

## TECNOLOGIAS LIMPAS, POR QUÊ?

Fabíola Rios Vasconcelos\*

**RESUMO:** *Nos últimos anos, a questão ambiental passou a ser uma preocupação da sociedade como um todo, refletindo numa mudança na forma de se pensar a relação das atividades produtivas com o meio ambiente, especialmente os recursos naturais não-renováveis. A intensa busca por tecnologias que reduzam os impactos ambientais oriundos dos processos produtivos, vem sendo muito procurada; são as tecnologias limpas voltadas para uma produção mais limpa. Essa mudança de atitude, ou seja, saindo de práticas corretivas em direção às práticas de prevenção da poluição exige uma participação ativa de todos os setores da sociedade, sendo uma importante alternativa que se apresenta ao processo tradicional e uma contribuição à corrida para o desenvolvimento sustentável. Além de que se percebe hoje em dia que se medidas preventivas não forem incorporadas na sociedade em geral, os recursos naturais correm sérios riscos de não poderem ser mais fornecidos pela natureza. Portanto, é de extrema importância a ampliação dos conhecimentos de tecnologias limpas para que cada vez mais o uso dessas técnicas sejam implantadas para que se conserve o ecossistema, utilizando-se os seus recursos de forma racional, para que sua integridade seja garantida.*

**Palavras-chave:** Tecnologias limpas; Prevenção da poluição; Sustentabilidade ambiental

### INTRODUÇÃO

A pesquisa acadêmica sobre o tema “tecnologias limpas” tem ganhado cada vez mais espaço e vem envolvendo diversas áreas do conhecimento. Em geral, as investigações neste tema têm foco: a) nos fatores que influenciam as estratégias ambientais empresariais; b) na natureza das respostas das empresas às questões ambientais; c) nas conseqüências, implicações e efetividade destas respostas. Os estudos sobre a gestão ambiental nas empresas têm se caracterizado por possuírem abordagens amplas e interdisciplinares, objetivando entender as ações ambientais das corporações e os seus mecanismos de decisão em um contexto político-social (MARINHO, 2001).

O enfoque da gestão ambiental, no Brasil, tem sofrido transformações, ao longo das últimas décadas, com o surgimento de novos instrumentos e envolvimento de múltiplos agentes na busca de soluções mais eficazes para os impactos ambientais negativos, gerados pelo processo de desenvolvimento. Essas transformações são resultantes de uma nova percepção da sociedade, quanto à importância do meio ambiente (ANDRADE *et al.*, 2001).

Estes instrumentos vêm ganhando força desde a década de 90, se caracterizando como uma forma de resposta das empresas às demandas ambientais. Em tese, estas iniciativas representariam uma mudança de paradigma - administrar com “consciência ecológica” - e uma nova e mais construtiva relação entre empresas e governo, que estaria evoluindo para além de uma posição tradicionalmente conflitante no trato dos impactos ambientais decorrentes de atividades produtivas (MARINHO, 2001). Muitos autores acreditam que estas iniciativas significariam um passo das empresas em direção a sustentabilidade, pois com a globalização da economia há uma tendência para que a formulação e adoção destas iniciativas tenham alcance internacional, como pode se ver com a norma ISO 14001.

---

\* Bióloga pela Universidade Católica do Salvador / Pós-graduanda em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo pela Universidade Federal da Bahia. E-mail: fabiolavasconcelos@hotmail.com – Autor.

De acordo com as propostas estimuladas pela Conferência de Estocolmo de 1972, o conceito de tecnologia limpa surgiu baseado no princípio da Prevenção da Poluição, defendendo a exploração sustentável de fontes de matérias-primas, a redução no consumo de água e energia e a utilização de indicadores de desempenho ambiental (FURTADO, 2005). Dessa forma deveria alcançar três propósitos distintos, porém complementares: lançar menos poluição ao meio ambiente, gerar menos resíduos e consumir menos recursos naturais, principalmente não-renováveis. (BARBIERI, 2004).

