



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS E LETRAS DE ARARAQUARA

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

ANDREY GUSTAVO BARBATO

**ESTRATÉGIAS AMBIENTAIS NA INDÚSTRIA
AUTOMOBILÍSTICA: UM ESTUDO DE CASO NA
VOLKSWAGEN DE SÃO CARLOS - SP**

ARARAQUARA - SP

2011

ANDREY GUSTAVO BARBATO

**ESTRATÉGIAS AMBIENTAIS NA INDÚSTRIA
AUTOMOBILÍSTICA: UM ESTUDO DE CASO NA
VOLKSWAGEN DE SÃO CARLOS – SP**

Monografia apresentada ao Departamento de Economia da Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientadora: Prof^a Dr^a Stela Luiza de Mattos Ansaneli

Banca examinadora: Prof^o Dr. Rogério Gomes

ARARAQUARA

2011

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida e saúde, ao meu pai João Batista Barbato, minha mãe Maria de Lourdes Cid Barbato e minha irmã Talita, por toda educação dada, pelo amor incondicional, pelos ensinamentos e por tudo que proveram para a minha formação. Aos meus avós José Barbato, Maria José Barbato e José Brasil Cid (todos *in memorian*), a minha avó Aparecida e todos os familiares que sempre torceram por mim.

Também agradeço aos grandes amigos de São José dos Campos, em especial Barsotti, Coura, Belo, Tiu, Foca e Bilu, que apesar da distância sempre estiveram presentes de alguma forma.

Ao pessoal da Volkswagen de São Carlos, pela paciência e apoio dado durante os 18 meses em que fui estagiário, em especial ao Líder e Professor Washington Levez, que me ajudou com diversas informações que viabilizaram este trabalho. Aos meus professores, em especial à minha orientadora Stela Ansaneli, por toda paciência e orientação.

Por fim, porém não menos importante, agradeço a República P.N.B., a qual foi meu lar durante todos esses anos. Agradeço a todos os moradores, em especial aos meus veteranos Maçaneta, Vegetal e Duke, que me receberam e me deram a oportunidade de morar nessa casa, aos companheiros Funai, Japa, Wando, Bestão, Lombriga, Porco, Sundown, Paia (*in memorian*), Lobão e Dona Néia, as cachorras Gabriela, Rosalva e Xica, e todos aqueles que passaram por lá e que de alguma forma contribuíram para essa história. Obrigado por cada momento que passamos juntos, bons ou ruins, sempre com muito companheirismo, muito bom humor e acima de tudo, muita amizade.

RESUMO

A presente pesquisa tem como principal objetivo mostrar como a indústria automobilística vem lidando com o fator meio ambiente, mais especificamente durante o processo produtivo e em suas áreas de apoio, mostrando como é implantado um Sistema de Gestão ambiental, o seu funcionamento e sua manutenção. Apresenta também algumas ações relacionadas ao tema que as montadoras vem tomando, bem como um estudo de caso na fábrica de motores da Volkswagen do Brasil, em São Carlos – SP.

Palavras-chave: Indústria automobilística, Sistema de Gestão Ambiental, Economia do Meio Ambiente.

ABSTRACT

This research has as main objective show how the auto industry has been dealing with the environmental factor, more specifically during the production process and the support areas, and how the environmental management system is implemented, the operation and maintenance. Presents a number of actions related to the theme that has been taking by the automakers, as well as a case of the Volkswagen do Brasil engine plant, in São Carlos - SP.

Keywords: Automotive industry, Environmental management system, Environment economics.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
1: INDÚSTRIA E O MEIO AMBIENTE.....	12
1.1 Breve Histórico.....	12
1.2 Determinantes do investimento ambiental na indústria.....	15
1.2.1 As Políticas Ambientais e suas implicações.....	15
1.2.2 Outro fatores.....	17
2: GESTÃO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA.....	20
2.1 Sustentabilidade na indústria automobilística.....	20
2.2O Sistema de Gestão Ambiental na Fábrica da Volkswagen em São Carlos	26
2.2.2 ESTUDO DE CASO – VOLKSWAGEN SÃO CARLOS.....	34
CONCLUSÃO.....	43
Referências.....	45

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1: Instrumentos Diretos e Indiretos.....	17
Quadro 2: Etapas para a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental.....	30
Quadro 3: Exemplos de Responsabilidades Ambientais.....	31

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Indicadores do consumo de água potável na planta.....	41
---	----

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Certificados ISO 14.001 por Continentes.....	32
---	----

INTRODUÇÃO

Ao longo dos tempos o homem e seu meio passaram por inúmeras transformações. Por um lado, o ser humano sempre buscando melhorar sua condição de vida a fim de fazer de sua existência algo além do que uma simples sobrevivência, por outro lado, o meio ambiente se alterando por fatores exógenos e sendo alterado pela ação do homem. De todas as fases que já existiram, uma delas parece ser o estágio mais avançado da modernidade, ou pelo menos é o que trouxe as maiores transformações visuais – se falarmos do meio – e conceituais – se falarmos do homem.

O mundo assistiu na Inglaterra do século XVIII o início da era industrial, que fez com que o desenvolvimento econômico ganhasse uma força inédita até então. Transformações e inovações acontecendo com uma velocidade grande e, tomado pelo deslumbramento, o homem deixou que tudo que fosse sólido se dissolvesse no ar. O surgimento de novos bens de consumo e novas tecnologias foram alcançados a um custo alto, onde o uso intensivo de matérias-primas e energia aumentaram muito a velocidade de utilização dos recursos naturais. A geração de resíduos e o descarte indevido dos mesmos superaram o poder de recuperação da natureza, instaurando um cenário onde, caso não houvesse reação, o caos seria inevitável.

Apesar de ser um assunto de suma importância para o futuro desenvolvimento econômico mundial, é somente a partir dos anos 1970, através dos debates sobre o crescimento econômico promovidos por fóruns como o Clube de Roma, que os temas referentes aos recursos naturais foram inseridos no âmbito das discussões sobre a teoria econômica. (ENRIQUEZ, 2010)

A Conferência de Estocolmo, organizada pelas Nações Unidas em 1972, foi o grande marco da evolução das questões ambientais no Brasil e no mundo. Discutiu-se principalmente, nessa conferência, a necessidade de políticas de controle de poluição industrial, principalmente do ar e da água, na tentativa de reversão do quadro de degradação ambiental que vinha se agravando.

A partir desta Conferência, foi intensificado o desenvolvimento da Legislação Ambiental. Normas e padrões ambientais, na forma como os conhecemos hoje, começaram a ser estabelecidos e os Órgãos Estaduais de Meio Ambiente começaram a

serem instituídos. Nessa altura ainda não havia um pleno envolvimento dos empresários com as questões ambientais e, quando havia, restringia-se à poluição do ar e da água.

