ambiental, podem levar, também, a um melhor resultado econômico, por pressionarem pela maior eficiência nos processos.

Daí, ser proposta a adoção de instrumentos legais e econômicos adequados como meio de levar à incorporação da lógica de prevenção. Maiores restrições legais, juntamente com a adoção de instrumentos econômicos que onerem a poluição e/ou incentivem a sua redução (sobretaxas, incentivos, ecoetiquetagem) pressionam as empresas a buscarem alternativas ambientalmente mais vantajosas. Modificações na legislação que desloquem

seu foco dos processos em si para o resultado ambiental dos mesmos, facilitam a incorporação mais rápida dessas alternativas.

Porém, facilitar a mudança de processos requer a adequada capacitação dos órgãos reguladores para que seja garantida a vantagem ambiental dos novos processos. As modificações se justificam para induzir e facilitar avanços mais rápidos em relação aos níveis de exigência já atingidos; não se justifica que esses possam ser diminuídos.

Os “selos verdes” e os acordos voluntários podem contribuir para avanços em relação à legislação. Entretanto, não os asseguram. A atribuição dos primeiros pode não ser suficientemente exigente, existem críticas a alguns nesse sentido; os Sistemas de Gestão Ambiental não garantem níveis específicos de desempenho.

Produzir mais a partir de menos é uma necessidade ambiental e econômica. Na medida que aumente o reconhecimento das vantagens econômicas da prevenção, esta será adotada pelos que tiverem possibilidade de fazê-lo. As diferentes possibilidades de inovação tecnológica entre os países tendem a aumentar as desigualdades existentes, a não ser que o reconhecimento da necessidade de proteção global da natureza possa proporcionar a ampliação do acesso às novas tecnologias.

Apesar de a Produção Mais Limpa ser amplamente acessível, o alcance de cada programa, e as conseqüentes vantagens, são proporcionais à amplitude da intervenção. Esta, por sua vez, depende da capacidade técnica e econômica disponível onde seja aplicada. As grandes empresas têm desenvolvido programas próprios enquanto para as pequenas e médias, em geral, esses têm resultado do apoio dos governos e/ou instituições de pesquisa.

A tendência nos países mais desenvolvidos é de pressionar seu sistema produtivo para adoção da prevenção. Sua maior capacidade econômica e tecnológica possibilita desenvolver e implementar novas tecnologias. Em

sociedades mais ricas e organizadas, que já cobram a proteção do meio ambiente, é mais possível ajustar com segurança o sistema legal e de fiscalização e estabelecer programas de apoio à mudança para as empresas que o necessitem.

A situação é inversa nos países em desenvolvimento. Nesses, a necessidade de proteção ambiental concorre com as múltiplas carências sociais existentes. Para a maioria da população a preocupação ainda é com melhores condições de vida, para uma grande parcela é com a própria sobrevivência. A escassez de recursos financeiros e tecnológicos dificulta a reorientação da atividade produtiva.

Mudanças na legislação enfrentam maiores resistências e obstáculos; a flexibilidade pode trazer riscos, pela dificuldade de qualificar os sistemas de fiscalização; maiores exigências legais não podem implicar em prejuízos econômicos imediatos, que muitas economias não suportariam. Em muitas regiões, a proibição de uma atividade que degrada o ambiente depende da oferta de outra alternativa econômica, por uma questão de sobrevivência dos envolvidos. A necessidade de apoio aos produtores de menor porte, para que possam se modernizar, requer recursos que não estão disponíveis.

Em paralelo, pressões econômicas externas contribuem para a manutenção da situação existente. Novos investimentos estrangeiros são atraídos por legislações ambientais permissivas enquanto, ao mesmo tempo, os países mais desenvolvidos impõem barreiras comerciais com a justificativa da proteção ambiental. Assim, os demais países têm aumentadas as restrições econômicas que dificultam a modernização de seu sistema produtivo enquanto são punidos por não fazê-lo.

As necessidades sociais e as dificuldades econômicas na maioria dos países têm servido para justificar, nesses, o adiamento do cuidado ambiental, assim como dificultam sua implementação. Mas, a liberalidade com a poluição tem acrescentado problemas sem resolver os existentes; se pode facilitar o crescimento econômico imediato, dificulta sua continuidade.

No Brasil, a poluição já foi considerada “bem vinda”, uma consequência inevitável do crescimento, necessário ao atendimento das demandas sociais do país. A economia cresceu mas os indicadores sociais continuaram muito ruins, o passivo ambiental resultante onera a continuidade do crescimento e as consequências da degradação atingem mais intensamente os que menos se beneficiaram com o processo. Apesar disso, os mesmos argumentos que produziram esse resultado ainda são apresentados em oposição ao aumento das exigências. Situações semelhantes se repetem pelo mundo.

Entretanto, apesar das dificuldades e limitações específicas, os países em desenvolvimento precisam produzir de forma mais eficiente e com menor impacto ambiental. As desvantagens competitivas e as barreiras comerciais tendem a ser ainda maiores para aqueles que se fixarem nos procedimentos de fim de tubo. A ampliação daquelas pode eliminar mesmo as vantagens imediatas que a liberalidade com a poluição poderia proporcionar em outras circunstâncias.

A Produção Mais Limpa prevê um processo de melhoria contínua que possibilita a gradativa qualificação das empresas, com o aumento progressivo das possibilidades. A Ecologia Industrial também oferece alternativas: as cadeias de processos podem incluir empresas em diferentes níveis de qualificação e gerar ganhos ambientais e econômicos mesmo sem grandes mudanças tecnológicas. São possibilidades iniciais, que precisam ser ampliadas.

O crescimento econômico é necessário principalmente para os países em desenvolvimento, aonde vivem mais de três quartos da população mundial e estão as maiores carências. A utilização das tecnologias mais eficientes restritas aos países mais desenvolvidos não proporcionará um fator de redução da pressão global sobre a natureza que assegure a estabilidade do ecossistema e do desenvolvimento.

A proteção da natureza nos países em desenvolvimento também é necessária ao equilíbrio global. O reconhecimento desse fato precisa se traduzir em

medidas efetivas que lhes possibilitem crescer sem destruí-la. Não são os mais pobres, muitos sem garantia quanto à sobrevivência imediata, que podem arcar com a responsabilidade do futuro. Mas a diferença entre discurso protecionista e prática econômica é motivo de crítica permanente no debate ambiental.

Ampliar o acesso às novas tecnologias mais limpas é indispensável a um efetivo desenvolvimento, sustentável a longo prazo. Certamente não é simples obtê-lo e não ocorrerá sem pressão. Restringirem-se, os países em desenvolvimento, às posturas e procedimentos anteriores, como a uma fatalidade, não força essa discussão e não contribui para enfrentar os constrangimentos existentes; não proporciona a melhoria possível, o que aumentará o atraso relativo, e não pressiona pelo acesso aos instrumentos que possibilitam reduzi-lo.

Adotar procedimentos que iniciem a melhoria do desempenho ambiental e econômico e possibilitem identificar alternativas para a ampliação do processo, é necessário a uma inserção menos desigual na economia mundial. No Brasil, algumas leis começaram a valorizar e incentivar a prevenção. São iniciativas recentes e ainda limitadas mas podem representar o início do processo.

SUGESTÕES DE OUTROS ESTUDOS LIGADOS AO TEMA

A prevenção da poluição ainda é relativamente pouco praticada e há muito o que ser estudado, seja quanto à viabilidade de inúmeras aplicações específicas, seja quanto ao desenvolvimento de algumas ferramentas. São algumas dessas possibilidades:

- Identificar possibilidades de programas de prevenção específicos, em empresas ou setores diversos.
- Pesquisar qual a percepção e o comprometimento com a prevenção da poluição das empresas de maior porte da região de Salvador. As de petróleo, químicas e petroquímicas são um bom exemplo, pelo seu potencial poluidor e capacitação tecnológica.
- Poderia ser incluída na pesquisa em empresas certificadas, ou constituir outra, avaliar a contribuição dos Sistemas de Gestão Ambiental na mudança de procedimentos e nos resultados ambientais.
- O Polo Petroquímico de Camaçari pode comportar experiências de Ecologia Industrial. Outros polos industriais, inclusive agro indústrias, também podem ser estudados.
- A maior utilização da Análise de Ciclo de Vida e o Projeto para o Meio Ambiente depende do aumento da experiência com as duas ferramentas. O desenvolvimento de Análise e Projetos menores, dirigidos a etapas do ciclo de vida de um produto ou processo, é um meio de progredir nesse sentido.
- A eficiência da estrutura legal e de fiscalização tem sido determinante na melhoria do desempenho ambiental. A avaliação da estrutura brasileira e proposições de ajustes contribuiriam para sua orientação para a prevenção.
- A possibilidade de incorporação da prevenção nos países em desenvolvimento, e as implicações econômicas daí decorrentes, são fatores de preocupação que justificam estudos, provavelmente orientados por setores produtivos. Essa consideração é necessária para avaliação da velocidade de aumento das exigências legais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J.C.S.; DIAS, C.C.; SOUZA, S.S.; *Para além das estratégias ambientais reativas: o desafio da Cetrel*, Bahia, Tecbahia, v.13, n.1, p. 111-128, CEPED, jan./abr. 1998

ADGER, W.N. *Environmental and ecological economics*, in *Environmental Science for Environmental Management*, O'Riordan, T., ed., 2^a ed., p.93-118, Grã Bretanha, Prentice Hall, 2000

ADGER, W.N.; O'RIORDAN, T. *Population, adaptation and resilience*, in *Environmental Science for Environmental Management*, O'Riordan, T., ed., 2^a ed., p. 149-170, Grã Bretanha, Prentice Hall, 2000

ANDREWS, C. *Policies to Encourage Clean Technology* in *Industrial Ecology and Global Change*, Socolow et al., ed., p. 405-422, Grã Bretanha, Cambridge University Press, 1994

ASHFORD, N. A. *Industrial safety: the neglected issue in industrial ecology*, Grã Bretanha, *Journal of Cleaner Production*, v.5, n. 1-2, p. 115-121, Elsevier Science Ltd., 1997.