Até recentemente, o termo tecnologia ambiental foi muito usado para descrever o controle da poluição com a utilização de medidas de remediação, tratamento da poluição depois dela já gerada, ou seja, para resolver o problema ambiental que já ocorreu – chamada tecnologia Fim de Tubo. Desde então, entretanto, a tecnologia para neutralizar a poluição e melhorar o meio ambiente se expandiu muito. Isso ocorreu devido à ênfase dada em tecnologias mais limpas que, por sua vez, é um resultado do deslocamento no foco para ferramentas regulatórias mais flexíveis e baseadas em incentivos, tais como, instrumentos econômicos e acordos voluntários. Toda a tecnologia pode-se transformar em tecnologia ambiental, quando aplicada com o objetivo de melhorar o meio ambiente (FUKASAKU, 2000).

Portanto, a percepção diante das conseqüências dos atos da sociedade em geral se faz urgente e necessária para que a insustentabilidade política, social e econômica da espécie saia do cenário acadêmico para transformar o cotidiano das pessoas. Além da necessidade premente de aumento de esforços no sentido de promover a ampliação da percepção e sensibilização das pessoas quanto às suas relações com o meio ambiente.

Diante dessa nova demanda ambiental é que este estudo servirá como fonte de informação para pessoas interessadas no uso de tecnologias limpas para promover o equilíbrio entre custo de produção e impactos ambientais, visando alcançar o desenvolvimento sustentável.

Com o objetivo de contribuir para despertar atenção da população acadêmica e técnica, explicitando a importância do conhecimento da utilização de tecnologias limpas, este estudo destina-se a divulgar alternativas para se prevenir à poluição dos ecossistemas para um melhor entendimento a respeito de se atender as necessidades da sociedade de forma sustentável.

O presente artigo foi elaborado a partir da retirada de uma seção de um trabalho monográfico apresentado como forma de avaliação da disciplina Ciências Ambientais, ministrada pelo professor Moacir Santos Tinôco, no curso de Ciências Biológicas da Universidade Católica do Salvador – UCSal, em dezembro de 2005, a qual foi baseada em revisão bibliográfica, através de pesquisas em livros de texto, artigos científicos e referências eletrônicas adquiridas em sites de conteúdo confiável relacionados ao tema como base de dados eletrônicos onde foram encontrados monografias, dissertações, artigos de periódico, comunicações científicas e projetos envolvidos com o tema, incluindo consultas a anais de congressos nacionais e internacionais.

## **EVOLUÇÃO DAS TECNOLOGIAS AMBIENTAIS**

Com o objetivo de se atingir o tão esperado desenvolvimento ecologicamente sustentável, houve modificações através de uma evolução de práticas e tecnologias na direção de uma maior ecoeficiência, ou seja, mais eficiência ao prevenir a poluição através de boas tarefas domésticas, da substituição dos materiais, do uso de tecnologias mais limpas, e de produtos mais limpos, um uso mais eficiente e uma recuperação de recursos (MARINHO E KIPERSTOK, 2001). A figura 1 mostra a evolução das práticas e tecnologias necessárias, para se atingir o desenvolvimento sustentável, e descreve um desenvolvimento em direção da adoção de práticas cada vez mais eco-eficientes.



Fonte: Kiperstok, 1999

Os estágios iniciais se referem às chamadas tecnologias “Fim de Tubo”, entre as quais podem se incluir algumas práticas de reciclagem de resíduos de processos produtivos e produtos acabados. O segundo nível na escada anterior, “prevenção da poluição”, representa uma mudança de atitude que visa à minimização de resíduos ou até a sua eliminação, através de mudanças nos insumos e nos próprios processos produtivos. Trata-se de uma ação voltada para as fontes geradoras dentro de uma determinada empresa. Em estágios mais avançados de eco-eficiência, repensa-se o próprio produto e se trabalha a otimização de toda a cadeia produtiva (MARINHO E KIPERSTOK, 2001).

Apesar de muitas empresas terem iniciado a implementação desses conceitos na sua prática produtiva, um longo caminho precisa ainda ser percorrido para se expandir esse paradigma aos diversos setores da economia (TECLIM, 2001).