Com enfoque corretivo, principalmente na década de 80, as grandes empresas aplicaram recursos financeiros significativos em equipamentos e sistemas de controle de poluição. O enfoque, portanto, era no ‘ponto de descarga’, isto é, nos pontos de lançamento de efluentes líquidos e nas chaminés. Os resultados desse modelo corretivo não foram satisfatórios, pois só um enfoque preventivo seria capaz de melhorar o desempenho ambiental.

O surgimento do automóvel e sua indústria têm considerável importância neste assunto e desperta o interesse de muitos que estudam o meio ambiente, apesar de não se tratar de um processo com alto grau poluidor, o bem final é conhecidamente o maior causador de poluição do ar.

O setor automotivo é um dos mais importantes do Brasil, os veículos das principais montadoras do mundo são produzidos no País. No Brasil estão instaladas 19 empresas montadoras de veículos, com 40 fábricas localizadas em 8 Estados da Federação. A capacidade de produção total é da ordem de 3,85 milhões de veículos, em 2007. Neste ano, foi o 7º maior produtor mundial de veículos, com a produção de 2.997 mil unidades, o maior produtor mundial de ônibus urbanos e o maior produtor de caminhões da América do Sul.

Acompanhando o setor, o seguimento fabricante de autopeças do Brasil também é expressivo. As empresas associadas ao SINDIPEÇAS estão localizadas em onze Estados. São 650 empresas, dentre as quais 40 são sistemistas, e têm faturamento da ordem de 35,9 bilhões de dólares. A importância do setor automotivo pode ser demonstrada pelos números que o setor apresentou em 2007¹:

- Participação de montadoras e fabricantes de autopeças no Produto Interno Bruto - PIB brasileiro próximo de 5,4%.
- Geração de 120,3 mil empregos diretos nas montadoras, de 217 mil empregos no segmento de autopeças.
- O total de empregos diretos e indiretos na cadeia automotiva é de 1,3 milhão.

¹ Dados dos Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.

Ao passo em que é um dos maiores responsáveis pelo aumento do efeito estufa, é também um dos pioneiros em desenvolvimento de soluções alternativas, a indústria automobilística traz inovações principalmente ao que se refere às emissões dos motores dos carros, criando formas alternativas de geração de energia para mover seus automóveis. No entanto o processo produtivo, etapa não considerada potencialmente poluente, também tem tido papel fundamental. As grandes montadoras de veículos passaram a direcionar recursos significativos à área de Gestão Ambiental e criar estratégias para que a sua produção tome rumos sustentáveis e garanta o processo produtivo adequado às normas e aos objetivos futuros que possam ser previstos.

Portanto, a presente pesquisa tem o intuito de apresentar o funcionamento de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) na indústria automobilística, por meio de um estudo de caso da fábrica de motores da Volkswagen do Brasil, em São Carlos – SP

No primeiro capítulo será tratado a indústria e o meio ambiente, com um breve histórico do surgimento da preocupação ambiental e como o assunto foi desenvolvido ao longo do tempo. Dentro desta seção também serão abordados os determinantes do investimento ambiental na indústria e suas implicações. Posteriormente, no segundo capítulo, trataremos da gestão ambiental na indústria automobilística, a questão da sustentabilidade e analisaremos o caso da fábrica de motores da Volkswagen.

1: INDÚSTRIA E O MEIO AMBIENTE

1.1 Breve histórico

“O homem é ao mesmo tempo obra e construtor do meio ambiente que o cerca, o qual lhe dá sustento material e lhe oferece oportunidade para desenvolver-se intelectual, moral, social e espiritualmente. Em larga e tortuosa evolução da raça humana neste planeta chegou-se a uma etapa em que, graças à rápida aceleração da ciência e da tecnologia, o homem adquiriu o poder de transformar, de inúmeras maneiras e em uma escala sem precedentes, tudo que o cerca. Os dois aspectos do meio ambiente humano, o natural e o artificial, são essenciais para o bem-estar do homem e para o gozo dos direitos humanos fundamentais, inclusive o direito à vida mesma.” (Conferência da ONU – Estocolmo, 1992)

Por volta de dois séculos após início da era industrial, a economia dos países desenvolvidos estava fortemente fundamentada no modelo fabril, enquanto que as nações em desenvolvimento se intensificavam no processo de industrialização. Era final dos anos 1960 e a equipe do cientista Dennis Meadows produziu um trabalho sustentado por um modelo matemático que alertava sobre os impactos do crescimento econômico contínuo acompanhado da exploração de recursos naturais não renováveis.

Fruto disso, surge em 1972, o conhecido relatório *The Limits to Growth* (Os Limites ao Crescimento), onde fazia projeções nada otimistas sobre o uso dos recursos naturais não renováveis e sobre o aumento da demanda. As conclusões obtidas neste trabalho apontavam para um cenário catastrófico, visto que, mantidos os crescimentos das variáveis estabelecidas no modelo, os recursos se esgotariam.

Apesar de muitas das previsões feitas pela equipe de Dennis Meadows não terem se concretizado, o trabalho serviu para que o alerta na comunidade mundial, com relação a extinção dos recursos naturais, fosse efetivamente ligado e então iniciada uma fase que crucial para a manutenção do sistema.

O primeiro reflexo foi a realização em 1972, em Estocolmo na Suécia, da I Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente, organizada pela Organização das Nações

Unidas (ONU) e tinha como pauta debater o crescimento populacional, o processo de industrialização e a tecnologia utilizada nos processos industriais. Esta época, após a realização do fórum, passou a se caracterizar como de comando-controle, onde os países começaram a melhorar suas instituições ambientais e estabelecer legislações.

Nos anos 1980 a preocupação com o meio ambiente passou a ser considerada importante por parte dos industriais, otimizar o uso de matérias-primas e gerar uma boa imagem para a empresa com a implantação de políticas ambientais. Neste contexto, muitos fóruns e acordos foram firmados, endossando o início da preocupação com o meio ambiente na época. Dentre as conferências que ocorreram, de acordo com Nascimento, Lemos e Mello (2008), podemos citar:

- Protocolo de Montreal (1987) – baniu diversos produtos químicos (hidrocarbonetos clorados e fluorados ou popularmente conhecido como CFC's (Clorofluorcarbonos) e estabeleceu prazos para a sua substituição.
- Relatório da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento instituído pela Assembléia Geral das Nações Unidas (1987) – também conhecida como Relatório de Brundtland, contribuiu para a divulgação mundial do conceito de desenvolvimento sustentável, conforme será explicado no tópico seguinte;
- Convenio Internacional da Basileia (1989) – estabeleceu regras para as transações transfronteiriças de resíduos, bem como a disposição sobre o controle de sua importação e exportação e a proibição de envio desses resíduos para países que não atendam as condições necessárias para o recebimento dos devidos resíduos;
- Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992) – também conhecida como Cúpula da Terra ou Rio 92, esta conferência gerou importantes relatórios como a Carta de Terra (ou Declaração do Rio) e a Agenda 21;
- Protocolo de Kyoto – anunciado em dezembro de 1997, ele só entrou em vigor em fevereiro de 2005, apesar da recusa dos EUA em participar. O protocolo foi negociado na Conferência das Partes da Convenção e dizia sobre a mudança de comportamento dos países como o intuito de reduzir

a emissão de poluentes e gases por parte dos mesmos e assim frear a rápida alteração no clima, observada no planeta;

- Cúpula Rio+10 (2002) – ocorrida em Joanesburgo, na África do Sul, objetivou avaliar os resultados obtidos desde a realização da Conferência Rio 92.

