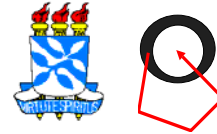


## **Tendências ambientais do setor automotivo: prevenção da poluição e oportunidades de negócio**

Asher Kiperstok  
Professor Adjunto  
Departamento de Hidráulica e Saneamento  
Universidade Federal da Bahia  
Rede de Tecnologias Limpas da Bahia - TECLIM  
asher@ufba.br  
[www.teclim.ufba.br](http://www.teclim.ufba.br)



### **Resumo**

As novas tendências ambientais apontam para a necessidade do setor produtivo se voltar para soluções preventivas a partir da minimização dos resíduos no próprio processo produtivo. Na procura de níveis mais altos de eco-eficiência analisam-se, também, oportunidades de articulação ao longo das cadeias produtivas e entre setores afins. Este trabalho aborda este enfoque no âmbito do setor automobilístico. Apresentam-se aspectos ambientais que ilustram como uma visão abrangente e voltada para a prevenção da poluição permite não apenas um melhor desempenho ambiental do setor mas a identificação de oportunidades de negócios.

### **Abstract**

New environmental trends call for the adoption of preventive attitudes in the productive sector. These should be based on waste minimisation practices inside the processes. Searching for higher levels of eco-efficiency, one should also consider opportunities for integration between related sectors and along the production chain. This work applies this concepts to the automotive sector. Environmental aspects are presented to illustrate how a broad approach, focused on pollution prevention, allows not just better environmental performances but the identification of business opportunities.

## ***Introdução***

A crescente pressão sobre os recursos naturais obriga os atores sociais a encontrar soluções cada vez mais competentes para equacionar a relação entre o setor produtivo e o meio ambiente. Para dar as respostas necessárias, é necessário introduzir esta preocupação em todos os elos da cadeia produtiva, estendendo-a para os estágios de uso e pós-uso dos produtos. Entender esta nova realidade passa a ser um fator de competitividade para as empresas e países. Mais do que isto, abre inúmeras oportunidades de negócios.

O automóvel representa um dos produtos de consumo mais acabados da sociedade moderna, para o qual confluem as mais variadas correntes produtivas. Instrumento hoje indispensável e símbolo clássico de opulência e bem estar, a produção uso e descarte do automóvel provocam um dos maiores impactos sobre os recursos naturais da sociedade moderna.

Este trabalho traz uma breve revisão das tendências atuais do pensamento ambiental no setor produtivo. A luz destas abordam-se aspectos relacionados ao impacto ambiental das fábricas de automóveis e de dois produtos a ele vinculados, os pneus e o óleo lubrificante. Mais do que esgotar a análise do problema, pretende-se apontar para necessidade de se ampliar a visão sobre as questões ambientais associadas, e permitir a identificação de oportunidades empresariais que aliem geração de riqueza e redução de impactos ambientais.

## ***Tendências ambientais para o setor produtivo***

Uma análise dos aspectos ambientais do automóvel deve incluir um olhar abrangente sobre este produto, desde a escolha e extração das matérias primas utilizadas na sua fabricação, passando pelos impactos causados no seu uso até o seu descarte e reaproveitamento após uso. A avaliação do impacto ambiental do sítio de fabricação, principalmente quando detentor de alta sensibilidade ambiental, é parte do processo mas não necessariamente a mais importante. Esta abrangência permite a identificação de novas oportunidades de negócios.

O pensamento ambiental no setor produtivo deixa de se concentrar apenas em limitadas medidas fim de tubo para adquirir uma visão mais ampla, que extrapola a fábrica e se projeta sobre todo o ciclo de vida dos produtos e processos envolvidos.

No âmbito interno de cada elo da cadeia produtiva as novas tendências ambientais apontam para uma análise do próprio processo produtivo de forma a se identificar ineficiências que levam a geração de perdas materiais e energéticas. Estas perdas são, em última instância, as que impactam o meio ambiente quando despejadas fora da fábrica. Elas também representam um fator central na degradação do ambiente de trabalho.

Mesmo assim, uma grande parcela das empresas ainda enfrenta tanto o problema da poluição como a da falta de higiene ocupacional de forma reativa, procurando apenas enquadrar emissões, efluentes e resíduos nos termos da lei, a partir da sua destruição depois de gerados. Cada vez mais, porém, empresas proativas correm atrás de uma maior eco-eficiência. Isto é, a busca por uma maior produtividade no uso dos recursos naturais (Porter e van der Linde, 1995; Peneda e Frazão, 1997; Furtado et al., 2000)

Registra-se esta mudança de foco no sentido da prevenção da poluição há mais de 25 anos quando, em 1975, a empresa 3M foi convidada a apresentar o seu programa Prevenção da Poluição se Paga, (3P - *Pollution Prevention Pays*) na Comissão Européia para o Meio Ambiente em Viena. A empresa sustentou que, nesta visão, vantagens econômicas se associavam as ambientais (Shen, 1995).

O aumento vertiginoso do consumo de produtos industrializados nas últimas décadas, tem levado a comunidade internacional a perceber a facilidade com que podem ser atingidos os limites do planeta, nas suas mais diversas dimensões. Esta experiência tem gerado uma sensação de desconforto e até medo, que atravessa as barreiras nacionais. Diversas respostas vêm sendo dadas. A principal é o adensamento da jurisprudência ambiental, seja no surgimento de princípios ambientais, impensáveis duas décadas atrás, como o Princípio da Precaução, seja no maior rigor das leis e resoluções ambientais. A pressão por maiores regulamentações coincide com demandas ambientalistas de parcelas do público, que têm que ser satisfeitas até mesmo por razões comerciais.

Resultados mais concretos são exigidos apesar do desaparelhamento dos órgãos ambientais em muitos países. Surgem novas atitudes por parte do setor produtivo tais como os programas voluntários de comportamento ambiental, entre eles: a Atuação Responsável e os Sistemas Certificáveis de Gestão Ambiental (BS 7750, EMAS e ISO 14.000).

Desde que a adoção de políticas de automonitoramento e autoregulação, não venham a justificar a redução da responsabilidade por parte dos órgãos ambientais, pode-se entender as linhas de ação voluntárias como complementares às compulsórias. Para que isto de fato ocorra, porém, a sociedade deve dispor de amplo e fácil acesso as informações ambientais que desejar.

Porter e van der Linde (1995) mostram, a partir do estudo de conglomerados de grande porte, que legislações ambientais mais restritivas, quando encaradas como oportunidade de negócios, têm servido de plataforma para a elevação da competitividade das empresas.

Mesmo projeções conservadoras de crescimento do consumo, apontam para fatores de 3 a 10 vezes para os próximos 30 anos (Graedel e Allenby, 1998; Kiperstok, 1999). Alguns autores elaboraram o conceito Fator 10, para ilustrar a necessidade de se repensar as atitudes de responsabilidade ambiental de forma a se atingir uma redução de impacto desta ordem de grandeza no período citado (Cinq-Mars, 1997; Schmidt-Bleek, 1997; Carr-Harris, 1997).