ASHFORD, N.A.; COTÉ, R. P. *An Overview of the Special Issue*, Grã Bretanha, *Journal of Cleaner Production*, vol.5, n^o 1-2, p. I- IV, Elsevier Science Ltd., 1997.

AUSUBEL, J.H. *A Liberação do Meio Ambiente*, Bahia, Tecbahia, v.12, n. 2, p.29-41, CEPED, maio/ago. 1997, trad. do original *The Liberation of the Environment*, Dedadlus, 1996.

BALL, S.; BELL, S. *Environmental Law*, 3^a ed., Londres, Blackstone Press Ltd., 1995.

BARONI, M. *Ambiguidades e Deficiências do Conceito de Desenvolvimento Sustentável*, São Paulo, *Revista de Administração de Empresas*, v.32, n.2, p. 14-24, FGV, abr./jun. 1992.

BASEL CONVENTION, *Informações básicas*, disponível em: www.basel.int/pub/basics.html, acesso em 29/08/2001.

BELLIA, V. *Introdução à Economia do Meio Ambiente*, Brasília, Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1996.

BOONS, F.A.A.; BAAS, L.W. *Types of industrial ecology: the problem of coordination*, Grã Bretanha, Journal of Cleaner Production, v.5, n.1-2, p. 19-86, Elsevier Science Ltd.,1997.

BRASIL *CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL*, 1988, São Paulo, 27 ed., Editora Saraiva, 2001.

BRESSAN JR, A. *Principais Resultados da Política Ambiental Brasileira*, Rio de Janeiro, Revista de Administração Pública, v.26, n.1, p. 96/122, FGV, jan./mar. 1992

BURGY, R.; PATERSON, R., *Improving compliance with State environmental regulations*, Journal of Policy Analysis and Management, n.12, p. 753-72, 1993.

CANTOR, R.; RAYNER, S. *Changing Perceptions of Vulnerability*, in Industrial Ecology and Global Change, Socolow, R., Andrews, C., Berkhout, F. e Thomas, V., ed., p. 69-84, Grã Bretanha, Cambridge University Press, 1994.

CARR-HARRIS, H. *Cleaner Production: A Strategy, a Tool* in Eco-Efficiency and Factor 10, Peneda, C. e Frazão, R. (eds), p. 39-41, Lisboa, INETI, 1997.

CHEN, R.S. *The Human Dimension of Vulnerability*, in Industrial Ecology and Global Change, Socolow, R., Andrews, C., Berkhout, F. e Thomas, V., ed., p. 85-106, Grã Bretanha, Cambridge University Press, 1994.

CHRISTIE, I.; ROLFE, H.; LEGARD, R. *Cleaner Production in Industry*, Londres, Policy Studies Institute, 1995.

CINQ-MARS, J. *Eco-Efficiency Potential and Interest in OECD Countries*, in Eco-Efficiency and Factor 10, Peneda, C. e Frazão, R. (eds), p. 21-28, Lisboa, INETI, 1997.

CLIFT, R. *Pollution and Waste Management: Cradle-to-Grave Analysis*, Londres, Science in Parliament, v.50, n. 3, 1993

CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas, SENAI, UNIDO, UNEP *Produção Mais Limpa Uma Abordagem Ambiental e Econômica para a Indústria*, Bahia, Tecbahia v.14, n.2, p. 61-67, CEPED, maio/ago.1999.

COMMONER, B. *The relation between industrial and ecological systems*, Grã Bretanha, Journal of Cleaner Production, v.5, n.1-2, p. 125-129, Elsevier Science Ltd.,1997.

COTÉ, R. P.; SMOLENAARS, T. *Supporting pillars for industrial ecosystems*, Grã Bretanha, Journal of Cleaner Production, v.5, n. 1-2, p. 67-74, Elsevier Science Ltd.,1997.

CRA – Centro de Recursos Ambientais do Estado da Bahia, *Bahia – Nova Legislação Ambiental*, junho de 2001.

_____ *Compêndio de Legislação Ambiental*, CD ROM, CRA 1999.

_____ *Lei 6.938 de 31/08/1981, Lei Federal do Meio Ambiente*, disponível em www.cra.ba.gov.br/legi, acesso em 06/12/2000.

DALY, H. *Allocation, distribution and scale: toward na economics that is efficient, just and sustainable*, *Ecological Economics*, v. 6, p. 185-193, 1992.

DIAS, E.G.C.S.; SANCHEZ, L.E. *A participação pública versus os procedimentos burocráticos no processo de avaliação de impacto ambiental de uma pedreira*, Rio de Janeiro, *Revista de Administração Pública*, v.33, n.4, p. 81-91, FGV, jul/ago 1999.

DONAIRE, D., *Considerações sobre a variável ambiental na empresa*, São Paulo, *Revista de Administração de Empresas* v.34, n.2, p. 68-77, FGV, mar./abr.1994.

DOUGLAS, J.M., *Process syntesis for waste minimization*, *Industrial Engineering Chemistry Res.*, v. 31, n. 1,, p. 238-243,1992.

EHRENFELD, J. R. *Industrial ecology: a framework for product and process design*, Grã Bretanha, *Journal of Cleaner Production*, v.5, n. 1-2, p. 87-95, Elsevier Science Ltd.,1997.

EL-HALWAGI, M.M.; MANOUSIOUTHAKIS, V., *Syntesis of mass exchange network*, *AIChE Journal*, v. 35, n. 8, p. 1233-1244, 1989.

ERKMAN, S. *Industrial ecology: an historical view*, Grã Bretanha, *Journal of Cleaner Production*, v.5, n. 1-2, p. 1-10, Elsevier Science Ltd., 1997.

EUA, *US Code, Title 42, Chapter 116, Emergency Planning and Comunity Right to Know*, disponível em: www4.law.cornell.edu.uscode/unframed/42/11046.html, acesso em 15/08/2001 (2001a).

_____ *US Code, Title 42, Chapter 133, Pollution Prevention*, disponível em: www4.law.cornell.edu.uscode/unframed/42/11046.html, acesso em 15/08/2001 (2001b).

FRIEND, G., *Da Projeção Sustentável de Produtos à Estratégia Sustentável de Negócios*, Bahia, *Tecbahia* v.14, n.2, p. 31-37, CEPED, maio/ago. 1999.

FROSCH, R.A. *No Caminho Para o Fim dos Resíduos: As Reflexões Sobre Uma Nova Ecologia das Empresas*, Bahia, *Tecbahia*, v. 12, n. 2, p. 42-53, maio/ago. 1997, trad. do original *Toward the End of Waste: Reflection on a New Ecology of Industry*, Dedalus, 1996.

FROSCH, R.; GALLOPOULOS, N.E. *Scientific American*, setembro, 1989.

FURTADO, J.S., *Novas políticas e a indústria social e ambientalmente responsável*, São Paulo, 1999a, 33pg. Disponível em: <http://www.vanzolini.org.br/areas/desenvolvimento/producaolimpa/>. Acesso em 13 dez. 1999

_____*ISO14001 e Produção Limpa: importantes porém distintas em seus propósitos e métodos*, São Paulo, 1999b, 3pg. Disponível em: <http://www.vanzolini.org.br/areas/desenvolvimento/producaolimpa/>. Acesso em 13 dez. 1999

_____*Atitude ambiental responsável na construção civil: ecobuilding & produção limpa*, São Paulo, 1999a, 18pg. Disponível em: <http://www.vanzolini.org.br/areas/desenvolvimento/producaolimpa/>. Acesso em 13 dez. 1999

GEORGESCU-ROEGEN, N., *Energy and Economic Myths*, cap. 1, Nova York, Pergamon Press, 1976 (Tradução resumida de André G. Ghirardi, maio de 1995).

GRAEDEL, T.E. *Industrial Ecology: Definition and Implementation*, in *Industrial Ecology and Global Change*, Socolow, R., Andrews, C., Berkhout, F. e Thomas, V., ed., p. 23-41, Grã Bretanha, Cambridge University Press, 1994.

GRAEDEL, T.E.; ALLENBY, B.R. *Industrial Ecology*, New Jersey, Prentice Hall, 1995.

_____*Industrial Ecology and the Automobile*, New Jersey, Prentice Hall, 1998.

GRÜBLER, A. *Industrialization as a Historical Phenomenon*, in *Industrial Ecology and Global Change*, Socolow, R., Andrews, C., Berkhout, F. e Thomas, V., ed., p. 43-68, Grã Bretanha, Cambridge University Press, 1994.

GUIMARÃES, V.C.P.; MacDOWEL, S.F.; DEMAJOROVIC, J. *Fiscalização do meio ambiente no Estado de São Paulo*, Rio de Janeiro, Revista de Administração de Empresas v.31, n.1, p. 96-111, FGV, jan./fev. 1997

HALL, C.A.S. *Buletin of the Anatomic Scientist*, v. 31, p. 11-21, 1975.

HART, S.L. *Atuação Empresarial Além do Verde: Estratégias para Sustentabilidade do Mundo Futuro*, Bahia, Tecbahia, v. 12, n.3, p.42-53, set./dez. 1997, original publicado na Harvard Business Review, jan./fev. 1997.

HENRIQUES, P. *Eco-Eficiência, Uma Estratégia Ganhadora para a Indústria e Governo(s)* in *Eco-Efficiency and Factor 10*, Peneda, C. e Frazão, R. (eds), p. 29-36, Lisboa, 1997.

HILLARY, R.; THORSEN, N. *Regulatory and self-regulatory measures as routes to promote cleaner production*, Grã Bretanha, Journal of Cleaner Production, v.7, p. 1-11, Elsevier Science Ltd., 1999.

HINTERBERGER, F. *Material Flows and Desmaterialisation in Eco-Efficiency and Factor 10*, Peneda, C. e Frazão, R. (eds), p. 53-58, Lisboa, INETI, 1997.

HUISING, D., *Tecnologias Limpas Através de modificações de processo e substituição de materiais*, Saneamento Ambiental, p. 3-8, 1993.

HUNT, G.E. *Waste Reduction Techniques: an Overview*, in: Pollution Prevention Review, 1991.

HUQ, S. *Global Industrialization: A Developing Country Perspective*, in Industrial Ecology and Global Change, Socolow, R., Andrews, C., Berkhout, F. e Thomas, V., ed., p. 107-113, Grã Bretanha, Cambridge University Press, 1994.