Atrelado a essa onda de discussão, surge durante um dos fóruns supracitados, mais especificamente o que ficou conhecido como Relatório de Brundtland em 1987, um documento denominado como “Nosso Futuro Comum”. Este documento continha a ideia de que o desenvolvimento econômico, para poder ser assim tratado, deveria paralelamente com o crescimento econômico, também obter uma melhora da qualidade de vida das pessoas, além de defender a possibilidade de se atingir um maior desenvolvimento sem que isso signifique destruir os recursos naturais do planeta.

“Aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades” (FGV apud LUSTOSA; CANEPA; YOUNG, 2010 p. 87)². Assim ficou definido o conceito de Desenvolvimento Sustentável, que surgiu no documento citado acima, porém ganhou força apenas na conferência do Rio em 1992.

O Relatório de Brundtland indica as seguintes diretrizes a serem seguidas pelos Estados nacionais;

- Limitação do crescimento populacional
- Garantia de alimentação a longo prazo
- Preservação da biodiversidade e dos ecossistemas
- Diminuição do consumo de energia e desenvolvimento de tecnologias que admitam o uso de fontes energéticas renováveis;
- Aumento da produção industrial nos países não-industrializados a base de tecnologias ecologicamente adaptadas;
- Controle da urbanização das regiões metropolitanas e maior integração entre campo e cidades menores;
- Satisfação das necessidades básicas.

² Como citado em Souza (2010).

Em suma, o conceito deve seguir três premissas: atividade econômica, meio ambiente e bem-estar social. O desafio a ser enfrentado é a interligação entre as três áreas e a necessidade da criação de um modo de vida baseado na geração de renda e não da destruição de ativos. (NASCIMENTO; LEMOS; MELLO, 2008)³.

Com a discussão ambiental sendo tratada de maneira aberta pela ONU juntos aos governos nacionais, o estabelecimento de novas metas e balanços feitos a cada nova conferência, os países se vêem obrigados a seguir determinadas práticas que para que sejam minimizados os impactos negativos gerados pelas atividades produtivas. As políticas ambientais surgem então não só para que os agentes busquem soluções para a redução de poluentes emitidos e outras ações agressivas ao meio ambiente, mas também para que sejam punidos os que fazem o mau uso dos recursos naturais.

1.2 Determinantes do investimento ambiental na indústria

1.2.1 As Políticas Ambientais e suas implicações

Entende-se pelo assunto que, Política Ambiental, seja um conjunto de ferramentas, juntamente com objetivos traçados posteriormente, que visam minimizar os impactos negativos causados ao meio ambiente por meio da ação do homem. Existe uma série de ferramentas que poderiam ser utilizadas para gerir os impactos ambientais, mas a maior parte dos países, inclusive o Brasil, se utiliza somente de alguns desses instrumentos, às vezes pelo fato de a legislação vigente não permitir o uso de parte deles e, às vezes por acomodação ou incerteza em relação aos seus resultados (VARELA, 1997).

Na tentativa de “internalizar” os impactos ambientais causados por ações antrópicas, classificamos as políticas ambientais em três grupos (VARELA, 2007):

- Instrumentos de comando e controle – ou regulação direta: são os que implicam o controle direto, via fiscalização, sobre as fontes geradoras de poluentes. São eficazes no controle dos impactos ambientais, uma de suas desvantagens é a necessidade de fiscalização, o que eleva os custos de aplicação. Outra crítica feita a este método é pelo fato de não dar

³ Como citado em Souza (2010).

escolhas aos agentes, pois estabelecem através de decretos, leis e regulamentações o que os agentes econômicos podem ou não fazer. Porém é ainda o mais utilizado.

- Instrumentos Econômicos ou Incentivos de Mercado: Buscam internalizar os danos ambientais via mecanismos de mercado, como por exemplo, taxas, subsídios e licenças de poluição negociáveis. Além de contribuir para a melhora do meio ambiente, ainda gera receita para os órgãos reguladores. A vantagem principal é que este instrumento incide no início do processo do uso dos recursos naturais.
- Comunicação: Através da disseminação das informações, como, por exemplo, como são gerados os resíduos, quais os impactos causados, quais atitudes preventivas podem ser tomadas etc. tenta conscientizar os agentes e os prejudicados com a poluição para que se reduzam os impactos.

No entanto, dentro dos campos de Comando e Controle e Instrumentos Econômicos, podemos reclassificar em Instrumentos Diretos e Indiretos, isto é, os que tem como objetivo, de fato, a redução de emissões e aqueles que objetivam uma terceira meta e acabam por contribuir para a diminuição da poluição.

O quadro abaixo exemplifica as ações que envolvem cada tipo de política:

Quadro 1: Instrumentos Diretos e Indiretos

Comando e Controle	Instrumentos de Mercado	Comunicação
<p>Diretos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Padrões de emissão; • Cotas não transferíveis; • Controle de equipamentos, processos, insumos e produtos; 	<p>Diretos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Taxas e tarifas; • Cotas transferíveis; • Subsídios à produção menos poluente; • Sistemas de restituição de 	<ul style="list-style-type: none"> • Fornecimento de informação. • Acordos • Criação de redes • Sistema de Gestão Ambiental • Selos Ambientais

• Rodízio de automóveis estadual em SP (redução de poluição);	depósitos	• Marketing Ambiental
Indiretos: • Controle de equipamentos, processos, insumos e produtos; • Rodízio de automóveis municipal em São Paulo (redução de congestionamento)	Indiretos: • Impostos e subsídios a equipamentos, processos, insumos e produtos; • Subsídios a produtos similares nacionais	

Fonte: Adaptado de VARELA (2007)

Ao tratar da questão ambiental dentro da indústria é inevitável que se remeta a questão do custo de implementação dessas ações, o que segundo a teoria ortodoxa poderia gerar perda de competitividade da companhia no setor.

Frente a necessidade de adaptação as imposições feitas por parte dos governos nacionais, a implementação das ações ambientais dentro da empresa geraria um *trade off* entre os ganhos econômicos e os ganhos ambientais. Isso porque em função da tentativa de “internalizar” as externalidades negativas causadas pelo processo produtivo, faria com que o custo de produção se elevasse, obrigando-o a subir os preços do produto final. No entanto, esta conclusão se dá através de uma análise bastante estática do processo de internalização dos custos ambientais.

Na contramão dessa teoria bastante tradicional, Porter e Linde lançam em 1995 um artigo onde traz uma visão bem mais abrangente desse processo; intitulado “*Toward a New Conception of the Environment – Competitiveness Relationship*”, mais conhecido como Hipótese de Porter, o trabalho mostra que não existe um *trade off* nesta situação, como sugere os ortodoxos, mas sim um ganho para ambos os lados.