A urgência em se aumentar a eco-eficiência da sociedade, a nível global, num fator 10 em 30 anos, defendido por autores vários e instituições como a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico, OECD, (Peneda e Frazão, 1997) traz uma contribuição interessante ao debate. Insere-se um parâmetro quantitativo e a necessidade de se atingir uma certa velocidade na melhoria do desempenho ambiental de produtores e consumidores. Declarações de intenção como a de "*melhoria constante*", comuns em empresas certificadas pela ISO 14.000 (estejam, ou não, atendendo a legislação ambiental) talvez não sejam mais suficientes. Melhoria constante sim, mas com que velocidade? Maior ou menor que fator 10 em 30 anos?. Outras formas de colocar critérios quantitativos, tais como o conceito de Resíduo ou Emissões Zero (Zeri, 2000) ajudam a visualizar que mesmo a adoção de tecnologias e métodos produtivos mais limpos podem não ser suficientes para se inverter a curva de decadência da qualidade ambiental do nosso planeta. À necessidade de se ampliar a lógica da produção limpa para fora dos muros da empresa e se procurar oportunidades nas interfaces dos setores produtivos e ao longo das cadeias produtivas. (Graedel e Allenby, 1995; Socolow et al., 1994; Marinho e Kiperstok, 2000).

Fica cada vez mais evidente que não se pode mais pensar apenas na qualidade dos efluentes ou nas tecnologias de tratamento final de emissões. O aumento da produtividade dos recursos naturais implica na consideração dos impactos de todo o processo produtivo de qualquer produto desde a extração da matéria prima até o uso e descarte final do produto, após uso. Por sua vez, a implementação de avaliações de impacto desta maneira requer o desenvolvimento de instrumentos adequados. Em 1991 a SETAC (Sociedade de Toxicologia e Química Ambiental) divulga o instrumento Análise de Ciclo de Vida (ACV ou LCA, Life Cycle Assessment) (Chehebe, 1998; Lindfors et al., 1995; Graedel e Allenby, 1995; Shen, 1995). Pela complexidade da sua aplicação, mesmo dez anos após a sua criação, a ACV ainda está longe de se tornar um instrumento maduro para a avaliação de impactos ambientais. Apesar disto, empresas como a VOLVO na Suécia, e outras, o empregam para projetar seus veículos, aplicando os conceitos denominados de Projeto para Reciclagem ou Projeto para o Meio Ambiente, (DfE, Design for Environment, ou DfR, Design for Recycling)

Num cenário internacional de crescentes pressões ambientais, as empresas que mais cedo adiram ao processo de busca de uma maior eco-eficiência, melhor desempenho conseguirão no novo ambiente económico. Conforme visto anteriormente, porém, o processo não se limita aos espaços individuais das empresas mas se movimenta entre elas também. Isto gera oportunidades e dificuldades. Entender as tendências ambientais torna-se uma necessidade para qualquer negócio. Ignorar que as novas tecnologias em desenvolvimento tendem a ser mais económicas no consumo de água e, conseqüentemente, na geração de efluentes, leva ao superdimensionamento de sistemas de afastamento e tratamento dos mesmos. Isto gera investimentos e custos operacionais desnecessários. Mesmo quando a implantação dos equipamentos de proteção ambiental do tipo fim de tubo, são subsidiados pelos cofres públicos, os seus custos operacionais pesarão no bolso do negócio. O mesmo raciocínio se aplica para administradores públicos e dos organismos de financiamento.

A questão ambiental representa para as empresas, mais do que uma possibilidade de contribuir com a melhoria da qualidade de vida e sustentabilidade dos ecossistemas, um desafio que, se devidamente enfrentado e superado, as tornará mais competitivas. Porter (2000) aponta para o risco de se montar estratégias econômicas e empresariais baseadas na abundância de recursos naturais. "*Recursos naturais não garantem prosperidade; esta só é possível em um ambiente propício a competição*". E cita comparativamente os casos do Japão e Singapura, pobres em recursos ambientais, com relação a América Latina.

### ***O automóvel e a indústria automotiva: materiais utilizados.***

Pensemos, a partir das questões até aqui colocadas, o automóvel e a indústria automotiva. O trabalho de Graedel e Allembly (1998), anteriormente citado apresenta um estudo sobre o automóvel a luz da ecologia industrial. Nele, os autores abordam os aspectos ambientais não apenas do automóvel mas da infraestrutura que ele demanda para o seu uso. Uma conclusão do trabalho é que a de que a evolução do automóvel e sua infraestrutura, apesar dos evidentes avanços tecnológicos, dificilmente implicou em aumentos de eco-eficiência compatíveis com os impactos ambientais causados. Espera-se que cada vez mais a indústria acelere a implementação de práticas que permitam a sua expansão sem adição de impactos ambientais e, até mesmo, com o equacionamento dos passivos gerados. A regulamentação ambiental brasileira apresenta alguns exemplos neste sentido como o referente a reciclagem de pneus, analisado mais adiante neste trabalho.

É evidente a evolução tecnológica ocorrida com o automóvel nos últimos anos. Em grande parte, esta evolução corresponde também a uma redução do impacto ambiental por unidade produzida e por quilometro rodado. Um dos indicadores desta evolução é a constituição dos veículos em termos dos materiais utilizados. Dos anos 50 até nossos dias o peso dos carros tem se reduzido em 25%, conforme mostram a Tabela 1.

**TABELA 1 - Materiais usados no automóvel dos anos 50 e 90**

Material	anos 50		anos 90		variação	
	Kg	%	Kg	%	Kg (1)	% (2)
Aço	1290	67,9	793	55,3	-497,0	-12,6
Outros	83	4,4	38	2,6	-45,0	-1,7
Zinco	25	1,3	10	0,7	-15,0	-0,6
Borracha	85	4,5	61	4,3	-24,0	-0,2
Vidro	54	2,8	38	2,6	-16,0	-0,2
Chumbo	23	1,2	15	1,0	-8,0	-0,2
Cobre	25	1,3	22	1,5	-3,0	0,2
Fluidos	96	5,0	81	5,6	-15,0	0,6
Ferro	220	11,6	207	14,4	-13,0	2,9
Alumínio	0	0,0	68	4,7	68,0	4,7
Plásticos	0	0	101	7,0	101,0	7,0
Peso Total	1901	100,0	1434	100,0	-467,0	-

(1)- variação no peso absoluto do material, por automóvel, entre os anos 50 e 90.

(2)- variação no percentual que o material ocupa no automóvel, entre os anos 50 e 90

Adaptado de Ward's Automobile Yearbook, em (Graedel e Allenby, 1998).

Pode-se observar que o vidro, a borracha e o chumbo tiveram uma pequena variação relativa na composição do automóvel, mesmo tendo uma sensível redução no peso absoluto. Isto parece indicar que a redução em peso se deve a avanços tecnológicos nas partes onde estes materiais se inserem, não tendo sido substituídos por novos materiais. Já no caso do aço, houve tanto uma racionalização no seu uso quanto uma substituição por materiais mais leves como o alumínio e os plásticos. Esta tendência deve se manter, em grande parte devido a pressões ambientais que merecem ser analisadas

Os painelistas participantes do Volume 2, Tecnologia, do Programa Delphi IX da Universidade de Michigan<sup>1</sup> (OSAT, 1998), quando inquiridos quanto aos fatores estratégicos para o planejamento do automóvel, apontaram que as emissões, economia de combustível e padrões de segurança deverão se tornar mais restritivos no período 1998 - 2007. Por um lado, o preço do combustível deverá aumentar de forma constante, por outro, o efeito estufa deverá influenciar o projeto do automóvel. A substituição do aço pelo plástico e alumínio se enquadra dentro do esforço de reduzir o peso do veículo que, em conjunto com o aumento da eficiência dos motores, deverão ser os principais fatores redutores do consumo de combustível.