ISALSKI, H., *ENVOP for waste minimisation*, IChemE Environment Protection Bulletin, v. 34, p. 16-21, 1995.

ISO – International Standard Organization, *ISO 14040 – Gestão ambiental – Análise de Ciclo de Vida – Princípios e estrutura*, 1997.

_____ *ISO 14041 – Gestão ambiental – Análise de Ciclo de Vida – Definição de Objetivo e escopo e análise de inventário*, 1998

_____ *ISO 14042 – Gestão ambiental – Análise de Ciclo de Vida – Análise de impacto de ciclo de vida*, 2000a.

_____ *ISO 14043 – Gestão ambiental – Análise de Ciclo de Vida – Interpretação de ciclo de vida*, 2000b.

KING, D. *Justifying Sustainability: some basics of applied ecological economics*, in Janson, A. M. et al., The ecological economics approach to sustainability, Washington, Island Press, 1994.

KIPERSTOK, A., *Gerenciamento e Tecnologias Ambientais na Indústria – Tendências Atuais*, Bahia, Apostila do Curso de Formação de Facilitadores, 8 pg., UFBA, 1997.

_____ *Gerenciamento Ambiental – Aspectos Legais e Institucionais*, Bahia, Apostila do Curso de Especialização em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais na Indústria, 12 pg., UFBA, 1998.

KIPERSTOK, A.; SARRATT, P.N., *Optimisation of pollution control operations in industrial sites considering decay capabilities of the receptors*, Grã Bretanha, Computers Chemical Engineering, v. 21, p. 977-981, 1997.

LA GREGA, M.D.; BUCKINGHAM, P.L.; EVANS, J.C. *The Environmental Resources Management Group: Hazardous waste management*, Singapore, McGraw-Hill, 1994.

LAYRARGUES, P.P. *Sistema de Gerenciamento Ambiental e Tecnologias Limpas: a delicada relação empresa-meio ambiente no ecocapitalismo*, São Paulo, Revista de Administração de Empresas, v.40, n.2, p. 80-88, FGV, abr./jun. 2000.

LEHNI, M. *Applying Eco-Efficiency: The Key to Competitiveness in the New Century?* in *Eco-Efficiency and Factor 10*, Peneda, C. e Frazão, R. (eds), p. 13-19, Lisboa, INETI, 1997.

LÉLÉ, S.M. *Sustainable Development: a critical review*, Grã Bretanha, World Development, n.19, p. 607-621, Pergamon Press, jun 1991.

LOVINS, A. B.; LOVINS, L. H.; HAWKEN, P. *A road map for natural capitalism*, EUA, Harvard Business Review, p. 145-148, maio/jun., 1999.

LOWE, E. *Total Quality Environmental Management*, p. 73-84, outono,1993.

MACEDO, L.S.V. *O Sistema de Auditoria e Gestão Ambiental para Autoridades no Reino Unido – EMAS-LA: uma nova abordagem na gestão do meio ambiente ou apenas mais uma etapa burocrática?*, São Paulo, Anais do V Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, p. 651-664, Plêiade, 1999.

MARGALEF, R., *The American Naturalist*, v. 97, p. 357-374, 1963.

MARQUESINI, A.M.B.G.; ZOUAIN, D.M., *Revisitando a abordagem jurídica da questão ambiental: como as constituições estaduais tratam o meio ambiente*, Rio de Janeiro, Revista de Administração Pública, v26, n.1, p. 19-49, jan./mar. 1992

MAY, P.H. *Economia Ecológica e o Desenvolvimento Equitativo do Brasil*, in MAY, P.H. (org), *Economia Ecológica – Aplicações no Brasil*, p. 1-18, Rio de Janeiro, Campus, 1995.

MAZON, R., *Em direção a um novo paradigma de gestão ambiental – Tecnologias limpas ou prevenção da poluição*, São Paulo, Revista de Administração de Empresas v.32, n.2, p. 78-98, FGV, abr./jun.1992.

MENEZES, C.L. *Emergência e evolução da política ambiental urbana no Brasil: do Estado Novo à Nova República*, Rio de Janeiro, Revista de Administração Pública, v31, n.1, p. 70-95, jan./fev. 1997

MONOSOWSKI, E. *Políticas Ambientais e desenvolvimento no Brasil*, São Paulo, Cadernos FUNDAP, ano 9, n. 16, p. 15-24, jun. 1989.

MONTAGUE, P. *Producción Limpia*, Bahia, Tecbahia, v.14, n.2, p. 52-60, CEPED, maio/ago.1999.

ODUM, E.P. *Commentary: source reduction, input management and dual capitalism*, Grã Bretanha, Journal of Cleaner Production, v.5, n. 1-2, p. 123, Elsevier Science Ltd., 1997.

ODUM, H.T.; PINKERTON, R.C. *American Scientist*, v. 43, p. 331-343, 1955.

OLDENBURG, K.U.; GEISER, K. *Pollution Prevention and....or Industrial Ecology?*, Grã Bretanha, Journal of Cleaner Production, v.5, n. 1-2, p. 103-108, Elsevier Science Ltd., 1997.

O'RIORDAN, T. *The global environment debate*, in *Environmental Science for Environmental Management*, O'Riordan, T., ed., p. 16-29, Londres, Longman Scientific & Technical, 1995

_____ *Environmental science on the move*, in *Environmental Science for Environmental Management*, O'Riordan, T., ed., 2ª ed., p. 1-27, Grã Bretanha, Prentice Hall, 2000a

_____ *The sustainability debate*, in *Environmental Science for Environmental Management*, O'Riordan, T., ed., 2ª ed., p. 29-61, Grã Bretanha, Prentice Hall, 2000b

OTA, *Serious Reduction of Hazardous Wastes for Pollution Prevention and Industrial Efficiency*, Washington, Congress Office of Technology Assessment, 1986.

PAPALEXANDRI, K.P.; PISTIKOPOULOS, E.N.; FLOUDAS, C.A., *Mass exchange networks for waste minimization: a simultaneous approach*, Grã Bretanha, Trans. IchemE/a, n.72, p. 279-294, 1994.

PARIKH, J. et al. *Padrões de Consumo - A Força Propulsora do Esgotamento Ambiental*, in *Valorando a Natureza*, São Paulo, Campus, p. 339-345, 1994.

PASSOS, J.A.L. *Polo Petroquímico de Camaçari; um modelo avançado de gerenciamento de resíduos sólidos perigosos*, Bahia, *Análise e Dados*, v.7, n.1, p.111-115, SEI, jun.1997

PAULI, G. *Zero emissions: the ultimate goal of cleaner production*, Grã Bretanha, Journal of Cleaner Production, v.5, n.1-2, pg. 109-113, Elsevier Science Ltd., 1997.

PENEDA, C. *Produção Mais Limpa- dos sintomas às causas- um investimento rentável*, Lisboa, INETI, 1996.

PENEDA, C.; FRAZÃO, R. *ECODESIGN no desenvolvimento de produtos*, Lisboa, INETI-ITA, 1995.

_____ (ed) *Eco-Efficiency and Factor 10*, workshop promovido pelo INETI - Instituto Nacional de Tecnologia Industrial, Lisboa, 1997.

PENEDA, C.; VENTURA, F. *Produção Mais Limpa: estudos de caso*, Lisboa, INETI-ITA, 1996.

POTTER, J. E. *A Practical Perspective on Impediments to Introducing Cleaner Production*, Budapeste, Anais da 6th European Roundtable on Cleaner Production, 5pg., 1999.

PORTER M. E.; LINDE, C. van der. *Toward a New Conception of the Environment- Competitiveness Relationship*, Journal of Economical Perspectives, v.9, n.4, p. 97-118, 1995.

RATTNER, H. *Sustainable Development – Trends and Perspectives*, FEA/USP, set 1991.

SACHS, I. *Paradigma do crescimento responsável* in GESTÃO AMBIENTAL – Compromisso da Empresa, fascículo 1, p.2, São Paulo, publicação conjunta Instit. Herbert Levy, IBAMA e SEBRAE, em 8 fascículos publicados às quartas feiras, Gazeta Mercantil, mar./maio 1996.

SAGAR, A.D.; FROSCH, R.A. *A perspective on industrial Ecology and its application to a metal-industry ecosystem*, Grã Bretanha, Journal of Cleaner Production, v.5, n.1-2, pg. 39-45, Elsevier Science Ltd., 1997.

SCHLESINGER, S. *Livre Comércio e Preservação do Meio Ambiente: uma parceria insustentável*, FASE, disponível em www.rits.org.br/pbsd, jul. 2000

SCHNITZER, H. *From Cleaner Technologies to Zero Emission Practices*, Budapeste, Anais da 6th European Roundtable on Cleaner Production, 8pg., 1999.

SCHMIDT-BLEEK, F. *The MIPS concept and Factor 10* in *Eco-Efficiency and Factor 10*, Peneda, C. e Frazão, R. (eds), p. 43-51, Lisboa, INETI, 1997.

SCHWARZ, E.J.; STEININGER, K.W., *The Industrial Recycling Network. Enhancing Regional Development.*, Memorandum de Pesquisa n. 9501, Áustria, Universidade de Gratz, 1995.

SENADO FEDERAL, AGENDA 21, *Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - Rio de Janeiro, 1992*, Brasília, 1996.

SERÔA DA MOTTA, R.; REIS, E.J. *O Financiamento do Processo de Desenvolvimento*, Rio de Janeiro, Revista de Administração Pública, v.26, n.1, p. 163-187, FGV, jan./mar. 1992.

SHEN, T. T. *Industrial Pollution Prevention*, Berlim, Springer-Verlag, 1995

SHERIDAN, J.H. *Attacking Waste and Saving Money...Some of the Time*, Industry Week, p. 4-43, 17 de fevereiro, 1992.

SOCLOW, R. *Six Perspectives from Industrial Ecology*, in *Industrial Ecology and Global Change*, Socolow, R. et al., eds., p. 3-16, Grã Bretanha, Cambridge University Press, 1994.

TURNER, R.K. *Environmental economics and management*, in *Environmental Science for Environmental Management*, O'Riordan, T., ed., p. 30-44, Londres, Longman Scientific & Technical, 1995

TURI - Massachusetts Toxic Use Reduction Institute, *What is toxics use reduction*, 8pg., home page disponível em: <http://www.turi.org/HTMLSrc/Turi.html>, acesso em 02/08/2000a.