Fundamentado numa análise de longo prazo – muito mais dinâmica - o artigo mostra que é possível empresas obterem redução dos custos através da busca por inovação e novas tecnologias em função da pressão ambiental, assim como já faz por meio da concorrência no mercado, exigência dos consumidores, etc. O bom uso da água, evitando desperdícios, reaproveitamento de resíduos industriais e uso de embalagens retornáveis de insumos produtivos são exemplos de práticas que garantem o

aumento da produtividade dos recursos e redução de custos de produção, fazendo com que a firma ganhe competitividade no setor. Mais a frente veremos exemplos de medidas adotadas dentro da indústria automobilística que fazem parte de boas práticas ambientais, e que otimizam os custos da empresa.

As ações das firmas, seja por imposição das regulamentações, seja por motivos de iniciativa interna, podem ser classificadas de duas maneiras:

- **Ações de correção:** São aquelas que tratam a poluição no final do processo; conhecida também como *end of pipe technology*, buscam o cumprimento do controle e tratamento de resíduos imediatamente antes de serem lançados ao meio ambiente. Por exemplo: Tratamento de efluentes e filtros nas chaminés.
- **Ações de prevenção:** São aquelas que são instaladas dentro do processo produtivo, evitando que se gere os resíduos, ou mesmo que apenas reduzindo o impacto ambiental gerado pelo processo. Conhecidas como *pollution prevention*, são medidas que compensam o custo de implementação por tratarem do problema na origem. Por exemplo: Motores que utilizam eletricidade ao invés de combustíveis fósseis.

1.2.2 Outros Fatores

O impacto do setor industrial na deteriorização ambiental é significativo, ainda que se tenha diminuído nas últimas duas décadas. Nos países desenvolvidos a contribuição da indústria no PNB chega a 1/3, porém as externalidades negativas tem sido proporcionalmente maiores.

Se analisarmos a poluição atmosférica, o segmento industrial é responsável por 40 a 50% das emissões de óxido de enxofre, 50% do efeito estufa e 25% das emissões de óxido de azoto (MAIMON, 1993). Com relação a água, a indústria responde por 60% da demanda bioquímica de oxigênio e do material em suspensão e 90% dos despejos tóxicos (OCDE, 1992).

Para Maimon (1993), a resposta das empresas a pressões que surgem de dados como os supracitados, assume basicamente três linhas de ação: o primeiro deles é a adaptação à regulamentação ou exigência do mercado, incorporando equipamento de controle da poluição nas saídas, sem modificar a estrutura produtiva e o produto; o

segundo é a adaptação à regulamentação ou exigência do mercado, modificando os processos e/ou produtos (inclusive embalagem). O princípio é de prevenir a poluição, selecionando matérias-primas, desenvolvendo novos processos e/ou produtos; e por fim, antecipação aos problemas ambientais futuros, ou seja, assumindo um comportamento proativo e de excelência ambiental. O princípio é de integrar a função ambiental no planejamento estratégico da empresa.

Estas distintas linhas de ação definem a percepção e responsabilidade ambiental das empresas, influenciando nas funções e estruturas específicas internas à firma. A presença e frequência destas são indicadores da estratégia da companhia.

Hart (1996)⁴, seguindo a linha, defende que o processo de busca da sustentabilidade a ser adotado pelas empresas deve percorrer uma seqüência de três estágios fundamentais, nos quais as empresas devem buscar eficiência, sempre voltadas para um desenvolvimento sustentável: a prevenção da poluição (que envolve a mudança do controle para a prevenção e a eliminação de poluentes antes da formação dos mesmos), a zeladoria de produtos (que envolve a administração dos impactos ambientais destes produtos durante todos o ciclo de vida que percorrem e o projeto de produtos mais fáceis de serem recuperados, reutilizados e reciclados) e, por fim, a utilização de tecnologias limpas, ambientalmente sustentáveis.

Como dito, a preocupação dos agentes para com o meio ambiente é um fato relativamente recente, no entanto essa evolução vem ocorrendo de maneira bastante acelerada desde o surgimento dos fóruns ambientais. Porém a incorporação da variável ambiental nas empresas brasileiras foi descompassada com relação aquela ocorrida nos países desenvolvidos.

No início, o Brasil adotou uma posição mais defensiva com relação à poluição, argumentando que a pobreza seria a pior delas, no entanto mesmo com a abundância de recursos naturais e a ausência de políticas de controle nos anos 1970 surgiram, por exemplo, programas como o Pró-Alcool, que de fato não tinha a questão ambiental como principal foco, mas que acabou contribuindo por reduzir emissões atmosféricas e ser uma tecnologia de substituição (MAIMON, 1993).

⁴ Como citado em Hourneoux (2004)

Com relação às empresas nacionais, Hourneoux (2004) mostra os determinantes econômicos para as firmas, ilustrando com o caso da Tetra Pak, fábrica brasileira de embalagens, em que ganhos significativos foram alcançados através de um estágio avançado em termos de conscientização e comprometimento dos seus colaboradores, ganhando destaque por meio do programa de reciclagem do seu produto.

Recentemente, a CNI⁵, destacou em pesquisas com as federações estaduais de indústria e sindicatos afiliados, algumas necessidades do setor industrial com relação ao meio ambiente. Dentre elas destacam-se:

- O desenvolvimento e aprimoramento das ferramentas de comunicação;
- O estímulo e da divulgação de boas práticas da indústria na área ambiental;
- A necessidade de se atentar para as vantagens da rotulagem ambiental;
- A Capacitação das empresas em Responsabilidade Socioambiental;
- A permanência em se buscar eficácia em indicadores ambientais na indústria.

Sobre o consumidor final, ainda não se tem uma exigência clara e dominante por parte dos mesmos sobre a procedência dos produtos, no que se refere a questões como esta. Porém a conscientização cresce bastante nos últimos anos, mais precisamente a partir da segunda metade da década de 90, e o que não representava uma grande pressão sobre os produtores, hoje se leva em consideração.

Do ponto de vista dos investidores, uma empresa que cuida do meio ambiente tem bem menos chances de ter prejuízos com relação a essa questão, portanto também exercem pressão sobre as firmas, visto que para receber os investimentos muitas empresas se adéquam as exigências por parte de quem investe.

Para finalizar existe outro grupo, conhecidos como *stakeholders*, são comunidades que circundam indústrias geradoras de resíduos, Organizações Não Governamentais (ONG's) ou mesmo um pequeno grupo de pessoas que em função de seus interesses exigem que sejam tomadas determinadas ações que reduzam impactos ambientais e melhorem a qualidade de vida da população.

⁵ Confederação Nacional da Indústria

2 . GESTÃO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

2.1 Sustentabilidade na Indústria Automobilística

Apesar de o mercado ter suas oscilações, é freqüente o anúncio de que as vendas do seguimento batem recordes a cada trimestre, porém, apesar desses dados afetarem alguns fatores como a mobilidade dos centros urbanos, nem sempre significa que isso cause o aumento dos gases poluentes na atmosfera, ou que a quantidade de materiais descartados (no caso de renovação de frota de veículos) esteja crescendo.