<sup>1</sup> Do Programa Delphi, para a previsão e análise da indústria automobilística Norte Americana, participaram centenas de painelistas provenientes da indústria de manufatura de automóveis, fornecedores de peças e materiais, consultores e acadêmicos. Os resultados são analisados e comentados sob a coordenação do Escritório para o Estudo do Transporte Automotivo, OSAT, da Universidade de Michigan. Os comentários aqui apresentados se referem ao Delphi IX de 1998, que usou como datas de referência os anos 2002 e 2007. Atualmente se encontra em andamento o Delphi X que fará previsões para 2004-2009. Para maiores detalhes visitar <http://www.osat.umich.edu/delphi.html>.

As quantidades de aço e ferro diminuiram 39% (497 kg) e 6% (13kg) respectivamente entre os anos 50 e 90 (ver Tabela 1). Para a próxima década espera-se uma redução no seu uso de 10% para o aço e 18% para o ferro. Já o alumínio e os compósitos plásticos deverão ter um aumento de 17 e 15% respectivamente, neste período, caso se confirme o crescimento do desempenho do automóvel para 15 km/l, conforme exigido pelo programa dos Estados Unidos de economia de combustível CAFE<sup>2</sup>. Isso acontecendo, espera-se um crescimento do valor do quilograma de peso reduzida no veículo. Hoje se estima em US\$ 2,2 o valor acrescido ao veículo pela redução de cada quilograma do seu peso. Este valor deverá crescer para US\$ 8,8 em 2007 (OSAT, 1998).

Dos panelistas consultados, 54% acham que a meta de se atingir o consumo médio de 34 km/l, acertado no Programa de **Parcerias para uma Nova Geração de Veículos**<sup>3</sup> (PNGV) será atendida. Se bem que os fabricantes americanos deverão ter maiores dificuldades que os seus congêneres japoneses por fabricarem carros de maior tamanho (OSAT, 1998). Isto deverá acelerar ainda mais a utilização de materiais leves.

As questões ambientais influenciam os materiais usados na indústria automobilística também em função da reciclabilidade dos mesmos. Neste sentido podemos distinguir entre a reciclabilidade "horizontal" do alumínio e a "vertical" dos plásticos. Em outras palavras ao alumínio reciclado pode ser dado o mesmo uso. O aço também é reciclado com facilidade mas perde mais valor que o alumínio no processo. Já no caso dos plásticos isto dificilmente acontece tendo que ser procurado um uso menos nobre. Em última instância podem ser aproveitados como combustível. Nestes casos com muito baixo valor (Graedel e Allembly, 1995).

Os plásticos, principalmente o polipropileno, PP e o polietileno de alta densidade, PEAD, vem sendo aproveitados como matrizes para a fabricação de compósitos. Os compósitos são materiais reconstituídos a partir de um ou mais polímeros, que formam a matriz e reforçados com fibras sintéticas ou naturais. Na matriz, além do PP e PEAD, são utilizados o PVC e poliestireno. O material de reforço pode ser fibras curtas, longas, contínuas, descontínuas, naturais ou sintéticas (Leão e Tan, 2000). Os compósitos possuem baixo peso e boas propriedades mecânicas, tendo sido utilizados em aplicações automotivas. Se por um lado estes materiais permitem o aproveitamento de resíduos plásticos e fibras oriundas de restos agrícolas, por outro, são ainda muito dificilmente recicláveis, podendo ser incinerados para aproveitamento energético.

A presença de plásticos na parcela não reciclável dos automóveis, tem sido uma grande preocupação na União Européia. A parcela fundamentalmente reciclável é a dos metais, que representam aproximadamente 3/4 do peso do automóvel atual. Uma parte dos plásticos consegue ser retirada na forma de peças de maior porte antes do

---

<sup>2</sup> Federal Corporate Average Fuel Economy.

<sup>3</sup> PNGV - Trata-se de um consórcio de pesquisa constituído pelo governo e fabricantes americanos de automóveis. Desenvolve pesquisas em manufatura avançada, para acelerar a introdução no mercado de novas idéias; tecnologias que levem a melhorias de curto prazo em eficiência automotiva, segurança e emissões; e produção de protótipos que tripliquem a eficiência atual no consumo de combustível (USEPA. 1995)

descarte final. Porém, os plásticos ainda tem uma presença marcante no resíduo final. Na realidade, esta presença representa uma contradição ambiental que deverá ser mais estudada no futuro próximo. Por um lado o aumento da presença de plásticos reduz o peso do veículo contribuindo para redução de emissões de CO<sub>2</sub> e o efeito estufa. Por outro lado os plásticos enchem os aterros sanitários. Na Europa, 7% dos plásticos são destinados a fabricação de veículos (ESTO, 2000).

Diversas iniciativas tem sido desenvolvidas, na Europa, no final desta década para tentar equacionar o problema dos resíduos no final da vida útil dos veículos. Tratam-se de iniciativas conjuntas de fabricantes e recicladores de veículos, montadas com a intenção de se adiantar aos avanços da regulamentação ambiental no setor.

Na Alemanha existe, desde 1998, legislação que obriga os fabricantes de automóveis a receber de volta os veículos (com menos de 12 anos) ao final da sua vida útil. Os proprietários dos veículos são por sua vez obrigados a dispo-los em pontos credenciados para tanto. Para evitar a consolidação de uma legislação específica, a associação de fabricantes de carros assinou, em 1996, um acordo voluntário visando reduzir a parcela não reusável do resíduo final dos automóveis de 25 % para 5% até 2015. O consórcio PRAVDA<sup>4</sup>, que reúne 9 grandes fabricantes de automóveis, 14 grupos químicos europeus e 7 grandes companhias alemãs de desmanche e reciclo, foi criado para estudar os meios para se atingir este objetivo. Estão sendo pesquisadas diversas tecnologias incluindo a reciclagem mecânica, química e aproveitamento térmico. Neste país, são retirados de circulação 2.5 milhões de autos por ano (ESTO,2000).

No Reino Unido, onde 1.3 milhões de carros são descartados anualmente, foi criado o **Consórcio para a REciclagem de Automóveis (CARE)**, formado por fabricantes e desmontadoras de veículos. Os resultados iniciais do seu trabalho apontam para a prioridade de se recuperar o poliéster, ABS e polipropileno, pela sua participação na composição dos veículos e por representar entre US\$ 150 e 400 por tonelada para o reciclador, desde que disponível limpo e separado.