_____ *TURA Data Analysis*, 4pg., home page disponível em: <http://www.turi.org/HTMLSrc/Turi.html> acesso em 27/11/2000b.

_____ *Six Years of Progress in Toxics Use Reduction* disponível em: http://www.turi.org/HTMLSrc/six_years.html, acesso em 14/05/2001.

UNEP – United Nations Environment Program *Life Cycle Assessment: what it is and how to do it*, 1 ed., Paris, UNEP, 1996.

_____ *Cleaner Production*, Paris, Industry and Environment, v.17, 1994

_____ *Good Housekeeping: Case Studies of Cleaner Production Application*, Paris, UNEP IE/PAC, 1992.

UNIVERSITY OF BRITISH COLUMBIA, *How sustainable are our choices?*, disponível em: www.ire.ubc.ca/ecoresearch/ecoftpr.html, acesso em 15/08/01.

USEPA, *Pollution Prevention Resources and Training Opportunities*, TS-792A, 1992.

_____ *Right to know*, 3p., home page, disponível em: <http://www.epa.gov>, acesso em 02/08/2000, 2000a

_____ *Toxics Release Inventory (TRI)*, 4p., home page, disponível em: <http://www.epa.gov>, acesso em 18/12/2000, 2000b

_____ *Using the Toxics Release Inventory*, 3p., home page, disponível em: <http://www.epa.gov>, acesso em 02/08/2000, 2000c

_____ *National and International Toxics Release Inventory Programs*, 2p., home page, disponível em: <http://www.epa.gov>, acesso em 02/08/2000, 2000d

_____ *SARA Overview*, disponível em: <http://www.epa.gov>, acesso em 13/08/2000, 2001a

_____ *CERCLA Overview*, disponível em: <http://www.epa.gov>, acesso em 13/08/2000, 2001b

VIANNA, M.D.B.; VERONESE, G. *Políticas ambientais empresariais*, Rio de Janeiro, Revista de Administração Pública, v.26, n.1, p. 123-144, FGV, jan./mar. 1992.

WALLNER, H.P.; NARADOSLAWSKY, M., Grã Bretanha, *Journal of Cleaner Production*, v.2, pg. 167-171, Elsevier Science Ltd., 1995.

WBCSD; UNEP *Eco-Efficiency and Cleaner Production – Charting the Course to Sustainability*, Paris, UNEP, 1997.

WERNICK, I. K.; HERMAN, R.; GOVIND, S.; AUSUBEL, J.H. *Materialização e Desmaterialização: Limites e Tendências*, Bahia, Tecbahia, v. 12, n. 3, 12-26, set./dez. 1997, original publicado na *Dedalus* v.125, n.3, 1996.

ZERI *What is ZERI*, 2pg., home page disponível em: <http://www.zeri.org>, acesso em 02/08/2000.

APÊNDICE A

ANÁLISE DE CICLO DE VIDA E PROJETO PARA O MEIO AMBIENTE

A Análise de Ciclo de Vida (ACV) é uma ferramenta de avaliação integrada dos efeitos ambientais associados a um produto, processo ou atividade, e de identificação de alternativas para sua redução. Considerando desde a extração das matérias primas à deposição final de resíduos, sua aplicação proporciona uma visão abrangente do elemento estudado e de suas iterações com a natureza; avalia tanto sua carga ambiental total efetiva, quanto as cargas associadas a cada estágio do seu ciclo de vida. Possibilita, assim, a identificação de alternativas ambientalmente mais amigáveis ao longo de todo o ciclo e dos estágios em que a intervenção é mais eficaz para a melhoria do desempenho ambiental.

O Projeto para o Meio Ambiente ou Ecodesign (ou DfE, do título em inglês Design for Environment) prevê, ainda na etapa de concepção de um produto ou atividade, o impacto ambiental do projetado ao longo de todo o seu ciclo de vida e procura identificar alternativas que o minimizem. As informações proporcionadas pela ACV subsidiam as decisões de projeto.

A ACV e o Projeto para o Meio Ambiente são dois instrumentos recentes e ainda pouco utilizados mas essenciais às estratégias de prevenção da poluição, uma vez que orientados diretamente para a previsão antecipada dos impactos ambientais e para sua redução ou supressão. Continuam sendo elaborados e consolidados, com vistas à ampliação de sua utilização e eficiência.

1 - ANÁLISE DE CICLO DE VIDA (ACV)

1.1 - O que é análise de ciclo de vida

“A Análise de Ciclo de Vida é um processo objetivo para avaliar as cargas ambientais associadas a um produto, processo ou atividade pela identificação e quantificação da energia e materiais usados e dos resíduos liberados no ambiente; avaliar o impacto do uso daqueles materiais e energia e das emissões, sobre o meio ambiente; avaliar e implementar oportunidades de melhorias ambientais. A análise inclui todo o ciclo de vida do produto, processo ou atividade, abrangendo extração e processamento de matérias primas; fabricação, transporte e distribuição; uso, reuso, manutenção; reciclagem e disposição final.” (definição da SETAC³⁰, transcrita em GRAEDEL e ALLENBY, 1995, p. 108).

A Análise de Ciclo de Vida é uma ferramenta de análise integrada de todos os efeitos ambientais decorrentes do ciclo de vida do elemento estudado, onde quer que esses efeitos ocorram, e de identificação de alternativas para sua redução. O objeto de estudo pode ser, além de um produto, processo ou atividade, a função atendida pelos mesmos. (*“uma ACV pode se focar em um produto, como o fósforo, ou em uma função, como a de acender um fogão a gás”*). A consideração do produto ou da função permite analisar tanto a alternativa de melhorar o desempenho daquele produto específico quanto a de identificar outro modo, ambientalmente mais amigável, de atender à mesma função (UNEP, 1996).

Por considerar desde a obtenção das matérias primas até a deposição final de resíduos é referida como avaliação “do berço ao túmulo”. Sua orientação e as informações dela resultantes, diferem substancialmente das de outros instrumentos de avaliação, controle ou proteção ambiental.

³⁰ SETAC – Society for Environmental Toxicology and Chemistry (Sociedade para a Química e Toxicologia do Meio Ambiente)

A maioria das ferramentas que subsidiam as decisões relativas à proteção do meio ambiente enfocam um tipo de relação causa e efeito isolada, como os riscos e impactos associados a uma determinada instalação ou que podem advir de um novo processo. Orientam-se para o controle ou redução desses efeitos específicos o que, em geral, pode ser obtido por controles de “fim de tubo” (UNEP, 1996) .

A ACV ultrapassa os limites das fábricas ou serviços. Sua orientação e amplitude proporcionam um maior conhecimento dos produtos, processos ou atividades, e de seus reflexos sobre o ambiente. Possibilitam avaliar as cargas ambientais associadas a cada estágio do seu ciclo de vida e, conseqüentemente, o reconhecimento de onde ocorrem os impactos mais significativos. A análise também da função à qual os produtos ou processos atendem amplia o leque de opções de melhoria.

Além disso, a abordagem sistêmica evita a substituição de um problema por outro, o que pode acontecer quando a intervenção ocorre a partir da consideração de apenas uma etapa do ciclo de vida do produto ou processo. A avaliação pontual pode levar ao deslocamento do impacto ambiental de um determinado estágio do ciclo de vida para outro; de um local específico para outro; ou gerar outro tipo de problema em substituição ao que foi evitado.

Por exemplo:

- a fabricação de produtos mais fáceis de desmontar e reciclar, para reduzir a geração de resíduos, pode implicar em maior consumo de material no processo de produção (UNEP, 1996).
- a substituição de motores a explosão por motores elétricos, em automóveis, reduz as emissões no local de utilização desses, o que é uma vantagem evidente nas grandes cidades, mas requer uma maior geração de energia elétrica o que implica em impactos em outros locais. Se a eletricidade provém de usinas movidas pela queima de combustíveis fósseis, por exemplo, aumentam as emissões dessas instalações (quando a comparação ocorre entre o suprimento de energia para veículos convencionais padrão e para motores elétricos de baixa eficiência, as emissões totais resultantes de NOx, material particulado e SOx são da ordem de duas, quatro e quatro vezes e

meia maiores, respectivamente, para atendimento das necessidades dos veículos elétricos). Além disso, a substituição representa uma redução insignificante no consumo global de energia [segundo a publicação do UNEP (1996) pode haver até um aumento], e praticamente não há vantagens em relação à emissão de gases geradores do efeito estufa. Por outro lado, é mais fácil controlar poucas fontes concentradas de emissão do que muitas pequenas fontes dispersas (GRAEDEL e ALLENBY, 1995).

A Figura A.1 mostra um esquema de fluxo de materiais, previsto pela Ecologia Industrial. A realização de uma ACV completa implica em levantar os efeitos ambientais de cada um dos eventos previstos (e suas causas), possibilitando avaliar as implicações e as reais vantagens de intervenções localizadas e em todo o processo.

Principais Aplicações

As informações proporcionadas pela Análise de Ciclo de Vida se aplicam a subsidiar: as tomadas de decisão quanto a escolha de materiais constituintes, processos e produtos; o desenvolvimento de projetos e reprojeto de produtos e processos; a definição de políticas governamentais de desenvolvimento ou de incentivo; a modificação de procedimentos industriais e, até, de estilos de vida. Reduzem a margem de subjetividade na avaliação dos problemas ambientais e na identificação de alternativas ambientalmente mais saudáveis.

A ACV incentiva a consideração sistemática das questões ambientais associadas aos diversos processos e pode subsidiar as ações de governos, empresas e ONGs (UNEP; ISO, 1996, 1997). Algumas ONGs têm uma posição contrária à ACV, argumentando com a possibilidade de manipulação da análise e de sua utilização em benefício de quem a desenvolve (UNEP, 1996).