Responsáveis por produzirem o bem que é a segunda maior fonte de poluição das regiões metropolitanas do Brasil⁶, as montadoras tentam reverter esse quadro através da reinvenção do seu processo e produto tentando considerar soluções a priori para:

- O grande volume de resíduos que o automóvel representa
- A grande diversidade de materiais presentes em seus componentes
- A toxicidade de alguns elementos químicos desses componentes
- A extensão e a globalização de sua cadeia produtiva
- O crescimento mundial do seu mercado consumidor
- A rápida evolução recente de suas tecnologias e de seus materiais

O cenário aponta para a globalização de vários requisitos ambientais legais e das montadoras, em função da adoção dos carros mundiais e da globalização do processo de aquisição de autopeças. A maior parte das questões ambientais está associada a exigências legais, sendo que o seu atendimento representaria uma obrigação, e não um fator competitivo. No entanto, a antecipação de tendências pode representar um fator competitivo (ex: consumo de energia/combustível, emissões de gases causadores de efeito estufa, e outros fatores ligados a padrões sustentáveis de consumo). Pode-se apontar tendência, adicionalmente, uma abordagem ampliada da responsabilidade do fabricante pelo produto para contemplar todo o seu ciclo de vida (com ênfase para o pós-uso) (EPELBAUM, 2004)

A análise do Ciclo de Vida do produto (ACV) é exatamente uma forma de tentar avaliar todos os possíveis impactos ambientais causados por um produto e por sua

⁶ Dados do Relatório de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável, publicado em 2008 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

cadeia produtiva, compreendida desde a extração de matérias-primas até o destino final do produto pós-consumo. De uma maneira geral, a ACV desenvolve-se esquematicamente em três passos:

- Identificação e mensuração da energia e das matérias-primas empregadas na fabricação do produto, bem como das emissões de poluentes para água, solo e ar na produção, uso e disposição final do produto;
- Avaliação dos danos ambientais que o uso de energia e dos materiais, e que as emissões de poluentes no processo acarretam ao meio ambiente;
- Identificação de oportunidades de melhorias possíveis dos sistemas produtivo e de reciclagem e/ou descarte final, que levem à otimização do desempenho ambiental do produto.

O objetivo maior da eco-concepção dentro desse conceito seria projetar todo o ciclo de vida do produto de forma a fechá-lo prevendo a reintrodução, como matéria secundária, de toda a matéria prima primária extraída no início do ciclo diretamente da natureza. Contudo a recuperação da energia contida nos materiais e/ou o descarte de materiais biodegradáveis, que podem ser reabsorvidos pela natureza sem prejuízo do equilíbrio ecológico, já são satisfatórios do ponto de vista do princípio maior dessa abordagem que é minimizar os impactos ambientais de toda a atividade industrial econômica em geral e industrial em particular (MEDINA, 2003)

Com uma estratégia que outros setores também vem adotando, a indústria automobilística tem buscado conceber produtos de menor impacto ambiental através de novas formas de projetar como o DFA (*Design for Assembly and Disassembly*), DFR (*Design for Recycling*) e DFE (*Design for Environment*). A esse conjunto de novas formas, métodos e instrumentos de desenvolvimento de projetos chama-se eco-design, ou seja, é uma abordagem que integra o componente ambiental na concepção de novos produtos. Segundo essa abordagem os projetos e produtos serão tão mais eficientes quanto mais permitirem uma recuperação e uso racional de materiais, energia e componentes desses produtos em fim de vida (MEDINA, 2003).

A questão da reciclagem, que é bastante desenvolvida em diversos segmentos menores, figura num patamar importante no setor, pois o automóvel é o produto industrializado que mais utiliza materiais em diversidade e quantidade, e classificá-los e buscar diferentes soluções do destino final é um desafio considerável.

Acerca de todos os tipos de materiais utilizados no automóvel destacam-se o aço que responde por cerca de 55,3% e os plásticos, que compõe 7%, conforme Kiperstok (2000). O segundo apresenta o que é denominado como reciclagem “horizontal”, isso significa que dificilmente este material será empregado no mesmo uso após a reciclagem, sendo utilizado em atividades tidas como menos nobres. A dificuldade nesta questão envolve o tamanho dos componentes e a variedade de compostos plásticos que são utilizados, dificultando a sua separação.

Para tornar possível a reciclagem dos diferentes tipos de plásticos existentes, faz-se necessária em contrapartida a identificação e separação destes, o que pode ser feito através da adoção por parte dos fabricantes, de símbolos padronizados. Esta identificação, conforme enfatizam Medina e Gomes (2003), deveria estar em partes acessíveis e poderia ser destacada em relevo ou em profundidade (ROCHA, 2010).

O aço, assim como os demais metais são um dos mais antigos materiais reciclados e atualmente são os mais reciclados em todo o mundo, isso em função da viabilidade econômica de se reciclar e do processo não degradar as propriedades essenciais dos materiais, preservando a qualidade e possibilitando a reutilização sem restrições, como é o caso do plástico.

É certo também que os processos de reciclagem necessitam de constantes desenvolvimentos que acompanhem os materiais automotivos que estão em constante evolução tecnológica. Nesse sentido, a tendência que mencionamos de redução do número de plataformas, auxilia esse processo, viabilizando a introdução de inovações e difundindo inovações em materiais, peças e processos por toda a cadeia produtiva, gerando economia de escala para os fornecedores. Enfim, tornando mais rápida e efetiva a evolução do automóvel. Desse modo, mesmo que reste ainda a indagação se o carro será ou não sustentável por mais um século, sua evolução, no sentido da busca de menor impacto ambiental, é sensível assim como todos nós somos sensíveis a ele (MEDINA, 2002).

No Brasil, pode-se dizer que não são as montadoras que estão no centro dessa questão. O papel de coordenar a cadeia de reciclagem deste produto é feito por parte dos fornecedores principais, no caso as siderúrgicas e as indústrias de compostos plásticos, cujas etapas consistem em coleta, separação e recuperação de materiais para obtenção

da matéria-prima secundária, que são empregadas novamente na fabricação de compostos que serão reintegrados ao ciclo (MEDINA, 2002).

As principais pesquisas feitas no Brasil para diminuir a emissão de gases poluentes trabalham no sentido de reduzir os pesos dos veículos e melhorar a eficiência dos motores, além de buscarem novas tecnologias que sejam renováveis e recicláveis, tanto para componentes do carro quanto para os combustíveis. Esta tendência tem se comprovado, e a utilização de materiais como o plástico e o alumínio tem aumentado.