## O QUE SÃO TECNOLOGIAS LIMPAS?

Proposto pela comissão da Comunidade Econômica Européia em meados da década de 1970, o conceito de tecnologias limpas refere-se a qualquer tecnologia que possa reduzir a poluição e economizar recursos. Portanto, qualquer tecnologia que utilize compostos não agressivos e de baixo custo, que exija menor consumo de reagentes, que produzam pouco ou nenhum resíduo, que feche o ciclo produtivo, diminuindo o consumo de matéria – prima e recursos naturais, é considerada uma tecnologia ambientalmente limpa (BARBIERI, 2004).

## POR QUE SEREM IMPLEMENTADAS?

Costuma-se fazer referências ao famoso desenvolvimento sustentável, nas mais diversas situações do dia-a-dia, como em palestras, salas de aula, debates ambientalistas, conversa entre amigos, etc. Entretanto é freqüente se ouvir definições clássicas que consideram ser indispensável atender as necessidades das populações atuais, sem comprometer a capacidade das gerações atenderem suas exigências.

Portanto, ao implantar um sistema de gestão ambiental, nos moldes das certificações, hoje em dia, as empresas se comprometem com processos de melhoria contínua do seu desempenho ambiental. Um processo de melhoria contínua tende a implicar numa redução gradativa dos impactos ambientais da empresa. Normalmente, critérios de caráter econômico, tais como investimentos necessários para reverter determinado aspecto ambiental, contribuem para desacelerar processos de melhoria contínua. Pressões legais e sociais contribuem no sentido de atingir um melhor desempenho ambiental num menor espaço de tempo (KIPERSTOK, 1999).

Os governos tradicionalmente abordam o gerenciamento ambiental estabelecendo padrões de cargas de poluição admissíveis para água, ar e terra. A indústria reage instalando equipamentos – como filtros – só nos dispositivos de final de processo para manter esses padrões de emissão. A contínua degradação do meio ambiente é a prova de que essa abordagem tem falhas graves. Em primeiro lugar, ela supõe que o ambiente pode tolerar certa quantidade de poluição. Além disso, como a água, o ar e a terra em geral são recursos regulamentados por autoridades diferentes, essa fragmentação resulta na troca de substâncias tóxicas entre água, ar e solo. São exemplos disso a descarga de filtros contaminados em aterros, os quais envenenam tanto o solo como, por fim, o lençol freático; ou lodo de esgoto contaminado queimado em incineradores de resíduos que provocam a poluição do ar e também a do solo e do lençol freático quando as cinzas desse incinerador são descarregadas. Alguns governos reconheceram as limitações dessa abordagem, conhecidas como “Fim de Tubo”, e passaram a dar ênfase à prevenção (GREENPEACE, 1997).

Reduções de impacto ambiental só poderão ser atingidas a partir de um intenso esforço pela racionalização do uso dos recursos naturais ao longo de todo o ciclo de vida dos produtos e processos. Para difundir o uso de tecnologias limpas é importante considerar as razões e motivos que apontam para o seu uso. Ao mesmo tempo convém entender os motivos que têm levado a priorização de práticas corretivas no lugar das preventivas, no controle da poluição (KIPERSTOK, 1999).

O fluxo de produção mais comumente usado é aquele onde a maioria dos materiais fluem em uma forma linear através da economia. De acordo com a figura 2, pode-se visualizar como os recursos naturais são extraídos do meio ambiente e refinados em materiais crus que são depois manufaturados em produtos de consumo. Após o consumo, os desperdícios resultantes retornam ao meio ambiente onde freqüentemente causam séria deterioração nos ecossistemas receptivos (HUESEMANN, 2003).