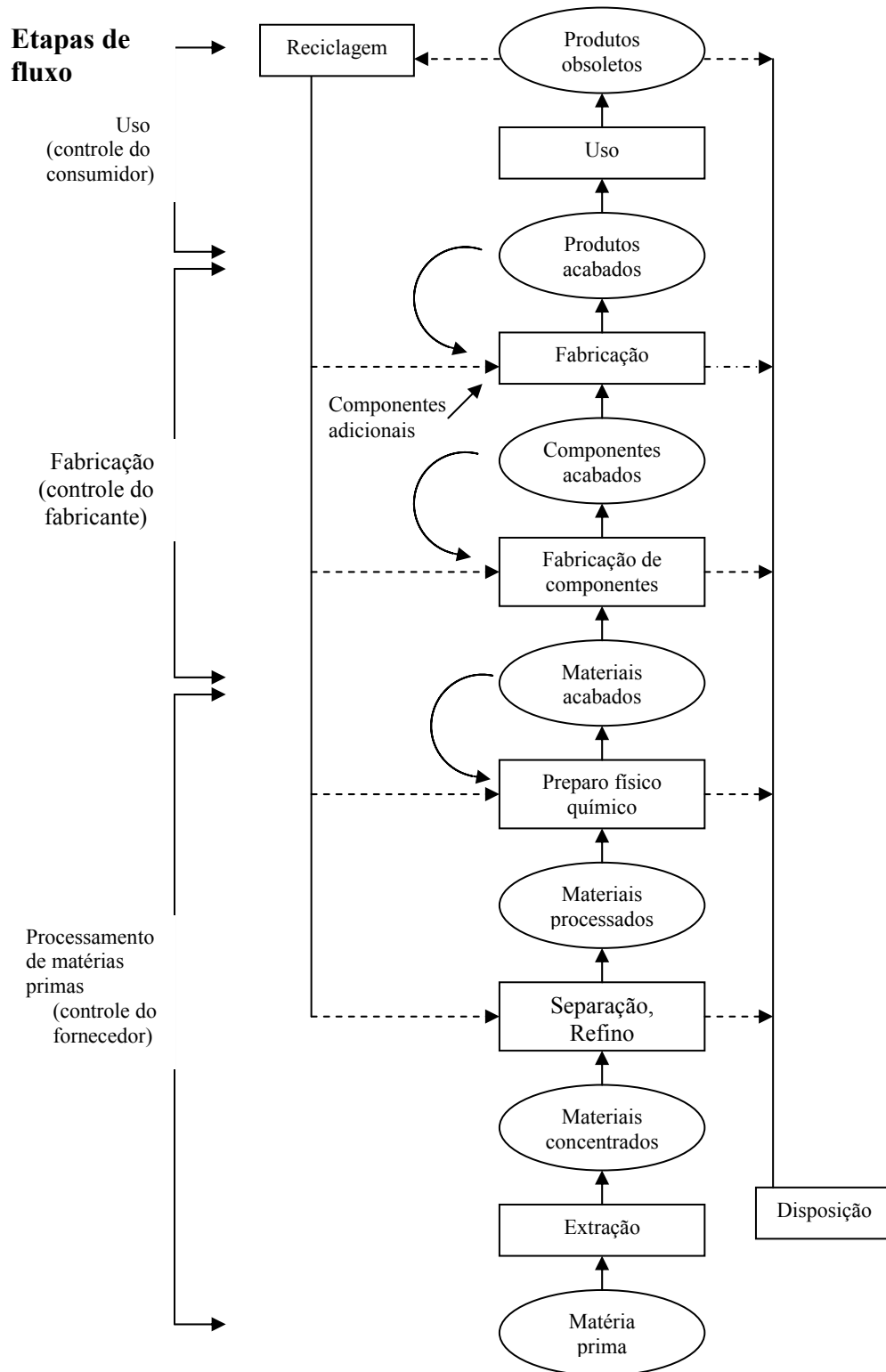


Figura A.1 – Ciclo Total de Fluxo de Material
 Fonte: Graedel e Allenby, 1995

Limitações da ACV

A ACV tem seu papel e orientação específicos e não substitui as demais ferramentas de análise e proteção ambiental, soma-se a elas. Não é mais adequada para todos os casos e não tem como propósito avaliar os aspectos econômicos ou sociais dos produtos (UNEP; ISO, 1996, 1997).

A ISO 14040 lista como exemplo de limitações da ACV: a natureza das escolhas e hipóteses assumidas (como limites do sistema, ou fontes de dados) pode ser subjetiva; os modelos usados para análise de inventário ou avaliação de impacto ambiental são limitados pelas hipóteses e podem não ser viáveis para todas as aplicações; resultados focados em questões mais amplas podem não ser apropriados para questões locais; e, a precisão do resultado depende da acessibilidade e qualidade dos dados necessários.

1.2 – O processo de análise

Uma ACV se desenvolve em três estágios:

- identificação e quantificação das cargas ambientais decorrentes do consumo de energia e matérias primas e das emissões e resíduos resultantes;
- avaliação do impacto potencial dessas cargas; e
- avaliação de alternativas para melhoria do desempenho ambiental.

A estruturação da ACV

Em 1965 a Coca Cola patrocinou um estudo cujo objetivo era a comparação entre o peso ambiental de diferentes embalagens de refrigerantes. O processo da quantificação do uso de recursos naturais e de emissões, desenvolvido no estudo, tornou-se conhecido como REPA (Resource and Environmental Profile Analysis). A evolução desse processo resultou no que hoje é conhecido como Análise de Ciclo de Vida (CHEHEBE, 1997). A origem desta última é atribuída à SETAC, em 1972.

Inicialmente, a falta de um padrão de referência levou a que as primeiras aplicações de Análise de Ciclo de Vida obtivessem resultados divergentes para

o mesmo produto, o que justificava a contestação desses e do próprio processo.

A partir de discussões e trabalhos desenvolvidos em vários países e instituições logrou-se o estabelecimento de uma estrutura de trabalho para desenvolvimento da ACV, uniforme e amplamente aceita, que é um fundamento indispensável para a difusão da sua prática e para a confiabilidade dos resultados obtidos. A estruturação atual foi adotada inicialmente pela SETAC, no seu Código de Práticas de ACV, em 1991, e posteriormente incorporada pelo PNUMA ao seu Programa de Produção Mais Limpa, e pelo sistema ISO (UNEP; CHEHEBE, 1996, 1997).

Também em 1991, a ISO começou a discutir o estabelecimento de padrões para desenvolvimento de ACV, que se traduziram nas normas da série 14040: ISO 14040 (ISO, 1997) – ACV- Princípios e Estrutura, ISO 14041 (ISO, 1998)- ACV- Definição de Objetivo e Escopo e Análise de Inventário, ISO 14042 (ISO, 2000a) – ACV- Avaliação de Impacto de Ciclo de Vida, ISO 14043 (ISO, 2000b) – ACV- Interpretação de Ciclo de Vida.

As fases da ACV

A ACV é dividida em quatro fases, conforme representado na Figura A.2. As setas ressaltam a interatividade do processo: as fases se influenciam mutuamente e os resultados obtidos em cada etapa podem levar a revisões das demais.

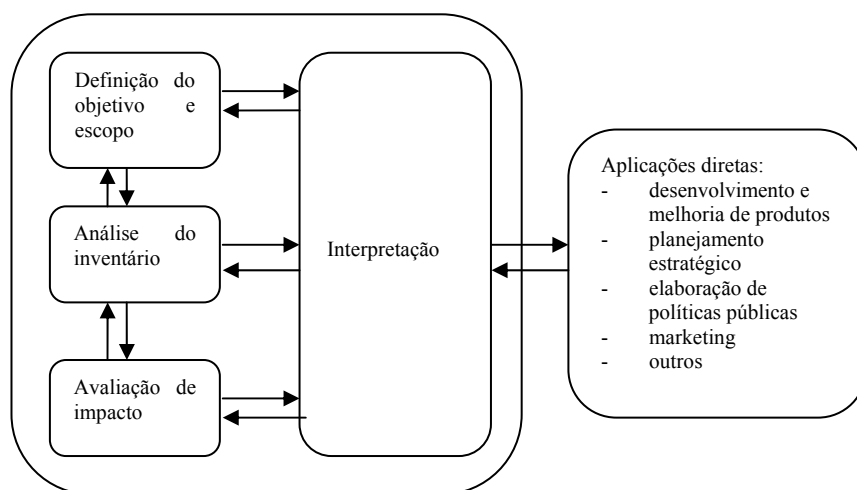


Figura A.2 – Fases da Análise de Ciclo de Vida
Fonte: ISO14040 (ISO, 1997)

- Definição do objetivo e escopo da análise

A ACV pode ser utilizada para uma variedade de objetivos, que implicam em diferentes níveis de complexidade do estudo a ser desenvolvido. Ainda que a lógica do processo seja o estudo da terra à terra (do berço ao túmulo), a depender do objetivo, pode não ser necessário aprofundar o estudo de todos os estágios do ciclo de vida (CHEHEBE, 1997).

A análise pode se destinar apenas à identificação dos pontos ambientalmente mais positivos ou negativos de um produto ou processo, o que pode ser obtido com uma avaliação mais grosseira, orientada pelo conhecimento previamente existente. Para a comparação do resultado ambiental de dois produtos semelhantes, como dois tipos de refrigeradores, os estágios comuns aos dois não precisam ser detalhados. Se o objetivo for a melhoria de um produto a profundidade da análise depende da melhoria pretendida: caso se pretenda obter o melhor resultado possível, todos os estágios do seu ciclo de vida têm que ser detalhados, o que não acontece se a pretensão é agir sobre um problema específico. Para a comparação entre produtos muito diferentes, é necessário um conhecimento completo dos produtos e sistemas envolvidos (UNEP, 1996).

A clareza em relação ao objetivo a atingir evita que o processo implique em custos e complexidade desproporcionais ao pretendido. De acordo com a norma ISO 14040 a definição do objetivo implica em:

- estabelecer claramente qual a aplicação pretendida para o estudo,
- as razões para o seu desenvolvimento e
- a que público o resultado do mesmo será comunicado.

A ACV pode se ater a um processo específico em que se deseja intervir. O resultado obtido pode fundamentar a extensão da análise, sinalizando os elementos significativos a considerar a montante e a jusante do elemento estudado. A Figura A.3 mostra um fluxograma do processo da execução de alvenaria em tijolos em uma determinada obra. Os autores do estudo, Cybis e Santos (2000), informam que estenderam a avaliação de impacto ambiental

aos insumos e resíduos do processo, com recursos variados a depender do elemento considerado (tijolos, cimento, água, aterro etc.). Porém, concentraram a identificação de melhorias no processo específico de construção das alvenarias.