O desenvolvimento de compostos plásticos mais resistentes capazes de substituir o ferro e até mesmo o aço tem contribuído para este cenário. Os cabeçotes dos motores que são feitos de plástico, por exemplo, reduzem muito o peso de veículo e consequentemente melhoram seu desempenho. Materiais alternativos, como a fibra de coco, por sua vez, também tem sido utilizado para substituir o próprio plástico, em compostos mais simples e em pequenas aplicações⁷. Para o futuro podemos citar materiais como fibra de carbono, utilizados em carros de competição e super esportivos, que em função de seu alto custo ainda deverão demorar para compor as carrocerias dos automóveis de passeio.

Além das peças, os combustíveis renováveis são também de extrema importância para a redução dos impactos ambientais causados pelos carros. Algumas idéias aos poucos se concretizam, como por exemplo, o uso de hidrogênio e motores movidos à energia elétrica, que em função de inviabilidade técnica e econômica, ainda não são comuns no Brasil.

No entanto, mesmo sem ter ainda automóveis híbridos (motores à combustão e elétrico operando simultaneamente) circulando pelas ruas, o país deu uma importante contribuição no uso de fontes de energia alternativas, quando em 1975, lançou o Programa Nacional do Alcool (Proálcool), já citado neste trabalho, num estudo que se originou na década de 30 com o Professor Eduardo Sabino de Oliveira, mas que apenas quatro décadas depois juntamente com os professores Urbano Ernesto Stumpf e Romeu Corsini (EESC/USP) veio a se concretizar.

⁷ Depoimento de Jomar Napoleão da Silva, vice-diretor do Comitê de Veículos de Passeio da Sociedade de Engenheiros da Mobilidade (SAE Brasil)

Inovações no setor automobilístico são frequentemente apresentados através de protótipos, ou como são conhecidos pela indústria, *carros-conceito*, que dificilmente chegam às linhas de montagem, mas que tem o objetivo de apresentar as inovações da marca ao setor e ao público.

No entanto, só produzir carros mais eficientes, não significa menores danos ao meio ambiente, é importante ressaltar que os impactos começam na fabricação dos veículos, de todas as peças que os compõe e na instalação de infra-estrutura que demandam a produção. As montadoras mostram que tem consciência disso e passam a investir em diversas ações de preservação e sustentabilidade, em suas fábricas.

Conforme ilustra a revista *Visão Ambiental* (2010)⁸, seguem breves exemplos de medidas ambientais em algumas das montadoras no Brasil;

- HONDA

Desde 1976 produzindo motocicletas no Brasil, e automóveis desde 1997 a montadora investe principalmente em gerenciamento de resíduos. De acordo com a companhia, materiais como areia de fundição, madeira, aço, alumínio e papel se transformam em matéria-prima para a reutilização interna e externa. Na sede administrativa e nas fábricas, todo o lixo é separado e recolhido por uma empresa especializada em reciclagem. Uma ação que se torna bastante frequente na indústria, e que é utilizada pela montadora japonesa, é o uso de *racks* retornáveis, que ao serem utilizados para o transporte de peças e das próprias motocicletas, reduzem significativamente os resíduos gerados pelo o uso de embalagens descartáveis.

- FORD

A montadora norte-americana recolhe todo o óleo vegetal de cozinha dos restaurantes das fábricas para que seja devidamente destinado à reciclagem. Como medida direta sobre o produto podemos citar o uso de fibra de sisal para a produção dos painéis de porta e dos consoles centrais dos veículos.

Como atividade externa, a companhia promove todos os anos o Prêmio Ford de Conservação Ambiental, que abrange diversos setores como, por exemplo, seus fornecedores.

⁸ Revista especializada em Meio Ambiente, edição de Janeiro/Fevereiro 2010. Ed. Atenas

- RENAULT

A montadora de origem francesa tem 60% da sua área do complexo industrial de preservação permanente, investe em programas de manutenção e restauração de mata nativa e ecossistemas ao redor da planta, o que já rendeu premiações. Também investe em reciclagem e reaproveitamento de produtos.

Quanto à questão dos automóveis, ela possui dentro de sua fábrica, em São José dos Pinhais/PR, uma área exclusiva para a desmontagem dos veículos fora de uso, onde todos os componentes recicláveis, como plásticos e metais, são destinados à fabricação de novas peças. O revestimento dos carpetes e bancos são produzidos a partir de garrafas PET recicladas.

- VOLVO

A montadora sueca de ônibus e caminhões investe na redução de gastos com energia e diminuição de resíduos das fábricas. Destaca-se também por um programa de remanufatura de peças, onde partes avariadas são utilizadas como pagamento na compra de uma equivalente, remanufaturada.

- TOYOTA

Possui também grande área de preservação ambiental, cerca de 450 mil metros quadrados. Em todas as áreas da empresa existem ações para a redução no gasto com energia elétrica. Apoios institucionais para projetos de preservação compõem parte dos custos da empresa, exemplo disso é uma parceria com o Projeto Arara Azul, que visa a preservação das aves no planalto sul-matrogrossense. O desenvolvimento dos seus produtos também leva em consideração a capacidade de reciclagem de seus componentes, como por exemplo, o recolhimento de baterias automotivas antigas pelo mesmo veículo que traz peças novas.

- FIAT

Primeira montadora de automóveis do Brasil a receber o certificado ambiental ISO 14001, a Fiat Automóveis tem obtido índices elevados em reciclagem. Fruto do investimento de mais de US\$ 90 milhões nos últimos sete anos em equipamentos e instalações para reciclagem de efluentes líquidos, sólidos e gasosos gerados pelo

processo da fábrica. Em efluentes líquidos, por exemplo, a montadora trata e recircula 92% da água utilizada na fábrica.

Tudo isso, empregando tecnologia moderna, como o tratamento biológico com reatores a leito fluido. A montadora realiza uma triagem média de 17.000 toneladas/mês de resíduos, que são transformados em matéria-prima nos diversos segmentos da indústria de transformação – isopor é transformado em canetas, saltos de sapato, carretéis, etc. A reciclagem de resíduos sólidos está acima de 90%.

2.2 O Sistema de Gestão Ambiental na Fábrica da Volkswagen em São Carlos

2.2.1 O Sistema de Gestão Ambiental - SGA

A legislação ambiental vem se tornando cada vez mais restritiva, o que significa que está ficando cada vez mais complexo as firmas se manterem dentro das especificações, o que exige mais aporte de recursos financeiros e tecnológicos para o seu atendimento. Visto isso, as firmas vem desenvolvendo dentro de suas plantas um SGA – Sistema de Gestão Ambiental – que consiste numa parte da gestão da empresa em que se responsabiliza pela sua política ambiental, buscando prevenir problemas que envolvem o meio ambiente e alcançar um desenvolvimento sustentável.

Toda organização com intenções de implantar um SGA o faz por algum motivo. Classificaremos os motivos em (NBS⁹, 1996)

a) Internos

Requisitos Contratuais: Os clientes irão solicitar aos fornecedores que obtenham certificação do sistema de gestão ambiental como requisito contratual, o que já ocorre com frequência, já que existe uma clara preferência pelos produtos de fabricantes certificados.