O programa RECAP<sup>5</sup> para a recuperação e reuso de materiais plásticos da produção e desmonte de automóveis, é uma iniciativa de União Européia que visa integrar diversos segmentos da cadeia produtiva com a finalidade de reduzir a geração de resíduos automotivos. Congrega parceiros ao longo de toda a cadeia produtiva: fabricantes de plásticos e resinas, fornecedores de componentes e fabricantes de carros. Cobre as áreas de gerenciamento de resíduos, desenvolvimento tecnológico e prevenção e novos projetos abrangendo as seguintes linhas de ação:

- ✓ *"O gerenciamento de resíduos incluiu o desenvolvimento de sistemas de codificação de materiais, mapeamento de rotas de resíduos, e a elaboração de avaliações custo-benefício e de produção a partir de reciclados assim como a determinação do verdadeiro valor de mercado do material reciclado produzido.*

---

<sup>4</sup> Projektgruppe altautoverwertung der deutschen automobilindustrie

<sup>5</sup> Recovery and reuse of plastic materials from automotive production and scrapping.



- ✓ *A equipe de desenvolvimento tecnológico se concentrou em técnicas de separação que permitirão a produção de materiais reciclados, suficientemente homogêneos, a partir de partes desmontadas, assim como o desenvolvimento de tecnologias para reciclagem até matérias primas, para a recuperação de hidrocarbonetos e outros compostos adequados para o reuso da indústria petroquímica como matéria prima.*
- ✓ *O trabalho do grupo de projeto e prevenção se ocupou em estudar como as regras de projeto devem mudar para facilitar a desmontagem e fazer a reciclagem mais lucrativa no futuro: Painéis e portas foram identificados como componentes tipicamente fabricados de vários materiais, que poderiam ser modificados e feitos de um único plástico." (ESTO, 2000)*

### **Aspectos ambientais da fabricação de automóveis**

Na medida que mais de 75% do automóvel atual é constituído de peças metálicas, os principais impactos ambientais referentes a sua fabricação se referem ao processo de fabricação, acabamento e proteção destas peças.

O Quadro 1 apresenta os principais poluentes relacionados com estes processos:

Segundo dados do TRI<sup>6</sup>, inventário de emissões tóxicas do governo americano, as emissões do setor de equipamentos de transporte, dentro do qual se inclui a indústria automotiva, representam 1,4% de todas as emissões reportadas. Conforme a Tabela 2, o setor ocupa a 9ª posição de um total de 29 setores produtivos considerados (USEPA, 2000).

As principais substâncias tóxicas, citadas nas emissões de plantas automotivas e peças são o tolueno, xileno, metil-etil-cetona, acetona, glicol-eter, 1,1,1 tricloroetano, estireno, tricloroetileno, diclorometano e metano, entre quase uma centenas de outras substâncias tóxicas (USEPA, 1995). Os efeitos nocivos destes compostos estão relacionados com agressões ao sistema nervoso, irritações severas a pele nariz e garganta, geração de ozônio na baixa atmosfera e carcinogenicidade. Em diversos níveis, estas substâncias poderão se bio-concentrar ao longo da cadeia alimentar ou se descompor em outras substâncias de alta toxicidade como o fosgênio, no caso do diclorometano.

O uso e emissão de compostos orgânicos voláteis, VOC, na indústria automobilística, se bem que não atinge os patamares de outros setores industriais como o da indústria

---

<sup>6</sup> O TRI (Toxics Release Inventory) é um banco de dados público disponível gratuitamente na internet e por via impressa, contendo informações sobre as emissões de mais de 600 compostos tóxicos emitidos em mais de 23.000 sítios produtivos nos Estados Unidos. As informações abrangem lançamentos para o ar, água e solo, assim como resíduos sólidos e transferências outras. Estas se encontram disponíveis para o planta ou agregadas por regiões ou setores produtivos. Foi instituído em 1986 pela lei do planejamento emergencial e do acesso da comunidade as informações (Emergency Planning and Community Right-to-Know Act - EPCRA). Ver <http://www.epa.gov/tri/>.

química, merecem o devido cuidado. A estes se agrega ainda a presença de metais como cromo, níquel, cobre e zinco.

Os dados reportados ao TRI, mostram que tem havido , nos EUA, uma tendência de queda e estabilização nas quantidades de compostos tóxicos emitidos pela indústria automotiva (Tabela 3 e Figura 1). Isto tem ocorrido apesar do crescimento da produção verificado pelo setor. O ritmo de redução das emissões tóxicas tem diminuído em anos recentes. De 1995 a 1996, houve uma redução de 11,8%, Esta redução caiu para 5,7 % no período 96 -97. De 1997 a 1998 houve um acréscimo de 1,1% na emissão de substâncias tóxicas pelo setor (USEPA, 2000). Deve-se considerar que a produção do setor aumentou em 0,8% e 8,4% nos períodos de 95 a 96 e 96 a 97, respectivamente (USEPA, 1997)

A redução verificada nas emissões pode ser creditada a diversas medidas tomadas pela indústria. No relatório sobre o Perfil da Indústria de Montagem de Veículos Automotores, publicado pela agência ambiental americana, USEPA, em Setembro de 1995 (EPA/310-R-95-009) (USEPA, 1995) afirma-se que "*a melhor maneira de reduzir a poluição é, antes que mais nada, preveni-la*". Neste relatório citam-se diversas medidas já adotadas por montadoras como a Ford, Chrysler e GM, aqui resumidas:

Na fabricação de equipamentos:

- ✓ Redução de compras de produtos que contêm substâncias regulamentadas;
- ✓ Reciclo interno e externo do óleo usado;
- ✓ Substituição do uso do tricloroetileno, por soluções aquosas de detergentes na remoção de graxas de superfícies metálicas;
- ✓ Eliminação do cromo na pintura de radiadores;
- ✓ Uso de tintas cerâmicas sem chumbo, em vidros;
- ✓ Recuperação de chumbo dos efluentes da fabricação de baterias;
- ✓ Programa para eliminação do uso de bifenilas policloradas, PCB's;
- ✓ Eliminação do uso de solventes em adesivos usados para a fixação de vedantes no interior dos veículos;
- ✓ Redução de uso de clorofluorcarbonos, CFC's.

Na montagem:

- ✓ Mudança para combustíveis mais limpos, como gás natural;
- ✓ Uso de embalagens retornáveis;
- ✓ Reciclagem de resíduos sólidos de papel, papelão, plásticos e madeira.