O escopo da avaliação define os contornos do sistema, necessários para assegurar que seja atingido o objetivo da análise sem desperdício de tempo e recursos. Inclui a definição de hipóteses, dados necessários e limitações da avaliação (SETAC, 1993 apud SHEN, 1995). Talvez seja o degrau mais crítico do estudo definir tão precisamente quanto possível os limites do mesmo (GRAEDEL e ALLENBY, 1995).

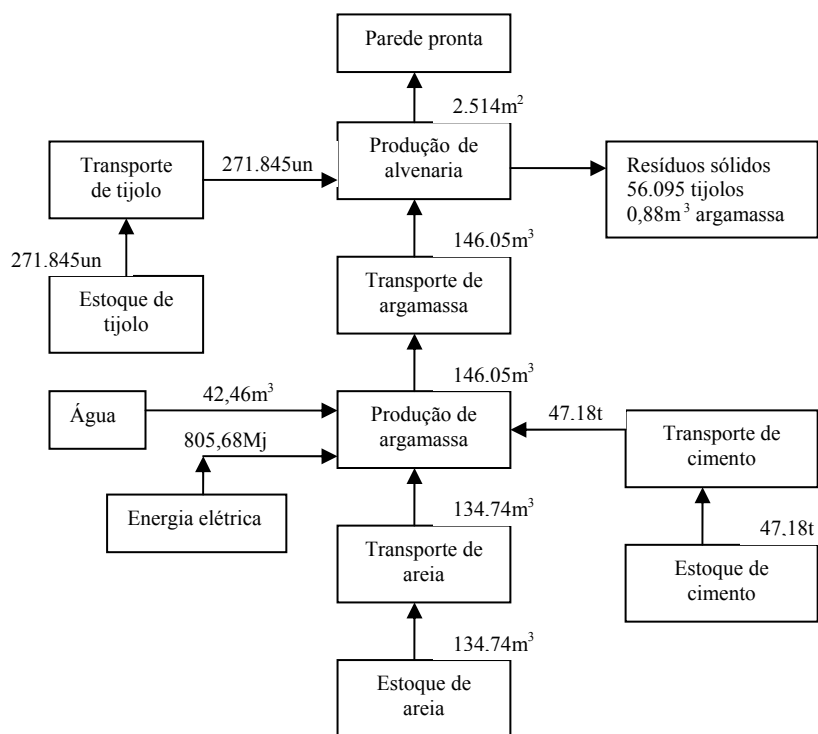


Figura A.3 – Fluxograma de execução de alvenaria de bloco para ACV
 Fonte: CYBIS e SANTOS, 2000

A norma ISO 14040 (ISO, 1997) estabelece que na definição do escopo devem ser considerados e claramente descritos os seguintes itens:

- a unidade funcional (é o elemento de referência em relação ao qual é desenvolvido o estudo como, por exemplo, unidade de distância percorrida por um veículo, ou, para um sistema de pintura, a unidade de superfície a ser protegida por determinado intervalo de tempo);
- o sistema a ser estudado, suas funções e seus limites;
- procedimentos a serem adotados;
- tipos de impacto e métodos de avaliação dos mesmos;
- dados necessários e exigências iniciais quanto a sua qualidade
- hipóteses;
- limitações;
- tipo de revisão crítica, se houver;
- tipo e formato do relatório exigido pelo estudo

Toda supressão ou inclusão, inevitáveis para o estabelecimento dos limites do sistema e dos dados a coletar, os métodos escolhidos, as hipóteses e limitações previamente assumidas, precisam ser justificados e analisada sua possível influência no resultado do estudo. Todo o processo precisa ser tornado claro para seus executores e para avaliações posteriores. Ainda que seja necessário estabelecer previamente os objetivo e escopo do estudo, a iteração com as fases seguintes pode levar a sua revisão.

- Análise de Inventário

A análise de inventário é o processo que quantifica as matérias primas e energia necessárias e as emissões para os diversos meios receptores, ao longo de todo o ciclo de vida do produto, embalagem, processo, material ou atividade (USEPA, 1992, apud SHEN, 1995). Os levantamentos e cálculos são desenvolvidos a partir do diagrama de fluxo do processo estudado. A Figura A.4 esquematiza os elementos a considerar.

O Código da SETAC subdivide essa fase em quatro tópicos:

- construção do diagrama de fluxo do processo,
- coleta de dados,
- definição dos limites do sistema e

- processamento dos dados.

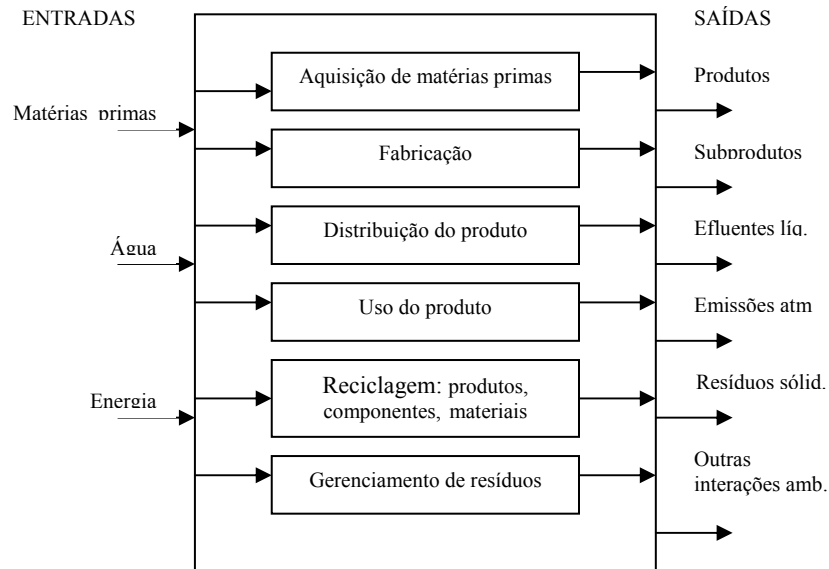


Figura A.4 - Elementos do inventário da ACV

Fonte: GRAEDEL e ALLENBY (1995) (adaptado da SETAC, 1991 – Estrutura técnica para ACV)

Também nessa fase a interação com as demais pode levar a ajustes. À medida que os dados são coletados e se aprende mais sobre o sistema, pode se mostrar necessário a ampliação da coleta de dados ou identificadas limitações que determinem mudanças de procedimentos e até, revisão do objetivo e escopo iniciais (ISO, 1997). Da mesma forma, durante o processo, vão sendo avaliadas as possibilidades e a necessidade de refinamento dos limites dos sistemas estabelecidos inicialmente.

Em geral os sistemas de produto incluem muitos processos. (Um exemplo evidente é uma refinaria de petróleo que gera diversos produtos.) É necessário alocar a cada processo específico as cargas que lhes correspondem, inclusive a redução das mesmas devida à reciclagem, quando ocorre.

São elementos essenciais para avaliação da compatibilidade dos dados coletados o balanço de massa, o balanço energético e análises comparativas de fatores de emissão, aplicados a cada processo ou sistema.

Chehebe (1997) recomenda que, para evitar um programa exaustivo de coleta de dados, seja realizada uma investigação preliminar, com uma coleta grosseira orientada para os pontos mais importantes e que, a partir dessa, seja feito o planejamento inicial do inventário.

Uma dificuldade, em muitos casos, quanto a assegurar a integridade e confiabilidade dos dados, é a questão dos dados proprietários, de conhecimento restrito às empresas e divulgação proibida.

- Análise de impacto de ciclo de vida

Nessa fase são avaliados os impactos ambientais associados às entradas e saídas levantadas anteriormente, no inventário. Os impactos podem ser agrupados em três categorias: redução dos recursos naturais, degradação ecológica e efeitos sobre a saúde e bem estar humanos. Os critérios e métodos utilizados para sua avaliação têm que ser claramente expressos e justificados. A avaliação contempla três degraus: classificação, caracterização e valoração.

No primeiro, os dados do inventário são relacionados com as categorias de impacto reconhecidas (toxicidade, efeito estufa, etc). No segundo, os impactos são agregados e quantificados por categoria com base em fatores de equivalência (ou de caracterização) reconhecidos. Na valoração, os impactos são considerados uns em relação aos outros. Este é um processo não objetivo uma vez que depende de valores sociais e culturais, e de preferências (SETAC; USEPA, 1992 apud Shen, 1993, 1995). Também a atribuição de pesos entre impactos da mesma categoria implica em considerável dose de subjetividade.

- Interpretação (ISO 14040) ou Análise de Melhorias (SETAC, UNEP)

Esta fase contempla a análise dos resultados obtidos nas fases anteriores, identificação de alternativas de melhoria do desempenho ambiental e elaboração do relatório detalhado do estudo desenvolvido.

A checagem da integridade dos dados e informações coletadas pode levar à determinação de revisões e complementações. Da mesma forma, uma análise de sensibilidade pode determinar a exclusão ou inclusão de outros elementos cuja inclusão ou exclusão iniciais estejam afetando a qualidade do resultado final. A ISO 14040 recomenda uma revisão crítica após todo o processo, levada a efeito tanto por especialistas internos como externos às empresas, como meio de conferir maior precisão e confiabilidade à ACV.

1.3 - Possibilidade de aceleração da ACV (streamlining)

Uma ACV completa implica em uma enorme quantidade de dados, requerendo um investimento proporcional de recursos e tempo. Para muitos propósitos, como já exemplificado na definição de objetivo, pode ser suficiente uma análise simplificada. Porém, mesmo quando o objetivo é fazer uma análise completa é interessante, se possível, obter mais rapidamente resultados parciais, que facilitem e ampliem a prática da ACV e permitam utilizar mais cedo e com menos investimento as informações dela resultantes.

Esse processo é intitulado, em inglês “streamlining” e o resultado obtido, “streamlined LCA”. Em 1994 a SETAC constituiu um grupo de trabalho para estudá-lo, que apresentou seu relatório final em 1999. A USEPA e outras instituições e praticantes de ACV, também o têm avaliado e discutido.