Mercado: A imagem pública desempenha um grande papel, pois a pressão do mercado é muito importante principalmente quando se trata da indústria de automóveis, produtora de um bem poluente. Empresas tem implantado a série ISO 14.001 para acompanhar os concorrentes e distinguir-se daqueles que não são certificados.

b) Externos

⁹ Nacional Bureau de Serviços

Convicção: O motivo que dá melhores resultados é acreditar nos benefícios internos e externos que um Sistema de Gestão Ambiental proporciona. Tais benefícios tem sido:

- Proporciona uma ferramenta gerencial para aumentar cada vez mais a eficiência da gestão ambiental;
- Maior probabilidade de identificar problemas antes que eles causem maiores conseqüências;
- Melhora na produtividade – reduz resíduos, custos e conflitos com as leis vigentes;
- Certificados no SGA reduzem necessidade de múltiplas auditorias pelos clientes, no caso de ser um requisito contratual.

Política corporativa: Em muitas corporações, por exemplo, no caso da indústria automobilística, se estabelece uma estratégia de competitividade em todas as suas filiais. Ou seja, a matriz exerce pressão para que as afiliadas sejam também certificadas.

Para implantar um Sistema de Gestão Ambiental é necessário que seja feito um estudo dentro da empresa com a finalidade de mapear a quantidade e a qualidade dos resíduos gerados pela firma para que se definam as bases do projeto, onde se deve atentar para três principais esferas:

- Emissões atmosféricas
- Efluentes líquidos
- Resíduos sólidos

A avaliação ambiental inicial permite às organizações conhecer o seu perfil e desempenho ambiental, adquirir experiência na identificação e análise de problemas ambientais, identificarem pontos fracos que possibilitem obter benefícios ambientais e econômicos (muitas vezes óbvios) e tornar mais eficientes à utilização de matérias-primas e insumos para servir de subsídios para fixar a política ambiental da organização. Dessa forma é necessário utilizar esse diagnóstico para pensar em um Sistema de Gestão Ambiental que seja implantado a fim de rever na organização seus impactos junto à natureza. (CORÁ, 2007)

Implantação do SGA

O passo seguinte, a implantação do SGA, requer cumprir uma série de exigências da NBR ISO 14.001 (1996) e legislações ambientais. As etapas citadas neste tópico abrangem toda a indústria, portanto é também aplicável ao objeto de estudo da presente pesquisa, o setor automobilístico.

A alta administração deve definir as diretrizes e políticas ambientais e firmar um compromisso de melhoria contínua, prevenção da poluição e obediências as normas e demais requisitos pregados pela organização. O quadro abaixo resume as etapas de implantação.

Quadro 2: Etapas para a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental

ETAPAS	AÇÕES RECOMENDADAS
Designar equipe e coordenador para gerenciar a implantação	Um representante da alta administração para liderar os trabalhos. Iniciar treinamento interno de pessoal para gestão ambiental. Estabelecer meios para a documentação do SGA.
Fazer auto-avaliação da coordenação	Fazer uma avaliação ambiental inicial. Examinar a existência de um SGA. Fazer uma avaliação de conformidade de toda a legislação ambiental pertinente. Levantar exigências ambientais de cliente
Definir política ambiental	Redigir a política ambiental da organização. Redigir a documentação básica do SGA
Elaborar plano de ação	Fazer um plano de implementação, por escrito, considerando: o que, onde, quando, como, responsável, recursos humanos e financeiros necessário
Elaborar um manual de gestão ambiental	Revisar e incorporar procedimentos (manuais) isolados existentes. Definir o fluxo de encaminhamento do manual. Testar a eficiência do fluxo, inclusive o acesso. Estabelecer prazos e formas de revisão. Submeter à aprovação da comissão coordenador
Elaborar instruções operativas	Plano emergencial para áreas de risco. Para processos operativos.
Revisão e análise	Auditoria interna. Auditoria externa

Plano de ação de melhoria	Fazer avaliação de pontos fortes e fracos Fazer avaliação ou reavaliação de desempenho ambiental. Preparar plano e/ou procedimentos específicos para a melhoria continua
---------------------------	--

Fonte: [HTTP://www.ambientebrasil.com.br](http://www.ambientebrasil.com.br)

Operação do SGA na Indústria Automobilística

Quanto à operação do Sistema de Gestão Ambiental (SGA) são necessárias qualificação e estruturas de apoio à política e aos compromissos ambientais traçados pela companhia. Para que o processo de melhoria continua seja cumprido é preciso que todos esses mecanismos estejam sempre evoluindo, e segundo a NBR ISO 14.001 a operação do SGA envolve:

- Estrutura e responsabilidade;
- Treinamento, conscientização e competência;
- Comunicação;
- Documentação do SGA;
- Controle de documentos;
- Controle operacional;
- Preparação e atendimento a emergências.

Para que sejam desenvolvidos os aspectos acima descritos, no que se refere a responsabilidade técnica e pessoal, para grandes companhias como é o caso da indústria automobilística, a NBR ISO 14.001 sugere o seguinte quadro de responsabilidades:

Quadro 3: Exemplos de Responsabilidades Ambientais

EXEMPLOS DE RESPONSABILIDADES AMBIENTAIS	RESPONSÁVEL
Estabelecer a orientação geral	Presidente, Executivo Principal, Diretoria.
Desenvolver a política ambiental	Presidente, Executivo, Gerente de Meio Ambiente.
Desenvolver objetivos, metas e programas ambientais.	Gerentes envolvidos
Monitorar desempenho global do SGA	Gerente do meio ambiente
Assegurar o cumprimento dos regulamentos	Gerente Operacional
Assegurar melhoria contínua	Todos os gerentes
Identificar as expectativas dos clientes	Pessoal de Venda e de Marketing
Identificar as expectativas dos	Pessoal de Compras e de Contratação

fornecedores	
Desenvolver e manter procedimentos Contábeis	Gerentes financeiros e contábeis
Cumprir os procedimentos definidos	Todo o pessoal

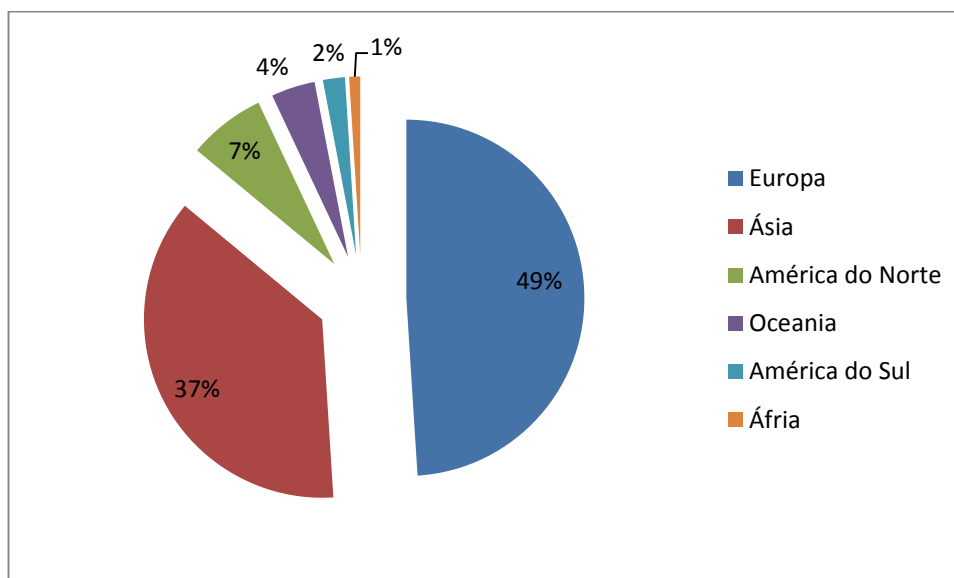
Fonte: NBR-ISO 14.001 – 1996. Disponível em: [HTTP://wwwambientebrasil.com.br](http://wwwambientebrasil.com.br)