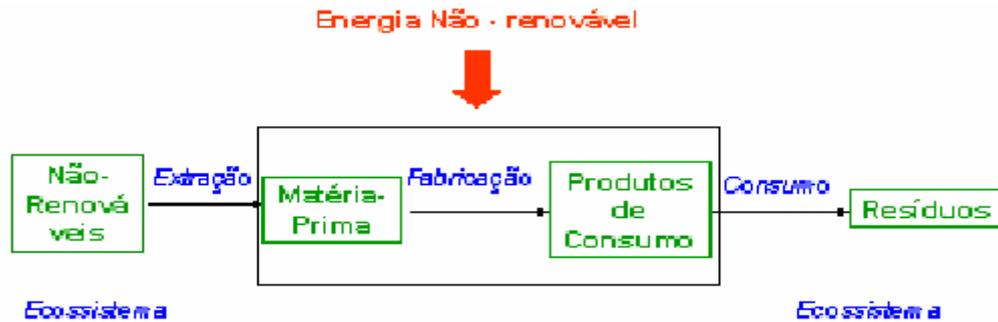
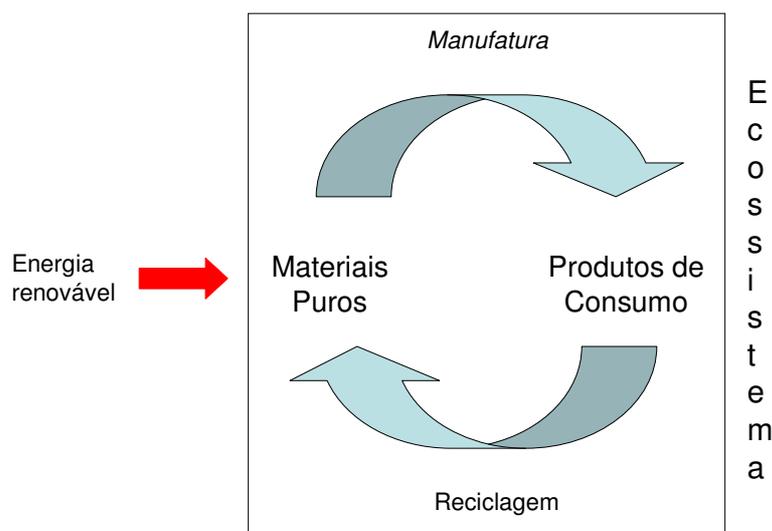


Figura 2 - Fluxo Linear de Produção (Huesemann, 2003)

A figura 3 mostra como a produção, segundo as linhas biológicas, com circuitos fechados, sem nenhum desperdício e nenhuma toxicidade, reduz as pressões sobre os sistemas naturais, transforma os materiais descartados em aportes para novos compostos ou para o reaproveitamento lucrativo e permite que produtos de qualidade superior sejam produzidos com custos mais baixos (LOVINS, 2000).



Fl Figura 3 - Fluxo Circular sem emissões (Huesemann, 2003)

## QUAIS AS VANTAGENS?

A grande vantagem das tecnologias limpas está na possibilidade de reverter um custo em benefício, ou seja, o que seria antes tratado como um problema (gastos adicionais para evitar emissões ou para pagar compensações, caso a redução de emissões não seja técnica ou economicamente viável) passa a ser uma vantagem (ganhos de rendimento ou produtividade e preservação do meio ambiente) (YOUNG, 1998).

Portanto, não são poucas as vantagens de se optar pelas tecnologias limpas, sendo assim, seguem abaixo as atitudes de uma produção mais limpa:

- poluentes, efluentes e resíduos são evitados na origem, através de medidas integradas;

- poluição e rejeitos são considerados recursos potenciais e podem ser transformados em produtos úteis e subprodutos, desde que não-tóxicos;
- qualidade total, o que significa a produção de bens que atendam as necessidades dos usuários e que tenham impactos mínimos sobre a saúde e o ambiente;
- menor consumo de recursos naturais;
- servem como diferencial no mercado para as empresas, sendo um indicador de desempenho ambiental (GREENPEACE, 1997).

## CONCLUSÃO

A chegada do novo milênio e as mudanças sociais recentes têm levado a introduzir mudanças na forma de se pensar a relação processo produtivo – meio ambiente, e revisar o modelo vigente de gestão ambiental. Só é possível reverter o processo de degradação ambiental aliado ao crescimento econômico se essas mudanças promoverem o uso de tecnologias limpas e a evolução de práticas de Fim de Tubo para atitudes de prevenção da poluição.