A ACV orientada para a obtenção dos resultados parciais é considerada como parte da ACV completa. Baseado nos objetivos e escopo definidos para essa última, são desenvolvidos estudos mais rápidos, orientados, por exemplo, para a análise de um estágio do ciclo de vida do elemento em foco, ou por alguns impactos ambientais mais relevantes. Além de possibilitar uma obtenção mais rápida de informações, a menor custo, o trabalho em menor escala ajuda a orientar a realização da ACV completa. Os dados obtidos poderão ser partes integrantes desta. Estão em andamento estudos e discussões para padronizar os procedimentos de “streamlining” (SETAC,1999).

2 – PROJETO PARA O MEIO AMBIENTE

O Projeto para o Meio Ambiente (Ecodesign ou DfE, do título em inglês Design for Environment) incorpora a dimensão ambiental na concepção de produtos e processos. Os efeitos ambientais associados às diversas etapas do ciclo de vida do produto ou processo são identificados desde a fase inicial de análise e as prioridades ambientais incluídas entre os fundamentos para as definições do projeto. A variável ambiental assume o mesmo nível de importância das tradicionalmente ponderadas como funcionalidade, custo, viabilidade técnica etc (TURI ; PENEDA e FRAZÃO, 1994, 1995).

É um instrumento essencial para as estratégias de prevenção da poluição, o que é enfatizado por diversos autores, especialmente pelos defensores da Ecologia Industrial. Graedel e Allenby (1995), ressaltam a sua importância para a sustentabilidade, exemplificando com a enorme quantidade de resíduos, grande parte deles perigosos e/ou dificilmente degradáveis, resultantes de produtos e processos desenvolvidos sem a consideração de seus possíveis efeitos ambientais.

Ehrenfeld (1997) atribui ao projeto um papel central na orientação do fluxo de materiais do e para o meio ambiente, refletindo, ao mesmo tempo, a importância social e econômica deste. Orientado para o produto, modificaria o foco para o atendimento das demandas coletivas; com a consideração do contexto ecológico, expandiria o universo do projetista da simples satisfação do consumidor para um critério mais amplo de desempenho global do produto. Assim, deslocaria as atividades produtivas dos caminhos atuais, que não têm se mostrado satisfatórios para a prevenção e redução da poluição.

A responsabilidade do projeto no resultado de um produto justifica a importância atribuída ao Eco Projeto: Fabrycky e Blanchard (1991), apud Socolow (1994), entendem que 80 a 90% dos custos dos produtos são determinados na fase de projeto, Anastas e Breen (1997) defendem uma participação de 70%. São sempre porcentagens muito altas, que evidenciam a

necessidade da consideração de todas as variáveis importantes, desde as fases iniciais de definição dos produtos.

Peneda e Frazão (1995) comentam que o Projeto para Meio Ambiente pode ser considerado como um constrangimento mas defendem a sua consideração como um desafio.

2.1 - Orientações específicas de Projetos para o Meio Ambiente

Ainda que o objetivo mais amplo do Projeto para o Meio Ambiente seja a melhoria do resultado ambiental global de produtos e processos o mesmo pode ser orientado para objetivos mais específicos e na prática é o que tem acontecido (PENEDA e FRAZÃO; GRAEDEL e ALLENBY, 1995).

Algumas dessas orientações podem ser:

- Projeto para melhoria da eficiência energética

A indústria é responsável por uma substancial parcela do consumo global de energia (nos Estados Unidos, por exemplo, da ordem de 30%). Diversos produtos, por sua vez, são altamente consumidores durante a fase de utilização como automóveis, equipamentos eletrônicos, máquinas elétricas e frigoríficos. O objetivo do eco projeto é reduzir o consumo e priorizar a utilização de energia proveniente de fontes renováveis.

Podem ser obtidos resultados significativos na indústria, através do desenvolvimento de sistemas de conservação e aproveitamento da energia, como os sistemas integrados de calor e potência; utilização de equipamentos mais eficientes, inclusive lâmpadas e aparelhos de ar condicionado, aquecimento ou ventilação (o consumo de energia para iluminação é da ordem de 20%, ou mais, do consumo global das fábricas); geração de energia a partir de resíduos, quando possível; e melhor manutenção do sistema, orientada para a eficiência energética.

Em relação aos produtos, através do desenvolvimento de equipamentos mais eficientes, como no caso de refrigeradores e outros aparelhos, ou da redução de peso, no caso dos veículos (PENEDA e FRAZÃO; GRAEDEL e ALLENBY, 1995).

- **Projeto para reciclagem**

Os produtos são projetados para a reciclagem integral ou de componentes, após o término da vida útil prevista para um ou outro. O processo ganha relevância econômica para as empresas na medida que se consolidem legislações que imponham a responsabilidade do fabricante sobre o destino final do produto, traduzida na obrigação de recebê-lo de volta após o período de utilização (“take it back”, EPR....).

A reciclagem é facilitada pelo projeto de produtos mais fáceis de desmontar, que utilizem menor variedade de materiais e em que estes sejam mais fáceis de recuperar. Tal orientação pode resultar, também, em produtos mais fáceis de montar, com menos etapas de processo, e que consumam menos matéria prima.

Outros produtos podem ser projetados de forma modulada, para ter uma vida longa com melhorias tecnológicas sucessivas através da substituição de componentes. Em outros, ainda, os componentes podem ser reaproveitados em novos equipamentos, após recondiçãoamento. (A Xerox tem feito isso com suas copiadoras do que tem resultado uma poupança anual de cerca de 200 milhões de dólares) (PENEDA e FRAZÃO; GRAEDEL e ALLENBY, 1995).

- **Substituição de materiais, especialmente de substâncias tóxicas**

Tanto em relação aos produtos quanto em relação a materiais utilizados na fabricação, como solventes e catalizadores, podem ser identificados substitutos que provoquem menores impactos ambientais. Por exemplo, a utilização de tintas e solventes à base de água em lugar daqueles que liberam compostos orgânicos voláteis.

- **Desmaterialização**

Pode se traduzir no menor consumo de matérias primas durante a fabricação (modificações de processos, eliminação de perdas, aproveitamento de resíduos e subprodutos); na redução da massa dos produtos (como nos aparelhos de som ou calculadoras); ou na substituição de produtos por serviços.

Especialmente para produtos de alto valor e longa duração, sua venda poderia ser substituída pelo aluguel o que levaria os fabricantes, que continuariam proprietários do seus produtos, a desenvolvê-los mais duráveis e previstos para reciclagem (PENEDA e FRAZÃO; SCHIMDT BLEEK, 1995, 1997).

- **Projeto para redução de embalagens**

Onde foram feitas avaliações detalhadas, nos Estados Unidos e na Europa, mais de 30% dos resíduos sólidos municipais provém das embalagens. O uso de materiais tóxicos, como metais pesados nas tintas, em algumas delas, pode provocar um dos principais impactos ambientais do produto a que se destinam. Tem-se estimado que cerca de um terço da produção de plásticos se destina a embalagens descartáveis. Uma consideração ambientalmente responsável das embalagens propõe as seguintes opções, em ordem de preferência: ausência de embalagem; o mínimo de embalagem possível; embalagens consumíveis, retornáveis ou reusáveis; embalagens recicláveis (GRAEDEL e ALLENBY, 1995).

2.4 - Dificuldades para implementação

Apesar de existirem diversas ações e tipos de Projeto para o Meio Ambiente em curso, persistem questões a resolver e a ferramenta é pouco utilizada pela indústria. São fatores restritivos de seu uso: desconhecimento das oportunidades associadas à internalização da questão ambiental; desconhecimento do instrumento específico; a falta de uma estruturação consolidada para o mesmo; desinteresse ou resistência às mudanças.

Persistem questões decorrentes de ser recente e pouco difundido o processo:

- Melhoramento do produto ou do sistema?

Pode ser adotada uma ou outra abordagem ainda que a consideração conjunta das duas possibilidades proporcione melhores resultados. Porém, as indústrias são resistentes a uma mudança tão ampla, levando, ao menos em uma primeira fase, à consideração prioritária apenas da melhoria do produto ou do processo.

- Cadeia de produção ou empresa?

Da mesma forma, a consideração de uma cadeia de produção seria mais efetiva mas a resistência é ainda maior em admitir a consideração de processos de outros

- Incremental ou sistemático?

Um estudo australiano de 500 produtos que sofreram um redesenho em função de questões ambientais mostrou que a grande maioria se ateve a melhorias de produtos existentes, dirigidas para os aspectos mais criticados pela opinião pública ou pressionados pela legislação; grande parte se limitou ao melhoramento de embalagens. Apenas um pequeno grupo se enquadrou num processo sistemático de melhoria global do desempenho ambiental do produto. O estudo concluiu que ainda não se verifica uma contribuição real nesse sentido, prevalecendo, a consideração de questões pontuais (PENEDA e FRAZÃO, 1995).

Chehebe (1997) sugere como estratégia para iniciar atividades de ACV, baseado nas experiências das empresas pioneiras em sua utilização:

- iniciar poucos projetos pilotos de pequena escala, baseados na ACV de um determinado produto, coordenados por líderes de projeto bem motivados e disponíveis;
- elaborar programas de médio e longo prazos visando a construção de um banco de dados, o ganho de experiência e o estabelecimento de uma base de conhecimento técnico a respeito;
- integrar o enfoque de ciclo de vida em todas as funções relevantes da companhia.

3 – CONCLUSÃO

A ACV é um instrumento recente, e ainda está nos estágios iniciais de seu desenvolvimento e aplicação. Ainda são necessários um trabalho considerável e o aumento da experiência prática para que seja ampliada sua utilização. Da mesma forma é preciso que os estudos sejam desenvolvidos e os resultados interpretados e aplicados adequadamente, para que o processo ganhe em alcance e confiabilidade (GRAEDEL e ALLENBY; ISO, 1995, 1997). Pelo mesmo motivo a norma ISO insiste, em relação a todos os estágios, na

necessidade de clareza e justificativa das hipóteses e decisões adotadas, principalmente na definição e simplificação do escopo, e na adequada divulgação dos resultados.