**QUADRO 1 - Insumos materiais e emissões na fabricação de automóveis**

<b>Processo</b>	<b>Insumos</b>	<b>Emissões atmosféricas</b>	<b>Resíduos de processos (líquidos e águas residuárias)</b>	<b>Outros resíduos</b>
<b>Fabricação de peças metálicas</b>				
Cortes e formas	Óleos de corte, solventes desengraxantes e para limpeza, ácidos e metais	Resíduos de solventes ( ex: 1,1,1 tricloroetano, acetona, xileno, tolueno, etc.)	Resíduos ácidos e alcalinos, (ex: ácidos clorídrico, sulfúrico e nítrico) e óleos residuais	Resíduos metálicos (ex: cobre ,cromo e níquel) e solventes gastos ( ex: 1,1,1 tricloroetano, acetona, xileno, tolueno, etc.)
Tratamentos térmicos	Soluções ácidas e alcalinas, (ex: ácidos clorídrico, e sulfúrico) sais de cianeto e óleos.		Resíduos ácidos e alcalinos, resíduos de cianetos e óleos	Resíduos metálicos (ex: cobre ,cromo e níquel)
<b>Tratamento de superfícies</b>				
Limpeza com solventes	Solventes e produtos de limpeza ácidos e alcalinos	Resíduos de solventes (ex: acetona, xileno, tolueno, etc.)	Resíduos ácidos e alcalinos	Resíduos inflamáveis, resíduos de solventes (ex: 1,1,1 tricloroetano, acetona, xileno, tolueno, etc.) e resíduos de fundo de destilação.
Remoção de corrosão	Soluções ácidas e alcalinas		Resíduos ácidos e alcalinos	Resíduos metálicos
<b>Acabamento de superfícies</b>				
Eletro-deposição	Soluções ácidas e alcalinas, soluções contendo metais e cianetos.		Resíduos ácidos e alcalinos, resíduos de cianetos, e efluentes líquidos	Resíduos metálicos, resíduos reativos e de solventes.
Acabamentos	Solventes	Resíduos de solventes ( ex: 1,1,1 tricloroetano, acetona, xileno, tolueno, etc.)		Resíduos de pintura de metais, solventes, resíduos inflamáveis de pintura e fundos de destilação.
Limpeza da fábrica	Solventes	Resíduos de solventes ( ex: 1,1,1 tricloroetano, acetona, xileno, tolueno, etc.)		Resíduos de solventes e fundos de destilação

Adaptado do Relatório EPA/310-R-95-009, Motor Vehicle Assembly Industry, Sector Notebook Project, da Agência Ambiental dos Estados Unidos, Setembro, 1995 (EPA, 1995)

**TABELA 2 Emissões de substâncias tóxicas, por setor produtivo nos EUA, em 1998.**

#	Setor	1000 Ton / ano	%
1	Mineração de metais	1591,74	48,0
2	Utilidades elétricas	506,63	15,3
3	Químicos	334,26	10,1
4	Metais primários	256,83	7,8
5	Recuperação de solventes	127,80	3,9
6	Papel	104,24	3,1
7	Setores vários	51,41	1,6
8	Plásticos	49,73	1,5
<b>9</b>	<b>Equipamentos de transporte</b>	<b>46,48</b>	<b>1,4</b>
10	Alimentos	40,49	1,2
11	Metais fabricados	38,94	1,2
12	Combinação de códigos de setores <sup>(1)</sup>	30,52	0,9
13	Petróleo	28,68	0,9
14	Pedras, argilas e vidros	18,30	0,6
15	Madeira serrada	15,57	0,5
16	Equipamentos elétricos	13,20	0,4
17	Gráficas	10,18	0,3
18	Maquinaria	8,82	0,3
19	Móveis	7,85	0,2
20	Mineração de carvão	6,04	0,2
21	Medições e fotografia	5,52	0,2
22	Têxtil	5,45	0,2
23	Vários	4,80	0,1
24	Códigos não reportados	3,45	0,1
25	Couro	2,19	0,1
26	Terminais de óleo a granel	2,13	0,1
27	Tabaco	1,63	0,0
28	Venda de prod. Químicos (atacado)	0,73	0,0
29	Vestuário	0,23	0,0
	Total	3313,85	100,0

Fonte: adaptado de TRI (USEPA, 2000)

Refere-se aos compostos listados pelo TRI, lançados ao ar, água, solo e injeções subterrâneas no local da fábrica e transferências para disposição final fora da fábrica.

(1) Inclui plantas que reportaram sob códigos industriais variados.

Na pintura e acabamento:

- ✓ Uso de técnicas de pintura mais eficientes, com menor conteúdo de solventes e incluindo a sua incineração final;
- ✓ Otimização das sequências de pintura para minimizar a necessidade de limpeza dos equipamentos na troca de cores e reduzindo o uso de solventes e emissões de VOC;
- ✓ Programa de redução de compostos tóxicos no revestimento de superfícies, incluindo VOC, chumbo e cromo hexavalente;

Na desmontagem e trituração do veículo após uso:

- ✓ Gestão de anti-congelantes.(USEPA, 1995)

**TABELA 3 Evolução das emissões de substâncias tóxica (TRI) do setor de equipamentos de transporte, nos Estados Unidos.**

Ano	Total de emissões no local "on-site"	Total de emissões fora do local "off-site"	Total de emissões "on-site" + "off-site"	Crescimento da produção setorial
	em 1000 Ton	em 1000 Ton	em 1000 Ton	1991=100
1995	50,4	5,3	55,7	109,5
1996	44,8	4,4	49,2	110,4
1997	41,9	4,5	46,4	119,7
1998	41,3	5,6	46,9	n.d.

Fontes: Emissões: adaptado de TRI explorer, Trends Report, TRI on-site and off-site reported releases , Trend report for 1995 core chemicals, U.S., 1995-1998, transportation equipment (SIC 37) (USEPA, 2000). Crescimento setorial: Toxics release inventory reporting, 1997 (USEPA, 1997).

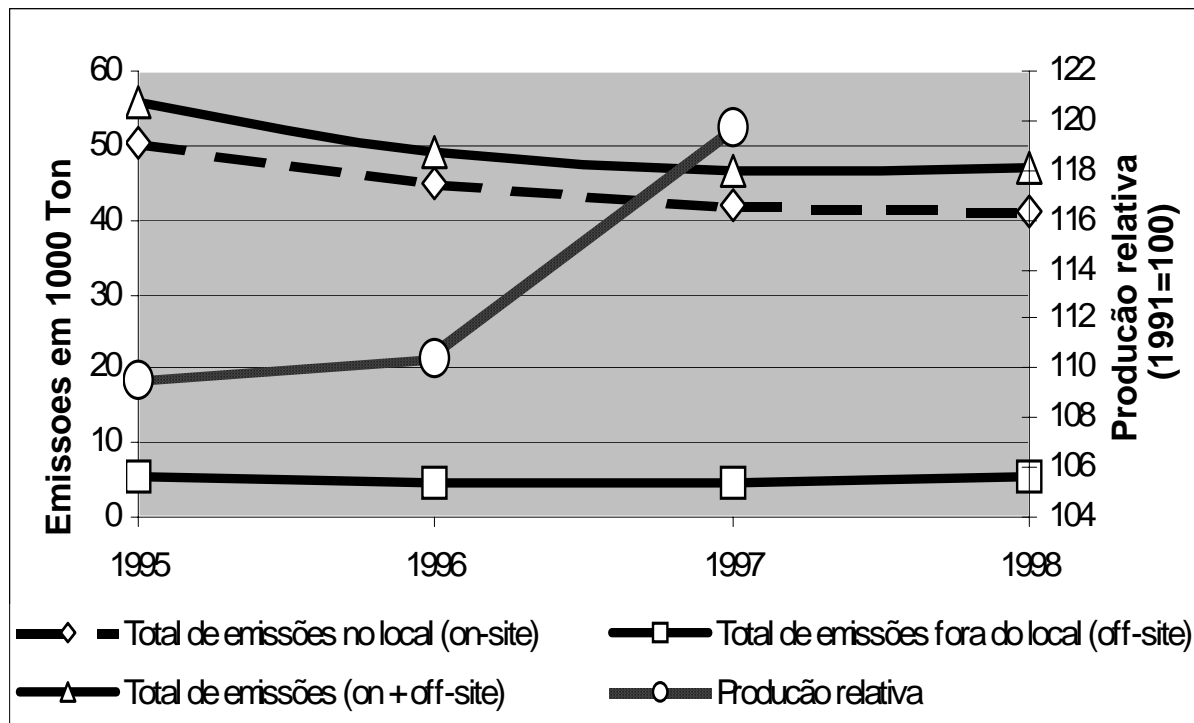


Figura 1 Evolução das emissões de substâncias tóxica (TRI) do setor de equipamentos de transporte, nos Estados Unidos.