Não se trata de descartar o sistema regulatório convencional, mas sim de promover outras formas complementares. As práticas alternativas por uma produção mais limpa caracterizam-se por estimular a inovação e a adoção de métodos pró-ativos, indo de encontro à atitude tradicional reativa que fez parte da realidade das empresas dos anos 80 e que se perpetua até os dias atuais. Mesmo sabendo que para que se garanta uma contribuição mais efetiva neste processo de transição, ou seja, de mudança de atitude no processo produtivo, é necessário que as iniciativas sejam mais ousadas e que instiguem as empresas a fazerem mais pelo meio ambiente.

A implementação de tecnologias limpas para prevenção da poluição implica numa mudança de paradigma tanto no processo produtivo como na vida doméstica. O desenvolvimento de uma atitude de percepção da maneira de como são gerados os resíduos serve de base para eliminação das causas de sua geração. Seria como uma espécie de medicina preventiva e holística. Preventiva, pois previne a criação do problema da geração de resíduos de uma forma ampla e sistêmica, assim, a análise do resíduo é feita considerando-se tudo que envolve a sua geração.

Resolver problemas específicos à medida que eles surgem, pode ser mais fácil, mas essa via não nos levou muito longe, nem suficientemente perto. Apesar de ser mais barato prevenir danos ambientais do que tentar controlá-los ou “remediá-los”, parece que poucos esforços foram feitos para resolver o problema geral. Para que se consiga um longo alcance é necessário estimular tais pensamentos.

Dessa forma, o deslocamento para uma tecnologia mais limpa, substituindo as práticas de Fim de Tubo, é muito importante na resposta ao desafio da sustentabilidade ambiental. Essa inovação tecnológica tem um papel crucial para o crescimento da sustentabilidade ambiental. Isto porque a sustentabilidade ambiental requer mudanças radicais na natureza dos bens e os serviços que são produzidos, assim como a maneira como são distribuídos e usados.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. C. S.; MARINHO, M. M. de O.; KIPERSTOK, A. **Uma política nacional de meio ambiente focada na produção limpa: elementos para discussão**. Revista Bahia Análise & Dados, Salvador, v.10, n.4, p. 326 – 332, março.2001.

BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental Empresarial – Conceitos, modelos e instrumentos**. 1ª ed. São Paulo: Saraiva. 2004. 328 p.

FUKUKASU, Yukiko. **Stimulating Environmental Innovation**. STI Review. N.25. Paris, 2000.

FURTADO, J.S. **ISO 14001 e Produção Limpa: importantes, porém distintas em seus propósitos e métodos**. Disponível em: [www.vanzolini.org.br/producaolimpa](http://www.vanzolini.org.br/producaolimpa). Acesso em: setembro 2005.

GREENPEACE. **O que é produção limpa?** GreenPeace Report. Outubro. 1997  
HUESEMANN, M.H. **The limits of the technological solution to sustainable development**. Clean Techn Environ Policy. P. 21-34, 2003.

KIPERSTOK, A. **Tecnologias Limpas – Porque não fazer já o que certamente virá amanhã**. Revista Baiana de Tecnologia, Salvador, v.14, n.2, maio/agosto. 1999.

LOVINS, A.; LOVINS, H. **O capitalismo natural**. Exame. v.32, n.41, p. 160 – 166. maio.2000.

MARINHO, M.M.de O. **A sustentabilidade, as corporações e o papel dos instrumentos voluntários de gestão ambiental: uma reflexão sobre conceitos e perspectivas**. 2001. Revista Bahia Análise & Dados, Salvador, v.10, n.4, p.114-127, março.2001.

MARINHO, M.I; KIPERSTOK, A. **O desafio desse tal de desenvolvimento sustentável: o programa de desenvolvimento de tecnologias sustentáveis na Holanda**. Revista Bahia Análise & Dados, Salvador, v.10, n.4, p.221-232, março.2001.

Tecnologias Limpas e minimização de resíduos. Apostila do Curso de Especialização em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais da UFBA / TECLIM, 2001.

YOUNG, Carlos Eduardo Frickmann. **Industrial pollution and export- oriented policies in Brazil**. Revista Brasileira de Economia. v.52, n.4, p.543-562. 1998.