O Código de Práticas da SETAC e as normas da série ISO 14040 detalham os procedimentos a desenvolver. A iteratividade leva, com a prática, ao aperfeiçoamento geral do processo e de cada uma de suas fases. Entretanto, ante a complexidade do processo, realizar uma ACV completa requer a participação de especialistas para que seja bem conduzida (UNEP, 1996).

Os estudos que têm sido desenvolvidos para aceleração (ou compartimentação) da ACV, procuram consolidar uma metodologia de realização de análises simplificadas ou parciais dentro de uma lógica que permita a integração posterior dos resultados. Se difundidas essas análises parciais, seus resultados constituirão uma base de dados de apoio a análises mais extensas, simplificando sua realização, ao mesmo tempo que vai se consolidando uma experiência de aplicação do processo.

A utilização do Projeto para o Meio Ambiente é ainda mais incipiente. Não há uma estruturação consolidada para o seu desenvolvimento e há uma diversidade de orientações possíveis. Projetar produtos e serviços que produzam o menor impacto ambiental possível, ao longo de todo seu ciclo de vida, depende da análise detalhada desse ciclo, o que também ainda não é suficientemente difundido. Implica em grandes mudanças, com dificuldades e resistências proporcionais.

Têm sido desenvolvidos projetos em diversas áreas mas, em geral, orientados para a melhoria do desempenho ambiental em aspectos específicos, como redução do uso de tóxicos ou maior eficiência energética, ou para reduzir os impactos mais conhecidos.

Entretanto, quantificar as cargas ambientais associadas a produtos e processos e projetar visando sua redução, é essencial para a redução do impacto ambiental global. Tanto a Produção Mais Limpa quanto a Ecologia Industrial enfatizam a importância da ACV e do Projeto para o Meio Ambiente

para atingirem seus objetivos. O desenvolvimento de análises e projetos simplificados vai consolidando uma base de conhecimento e experiência para a ampliação do uso dos dois instrumentos.

APÊNDICE B

SISTEMAS DE AUDITORIA E GESTÃO AMBIENTAL - ACORDOS VOLUNTÁRIOS

EMAS (Eco-Management and Audit Scheme): O Sistema de Eco-Gerenciamento e Auditoria da Comunidade Européia foi lançado pela primeira vez, como um documento de consulta pública, em 1990 e adotado em 1993 para ser implantado a partir de 1995 (MACEDO, 1999). Estabelece um esquema de adesão voluntária ao desenvolvimento de um sistema de gestão e contínua melhoria do desempenho ambiental das empresas.

O sistema de eco-gerenciamento precisa ser aprovado por auditores externos, após inspeção no local a ser certificado, e tem que contemplar as seguintes medidas: adoção de uma política ambiental pela empresa que inclua a conformidade com a legislação e o compromisso com a melhoria contínua; realização de auditorias ambientais para estabelecimento do plano de melhoria e para acompanhamento de seus resultados; estabelecimento de um programa de melhoria contínua e de um sistema de gestão ambiental que assegure a efetiva implantação e monitoração do programa; participação, treinamento e informação dos trabalhadores; publicação de declaração, após a auditoria inicial, atualizada anualmente, com o objetivo de informar o público sobre as ações adotadas para redução do impacto ambiental e o desempenho em relação aos objetivos estabelecidos. A declaração precisa ser verificada por um auditor externo (CHRISTIE, ROLFE e LEGARD, 1995).

BS7750 (British Standard): Norma editada em 1992 pelo Organismo Britânico de Normalização, que criou procedimentos para o estabelecimento, de um Sistema de Gestão Ambiental nas empresas, base da futura ISO 14000. (FARBER e RIBEIRO, 1999). É compatível com o EMAS. Entretanto, foca-se na companhia como um todo, mais do que em locais específicos de operação, e não especifica a frequência da eco auditoria como aquele o faz (CHRISTIE, ROLFE e LEGARD, 1995).

ISO 14000: Em 1993, a ISO – International Organization for Standardization (Organização Internacional para a Normalização) instalou o Comitê Técnico TC 207, com o objetivo de elaborar normas de Gestão Ambiental e suas ferramentas. Em 1996 foram criadas as normas ISO 14001- Sistema de Gestão Ambiental – Especificação e Diretrizes para Uso e ISO 14004 - Sistema de Gestão Ambiental – Diretrizes Gerais sobre os Princípios, Sistemas e Técnicas de Suporte. (apenas a primeira é certificável, a segunda fundamenta sua implementação). No Brasil, a ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, associada à ISO, adotou essas normas com os títulos NBR ISO 14.001 e NBR ISO 14.004 (FARBER e RIBEIRO, 1999).

O Sistema de Gestão Ambiental definido pela ISO 14001 também contempla o estabelecimento de uma política ambiental pela empresa, a realização de auditorias ambientais, implantação de um programa de melhoria contínua do desempenho da empresa em relação ao meio ambiente, o compromisso com o cumprimento da legislação e o desenvolvimento de canais de comunicação internos e externos (FURTADO, 1999b). A norma tem se difundido internacionalmente e sido valorizada como um parâmetro de qualificação ambiental das empresas certificadas perante o mercado (FARBER E RIBEIRO; EPELBAUM, 1999).

Entretanto, Furtado (1999b), ressalta que a mesma: prevê a certificação por órgãos nacionais, *“não necessariamente orientados para a sustentabilidade”*, não havendo garantia quanto à uniformidade dos critérios; *“privilegia os modelos curativos de ‘fim de tubo’ e a conformidade nos limites da lei ambiental vigente no país em que a organização está produzindo”*.

Atuação Responsável (Responsible Care): É um acordo adotado por indústrias químicas, inicialmente no Canadá e, posteriormente, em diversos países. Procura promover um amplo compromisso público das empresas, com a melhoria da saúde, segurança e proteção ambiental. Para participar do acordo as companhias se comprometem a seguir dez princípios guias que visam a gestão responsável dos produtos químicos. Esses princípios incluem:

reconhecer e responder às preocupações da sociedade; considerar, *a priori*, as questões relativas a saúde, segurança e proteção ambiental, na fabricação e manejo dos produtos e desenvolver produtos que atendam a essas condições; responder prontamente a demandas externas por informações quanto aos efeitos de seus produtos; contribuir para o desenvolvimento de pesquisas sobre os efeitos dos químicos; contribuir para o desenvolvimento de leis que garantam a segurança da sociedade, dos trabalhadores e do meio ambiente. O código prevê a melhoria contínua das práticas operacionais, mais do que estabelece padrões quantitativos absolutos (SHEN, 1995). No Brasil, o programa é coordenado pela ABIQUIM – Associação Brasileira da Indústria Química e de Produtos Derivados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DOS APÊNDICES

ANASTAS, P.T., BREEN, J.J. *Design for environment and Green Chemistry: the heart and soul of industrial ecology*, Grã Bretanha, Journal of Cleaner Production, v.5, n. 1-2, p. 97-102, Elsevier Science Ltd., 1997.

ASHFORD, N. A. *Industrial safety: the neglected issue in industrial ecology*, Grã Bretanha, Journal of Cleaner Production, v.5, n. 1-2, p. 115-121, Elsevier Science Ltd., 1997.

CHEHEBE, J.R.B., *Análise de Ciclo de Vida de Produtos – Ferramenta Gerencial da ISO 14000*, Rio de Janeiro, Qualitymark Editora Ltda., 1998.

CHRISTIE, I.; ROLFE, H.; LEGARD, R. *Cleaner Production in Industry*, Londres, Policy Studies Institute, 1995.

CYBIS, L.F.; SANTOS, C.V.J. *Análise do Ciclo de Vida (ACV) Aplicada à Indústria da Construção Civil – Estudo de caso*, Bahia, XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 9 pg., 2000 (trabalho aceito)

EHRENFELD, J. R. *Industrial ecology: a framework for product and process design*, Grã Bretanha, Journal of Cleaner Production, v.5, n. 1-2, p. 87-95, Elsevier Science Ltd., 1997.

EPELBAUM, M. *ISO14001 – Um balanço da implementação de Sistemas de Gestão Ambiental no Brasil*, São Paulo, Anais do V Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, p. 267-279, Plêiade, 1999.

FABRYCKY, W.J.; BLANCHARD, B.S. *Life Cycle Cost and Economic Analysis*, New Jersey, Prentice Hall, 1991

FARBER, J.H.; RIBEIRO, H. *A Comunicação e a ISO14001 – Agregando Valor à Certificação Ambiental*, São Paulo, Anais do V Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, p. 209-222, Plêiade, 1999.

FURTADO, J.S. *ISO14001 e Produção Limpa: importantes porém distintas em seus propósitos e métodos*, São Paulo, 1999, 3pg. Disponível em: <http://www.vanzolini.org.br/areas/desenvolvimento/producaolimpa/>. Acesso em 13 dez. 1999.

GRAEDEL, T.E.; ALLENBY, B.R. *Industrial Ecology*, New Jersey, Prentice Hall, 1995.

ISO – International Standard Organization, *ISO 14040 – Gestão ambiental – Análise de Ciclo de Vida – Princípios e estrutura*, 1997.

_____ *ISO 14041 – Gestão ambiental – Análise de Ciclo de Vida – Definição de Objetivo e escopo e análise de inventário*, 1998

_____ *ISO 14042 – Gestão ambiental – Análise de Ciclo de Vida – Análise de impacto de ciclo de vida*, 2000.

_____ *ISO 14043 – Gestão ambiental – Análise de Ciclo de Vida – Interpretação de ciclo de vida*, 2000.

PENEDA, C.; FRAZÃO, R. *ECODESIGN no desenvolvimento de produtos*, Lisboa, INETI-ITA, 1995.

SETAC – *Streamlined Life-Cycle Assessment: A Final Report from the SETAC North America Streamlined LCA Workgroup*, 1999.

SCHMIDT-BLEEK, F. *The MIPS concept and Factor 10 in Eco-Efficiency and Factor 10*, Peneda, C. e Frazão, R. (eds), p. 43-51, Lisboa, INETI, 1997.

SHEN, T. T. *Industrial Pollution Prevention*, Berlim, Springer-Verlag, 1995

TURI

UNEP – United Nations Environment Program *Life Cycle Assessment: what it is and how to do it*, 1 ed., Paris, UNEP, 1996.