Fonte: adaptado de TRI explorer, Trends Report, TRI on-site and off-site reported releases , Trend report for 1995 core chemicals, U.S., 1995-1998 transportation equipment (SIC 37) (USEPA, 2000)

**Tendências ambientais para alguns componentes do automóvel: os pneus.**

A recente legislação brasileira sobre o destino a ser dados aos pneus usados pode servir de base para a discussão de tendências ambientais no setor automotivo. A Resolução 258 do Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA, publicada em dezembro de 1999, estabelece a responsabilidade de produtores e importadores na coleta e reciclagem de pneumáticos. Distribuidores, revendedores e consumidores dividem com os anteriores a co-responsabilidade da coleta.

O Quadro 2 resume as medidas a serem adotadas e os prazos para sua implementação.

**Quadro 2- Reciclagem de pneus (adaptado da Res. Conama 258 / 1999, artigo 3)**

Medida: Reciclar...	Proporção	A partir de Jan/2002	A partir de Jan/2003	A partir de Jan/2004	A partir de Jan/2005
01 inservível p/c 04 produzidos ou importados	1/4				
01 inservível p/c 04 importados reformados	1/4				
01 inservível p/c 02 produzidos ou importados	1/2				
01 inservível p/c 02 importados reformados	1/2				
01 inservível p/c 01 produzido ou importados	1				
05 inservíveis p/c 04 importados reformados	5/4				
05 inservíveis p/c 04 produzidos ou importados	5/4				
04 inservíveis p/c 03 importados reformados	4/3				

Segundo a Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos, ANIP (Tommascini, 2000), que congrega 11 empresas, a produção de pneus no Brasil em 1999 foi de 41.3 milhões de unidades. As Tabelas 4 e 5 apresentam a quantidade de pneus vendidos no Brasil em 1999.

**Tabela 4 - Pneus de fabricação nacional vendidos em 1999**

Vendas	Milhões de pneus	%
P/ Montadoras nacionais	8,1	18,7
Reposição (Total)	20,1	46,3
Automóveis	11,9	27,4
Caminhonetes	2,2	5,1
Tratores e terraplanagem	0,3	0,7
Camiões e ônibus	2,8	6,5
Outros	2,9	6,7
Exportação	15,2	35,0
Total vendas	43,40	100,0

Fonte: ANIP (Tommascini, 2000)

**Tabela 5 - Pneus importados vendidos em 1999**

Tipos	Milhões de pneus	%
Total novos	4,5	58,3
Automóveis	3,0	39,1
Camiões e ônibus	1,2	15,4
Tratores e terraplanagem	0,3	3,9
Usados	1,2	15,6
Recauchutados	2,0	26,0
Total	7,7	100,0

Fonte: ANIP (Tommascini,2000)

Ainda segundo a ANIP, para 2002 espera-se um incremento de 10% nas vendas. Isto quer dizer que entre importados e produzidos aqui, entrarão no mercado 51,5 milhões de pneus em 2002, implicando na obrigatoriedade de serem reciclados em torno de 13 milhões de pneus inservíveis nesse ano e, um número superior a 26 milhões em 2003. Estima-se que o passivo ambiental a ser reciclado a partir de 2005 seja de 100 milhões de pneus(Tommascini,2000).

Entre as alternativas para a reciclagem dos pneus podem ser consideradas, principalmente: recauchutagem, uso em muros de arrimo e outras obras, retalhamento e utilização em asfalto, incineração com geração de energia, combustão em fornos de cimento, pirólise e gaseificação.

Visando a identificação de tendências para o destino que será dado no Brasil aos pneus usados, consideremos a experiência da Europa e Estados Unidos, representada na Tabela 6.

**Tabela 6 - Destino dado aos pneus na Europa e Estados Unidos em 1999 (em %)**

Destino	Europa(1)	Estados Unidos (2)
Disposição em aterros	39	31
Cimenteiras	16	13
Combustível para outros fins	4	24
Engenharia civil	9	7
Exportação (usados)	11	5
Granulados / moídos	9	7
Agricultura	0	2
Reconstrução	12	11

Fonte: ANIP, (Tommascini, 2000)

(1) dados atribuídos a ETRA, European Tire Recycling Association.

(2) dados atribuídos a USA Scrap Tire Management Council.

Não foram encontrados dados confiáveis quanto ao destino final dos pneus inservíveis no Brasil. Diversos trabalhos tem sido desenvolvidos visando o seu aproveitamento na

construção de muros de arrimo, (Medeiros, 2000), na sua reconstituição para correntes de hidrocarbonetos líquidos e gasosos a través de pirólise e combustão em fornos de cimenteiras (Souza, 2000).

Na medida que a responsabilidade pela reciclagem recai sobre os fabricantes, estes deverão procurar os meios de fazer com que esta atividade incida o menos possível sobre os custos dos pneus. De qualquer forma, os custos da disposição final dos pneus deixam de ser repassados a sociedade como um todo, passando aos produtores e consumidores. Esta mudança aponta para uma maior racionalização na produção consumo e descarte destes produtos, devendo levar a redução do seu impacto ambiental. Nesta linha de raciocínio é de se esperar que as opções de reciclagem que aproveitem o maior valor possível da carcaça do pneu gasto, sejam preferidas. A avaliação econômica destas opções não é assunto trivial, mas como uma regra heurística pode-se considerar a seguinte ordem de prioridades:

- ✓ Extensão da vida útil do pneu, mesmo se aumentando seu custo de venda;
- ✓ Recauchutagem de carcaças;
- ✓ Aproveitamento das carcaças em funções onde a sua estrutura seja aproveitada, como contenções de encostas, muros de arrimo, revestimento de poços de água, etc.
- ✓ Aproveitamento da capacidade calorífica em processos de combustão;
- ✓ Desdobramento do pneu nos seus componentes químicos.

Para cada uma das opções acima deverá se quantificar o provável mercado a curto e médio prazo. Aspectos tecnológicos, logísticos e culturais, entre outros, concorrem na definição das alternativas a serem utilizadas em cada local. Não parece ter sentido se transportar pneus a centenas de quilômetros de distância para a sua incineração em fornos que produzirão o cimento a ser usado na fabricação do concreto de um muro de arrimo na cidade onde o pneu foi descartado. Caso estes possam ser utilizados diretamente na contenção de terrenos instáveis, no local onde foram descartados, esta opção deverá ser preferida. Se bem que esta última opção possa ser a mais favorável do ponto de vista ambiental, para o exemplo anterior, os acima citados aspectos tecnológicos, logísticos e culturais, acabarão ditando o destino final do pneu inservível. Raciocínio semelhante pode ser elaborado para a construção de bancos de corais e pesqueiros, desde que devidamente comprovada a condição de inerte no ambiente marinho dos pneus.

Os usos citados dependem, ainda, de trabalhos de pesquisa e divulgação, que deverão ser estimulados pela enorme quantidade de pneus a serem recebidos e reciclados pela indústria. Alternativas de aproveitamento da estrutura inteira do pneu, possível de ser feita com baixos investimentos, deverão surgir. Entre estas pode-se ainda considerar a regularização de terrenos e ocupação de áreas alagadiças.

O aproveitamento do pneu como combustível, por enquanto, é mais rentável quando o seu lançamento nos fornos se dá em peças inteiras (Souza, 2000). Dificilmente a indústria cimenteira realizará investimentos altos na trituração prévia dos pneus, mesmo

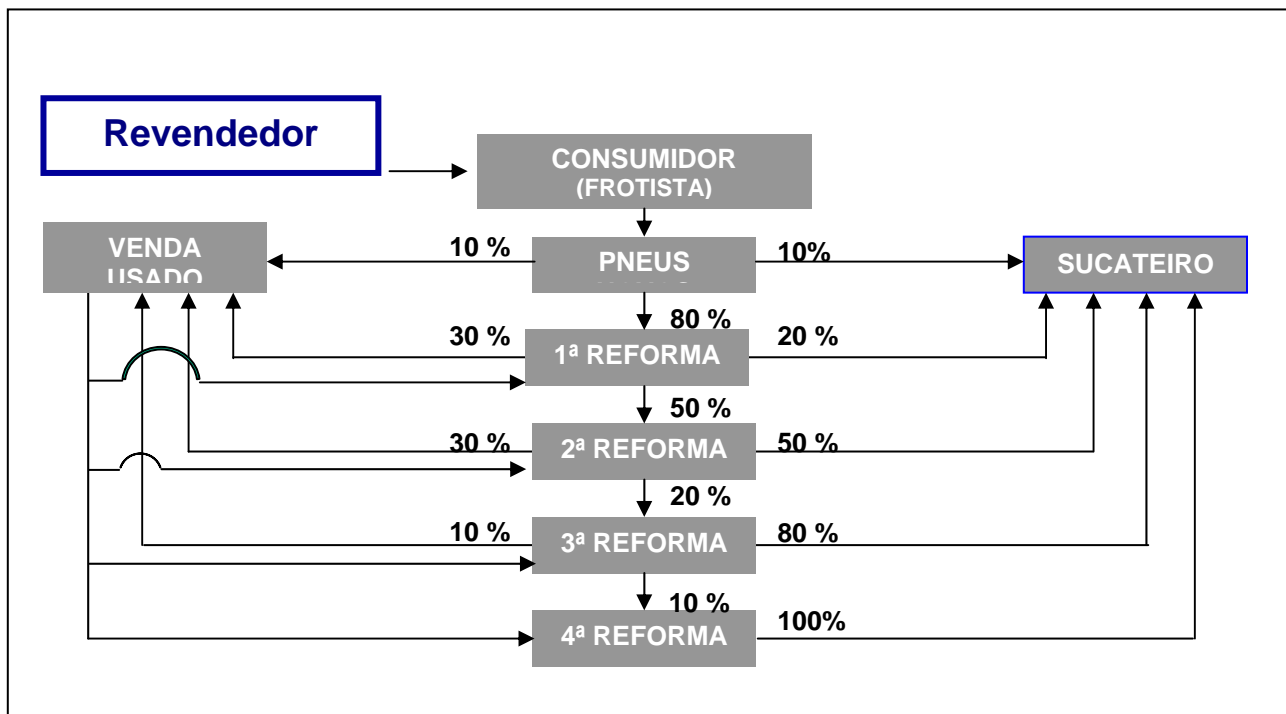


que isto torne o combustível mais homogêneo, antes de se ter uma idéia mais clara sobre a competitividade desse tipo de destinação a médio e longo prazos.

A decisão de se incorporar ao produto os seus custos ambientais, anteriormente difusos, deve levar ao desenvolvimento de alternativas varias, dificilmente previsíveis no momento.

Como indicado na Tabela 7, a disposição em aterros ainda se constitui na principal destinação final na Europa e nos Estados Unidos. Em função da menor densidade populacional do nosso país, este tipo de medidas deverão ter grande atratividade. A sua disposição, diferenciada de resíduos não inertes, poderá reduzir custos, seja por dispensar os controles que estes outros exigem seja pela facilidade de uso do terreno após o fechamento do aterro.

Entre as alternativas de maior valor agregado, após uso, destaca-se a recauchutagem que, para os pneus de carga, se constitui numa prática consolidada no país. Dados da ANIP mostram que apenas 10% do pneus novos são encaminhados para sucateiros após uso (ver Figura 2), 80% deles são encaminhados para reforma e 10% vendidos como usados. Mesmo após uma segunda reforma, metade dos pneus são reutilizados como tais. Estes número aventam opções interessantes também para os pneus de carros e caminhonetes. A nova legislação deverá pressionar por uma maior organização das atividades de recauchutagem.



**Figura 2 - Ciclo de vida de pneus de carga, após primeira venda**

Fonte: ANIP (Tommascini, 2000)

### ***Impactos ambientais de outros produtos: o caso do óleo lubrificante.***

Para ampliar a visão dos impactos ambientais de outros produtos vinculados ao uso do automóvel, consideremos o descarte e reciclo do óleo lubrificante, mesmo não sendo seu uso restrito ao de motores móveis.

Segundo dados da empresa LWART Lubrificantes (Trecenti, 2000) o consumo atual de lubrificantes básicos no Brasil é de 900 milhões de litros por ano. Mesmo estando em vigor a portaria CONAMA 9 de 1993 que obriga o encaminhamento de todo o óleo lubrificante mineral usado ou contaminado para rerrefino, apenas 180 milhões seguem este caminho. Estima-se que 210 milhões de litros de óleo usado são lançados no solo e nos cursos d'água todo ano (ver Tabela 8). Isto equivale, aproximadamente, a um vazamento, de 4 milhões de litros, como o ocorrido na refinaria Getúlio Vargas, na grande Curitiba, em Julho de 2000, passado, por semana.

Este exemplo ilustra a gravidade dos impactos ambientais associados a cadeia produção uso e descarte do setor automotivo que passam despercebidos da opinião pública. Aspectos como este deverão entrar nas pautas ambientais obrigando a obtenção de respostas mais agressivas por parte tanto do setor de regulamentação ambiental como do setor produtivo.

**Tabela 8 - Destino do óleo lubrificante mineral usado no Brasil**

Óleo lubrificante mineral	Milhões de litros/ano
Óleo comercializado	900
Perdas por uso	510
Disponíveis para rerrefino	390
Coletados	180
Perdas estimadas para o ambiente após uso	210

Fonte: LWART lubrificantes (Trecenti, 2000)

### ***Conclusões***

Neste trabalho foram citados aspectos ambientais vinculados a constituição e fabricação de automóveis, dos pneus e do óleo lubrificante. Não se pretendeu com isso esgotar a discussão sobre o impacto ambiental deste produto. Os aspectos referentes às fontes energéticas para a propulsão do carro foram apenas tangencialmente consideradas, apesar da sua importância. Procurou-se ilustrar a abrangência da questão ambiental discutida e as tendências futuras.

O setor produtivo deverá voltar a sua atenção, cada vez mais, para as fontes da geração da poluição no sentido de encontrar meios mais eficientes e rentáveis para atender as crescentes pressões. As empresas que já o fazem têm encontrado neste

processo ganhos em competitividade. As que ainda raciocinam exclusivamente no fim de tubo terão que mudar de paradigma para permanecer no mercado.

A nova visão ambiental, porém, não se restringe a minimização de resíduos na fonte. Ela se estende ao longo da cadeia produtiva e das relações inter-setoriais, na busca de uma maior eco-eficiência. Neste sentido, surgem oportunidades para propostas gerenciais e tecnológicas para as interfaces produtivas no âmbito da Ecologia Industrial. A variedade dos desafios, apontam para a necessidade de atitudes inter-disciplinares. Esta nova demanda deverá influir as tendências e métodos de ensino e capacitação.

Os instrumentos de regulamentação ambiental deverão também evoluir na direção da exigência de uma maior eco-eficiência de produtos e processos. Onde isto não acontecer, a própria legislação corre o risco de se tornar um fator de retração ao avanço ambiental e econômico.

A cadeia automotiva representa uma grande oportunidade para o desenvolvimento de novas atitudes que aliem competência empresarial e ambiental.

O autor agradece o apoio dado a Rede de Tecnologias Limpas e Programa de Tecnologias Limpas da UFBA, TECLIM, do Centro de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Bahia, CADCT e Financiadora de Estudos e Projetos, FINEP através do RECOPE; do CNPq, através do PADCT III / CIAMB / Plataformas e Projeto Nordeste.

### ***Referências Bibliográficas***

- Flavin,C; French,H (1998): State of the world. 1a ed. Worldwatch Institute, London. 251 páginas.
- Carr-Harris,H (1997): Cleaner production: a strategy, a tool. In: Eco-efficiency and factor 10. Proceedings of the workshop Polo Tecnológico de Lisboa ed. (Eds: Peneda,C; Frazao,R) INETI/ITA, Lisboa.
- Chehebe,JRB (1998): Análise de ciclo de vida de produtos. 1a ed. Vol. 1. Qualitymark ed., Rio de Janeiro. 104 páginas.
- Cinq-Mars,J (1997): Eco-efficiency potential and interest in OECD countries. In: Eco-efficiency and factor 10. Proceedings of the workshop Polo Tecnológico de Lisboa ed. (Eds: Peneda,C; Frazao,R) INETI/ITA, Lisboa, 21-28.
- ESTO; Greaves.C; et al. (Eds.) (2000): Regulation and innovation in the recycling industry. 1a ed. Vol. 1. The European Commission, Brussels. 117 páginas. <EUR 19623 EN>
- Forstner,U (1998): Integrated Pollution Control. 1a ed. Springer-Verlag, Heidelberg. 505 páginas.
- Furtado,JS; Ferreira da Silva,ER; Margarido,AC (2000): Estratégias de gestão ambiental e os negócios da empresa. <http://www.vanzolini.org.br/areas/desenvolvimento/producaolimpa/textos.html>, 12.
- Graedel,TE; Allenby,BR (1998): Industrial ecology and the automobile. 1a ed. Prentice-Hall Inc., New Jersey. 243 páginas.
- Kiperstok,A (1999): Tecnologias Limpas, porque não fazer já o que certamente se fará amanhã. Tecbahia 14 - 02, 45-51.

- Marinho,M; Kiperstok,A (2000): Ecologia Industrial e prevenção da poluição: uma contribuição ao debate regional. Tecbahia, aceito para publicação.
- Leao,AL; Tan,H (2000): Produção de compósitos a base de fibras naturais para utilização na industria automobilística. SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE REUSO E RECICLO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS, S.P., .
- Lindfors,LG; Christiansen,K; Hoffman,L; et al. (1995): Nordic guidelines on life cycle assessment. 1a ed. Vol. 1. Nordic Council of Ministers, Copenhagen. 222 páginas.
- Medeiros,LV de (2000): Reuso de pneus em geotecnia. Palestra apresentada no SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE REUSO E RECICLO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS, S.P., CETESB, Agosto.
- (<http://www.puc-rio.br/sobrepuc/deptoservicosocial/neesproj2.html>)
- OSAT (Ed.) (1999): Forecast and analysis of the north american automotive industry; Delphi X for 2004 and 2008; Executive summary. 1a ed. University of Michigan transportation research institute, Michigan. 20 páginas. (<http://www.osat.umich.edu>).
- Peneda,C; Frazao,R (Eds.) (1997): Eco-efficiency and factor 10. Proceedings of the workshop:Polo tecnologico de Lisboa ed. INETI/ITA, Lisboa. 79 pages.
- Porter,M (2000): A nova era da estratégia. HSM mngnt Edição especial, março - abril, 18-28.
- Porter,M; Linde van der,C (1995): Green and competitive. Harvard Business Review Sept-Oct, 120-134.
- Shen,TT (1995): Industrial pollution prevention. 1a ed. Springer, Berlin. 371 páginas.
- Schmidt-Bleek,F (1997): The MIPS concept and factor 10. In: Eco-efficiency and factor 10. Proceedings of the workop Polo Tecnologico de Lisboa ed. (Eds: Peneda,C; Frazao,R) INETI/ITA, Lisboa.
- Socolow,R; Andrews,C; Berkhout,F; Thomas,V (Eds.) (1994): Industrial ecology and global change. 1a ed. Vol. 1. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 500 páginas.
- Souza,A de (2000): Utilização de pneus pós-consumo em fornos de cimento. Seminário nacional sobre reuso e reciclo de resíduos sólidos industriais, S.P., CETESB, Agosto.
- Tommascini,G; ANIP (2000): Coleta e reciclagem de pneus no Brasil e no exterior. Seminário nacional sobre reuso e reciclo de resíduos sólidos industriais, S.P., CETESB, Agosto .
- Trecenti,L (2000): Reciclo de óleo lubrificante usado. Seminário sobre Meio Ambiente e Indústria, SEMAI, SP, Agosto.
- USEPA (Ed.) (1995): Profile of the motor vehicle assembly industry. 1a ed. USEPA, Office of compliance, Washington. 133 páginas.(EPA/310-R-95-009)
- USEPA (Ed.) (1997): Toxics release inventory reporting. 1a ed. USEPA, Toxics release inventory, . 283 páginas.(<http://www.epa.gov/tri/tri97/data/index.htm>)
- USEPA (2000): TRI on-site and off-site reporyted releases. (<http://www.epa.gov/triexplorer/industry.htm>) .
- Verschoor,AH; Reijnders,L (2000): Toxics reduction in ten large companies, why and how. J. Cleaner Prod 8, 69-78.(<http://www.elsevier.com/locate/jclepro>)
- WBCSD; UNEP (Eds.) (1996): Eco-efficiency and cleaner production. 1a ed.,17 páginas.
- Zeri (2000): <http://www.zeri.org/>