A certificação de um Sistema de Gestão Ambiental é uma declaração de um órgão credenciado (normalmente conhecido como organismo de certificação) que a empresa atende aos requisitos da norma ISO 14.001. Segundo o Nacional Bureau de Serviços (1996), um certificado constitui uma espécie de passaporte para exercer certas atividades ou para livre trânsito de produtos ou serviços.

No caso de certificações ambientais eles estão se tornando pré-requisitos para certos produtos transitarem em determinados países, por exemplo, da Comunidade Européia. Apesar da grande disseminação das informações, segundo dados recentes ainda existe uma grande disparidade entre os continentes, no percentual das empresas que buscam sustentabilidade. Vide Gráfico 1.

As montadoras, como é o caso da Volkswagen, sofrem auditorias rigorosas em busca da certificação e procuram sempre estabelecer padrões internos mais rígidos do que exigidos pelos auditores dos órgãos credenciados. Desta forma possui uma margem segura para manter os indicadores dentro dos objetivos.

Gráfico 1: Certificados ISO 14.001 por Continentes



Fonte: TEODÓSIO, Cintya M. M. P. Amorim. Responsabilidade e Educação Ambiental. <http://www.universoambiental.com.br>.

O Conceito P+L

O conceito de Produção Mais Limpa (P+L) definido pelo PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – no início dos anos 1990, consiste numa aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada aos processos, produtos e serviços para aumentar a eco-eficiência e reduzir os riscos ao homem e ao meio ambiente, e se aplica da seguinte forma:

- **Processos produtivos:** inclui conservação dos recursos naturais e energia, eliminação das matérias-primas tóxicas e redução da quantidade e da toxicidade dos resíduos e emissões;
- **Produtos:** envolve a redução dos impactos negativos ao longo do ciclo de vida do produto, desde a extração das matérias-primas até a sua disposição final;
- **Serviços:** estratégia para incorporação de considerações no planejamento e entrega dos serviços.

Na segunda metade da década de 90 a disseminação deste conceito ganha força com a realização de eventos internacionais sobre o tema. Então a CETESB¹⁰, juntamente com o PNUMA lança o relatório *Cleaner Production in Latin America and the Caribbean* (CETESB & PNUMA, 2002), com a finalidade de identificar as principais barreiras para o desenvolvimento de ações P+L na América Latina e Caribe.

Num âmbito industrial, foi constatada uma participação limitada na implementação de ações P+L, devido ao desconhecimento de alternativas tecnológicas e comportamento reativo dos empresários quanto à resolução de problemas imediatos e atendimento às legislações de controle corretivo, principalmente função da falta de organização adequada que atinge as Pequenas e Médias Empresas (PME's). No entanto, a dificuldade de realizar novos investimentos, decorrente do desconhecimento de linhas de crédito em P+L e juros excessivos cobrados pelos bancos locais, também foram destacados como entraves.

O relatório destacou problemas na área governamental, tais como falta de comprometimento na priorização dessas ações (muito embora seja também justificado

¹⁰ Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental

pelo desinteresse que ainda toma parte da sociedade), falta de suporte da legislação que tivesse caráter preventivo rede de monitoramento inadequada para a produção do diagnóstico ambiental eficiente.

Com o objetivo de reverter o quadro das dificuldades encontradas nos países analisados, o relatório apresentou algumas recomendações:

- Elaborar políticas que orientem a implementação de ações P+L, principalmente para as PME's;
- Identificar e praticar ações de P+L no âmbito municipal, mais próximo a população;
- Divulgar casos de sucesso e incorporar o conceito de P+L nas campanhas de educação ambiental;
- Ampliar as atividades de capacitação e conscientização sobre P+L, de forma coordenada com a
- Participação do governo, indústria e dos Centros Nacionais de P+L;
- Estimular a implementação e o uso de rotulagem ambiental;
- Estimular a formação de redes e parcerias para a divulgação e implantação de ações de P+L;
- Desenvolver programas ou linhas de financiamentos específicos para P+L, contando com a ajuda dos países desenvolvidos e de organismos financeiros internacionais.

Ficou também evidente que nos países com uma estrutura de legislação de controle de poluição mais forte, há um maior incentivo à adoção de P+L, pois nesses casos os custos com o controle corretivo atingem valores significativos em vários segmentos, aumentando o retorno econômico dos investimentos em melhoria de processos. Já nos países onde a legislação ambiental ainda não é bem estruturada, a P+L é oferecida como uma oportunidade de redução do impacto ambiental, contribuindo para a preservação do meio ambiente.

A indústria do automóvel possui grande potencial para receber este conceito, embora o foco da questão sempre seja a melhoria do produto em relação à emissão de gases poluentes fruto da queima do combustível, este passa a ser apenas um dos problemas.

A relação do carro com o meio ambiente deve existir desde a sua concepção, tratando o problema a partir de seu desenvolvimento de projeto, passando pelo seu pré-projeto, escolha dos materiais, análise de viabilidade, produção, logística e também serviços de pós-venda. Portanto, as ações de P+L precisam estar atreladas ao conceito de Engenharia Simultânea¹¹ do produto, possibilitando um melhor planejamento ambiental do processo produtivo e materiais que possam ser utilizados.

Visto isso, no decorrer dos últimos anos a CETESB vem desenvolvendo Guias Ambientais de Produção Mais Limpa, com o objetivo de incentivar e orientar a adoção de tecnologias limpas nos diversos setores da indústria paulista, além de oferecer uma ferramenta de auxílio para a disseminação e aplicação do conceito P+L, tanto para a área pública como para a iniciativa privada.

Este guia, disponibilizado gratuitamente pela Companhia, é elaborado diretamente para cada ramo industrial, contendo o perfil do setor, descrições de processos, aspectos e impactos ambientais, e melhores práticas.

Com esses dados é possível estabelecer, em futuro próximo, indicadores como a produtividade, a redução do consumo de matérias-primas e dos recursos naturais, a eliminação de substâncias tóxicas, a redução da carga de resíduos gerados e a diminuição do passivo ambiental, sendo que os resultados positivos destes indicadores implicam diretamente na redução de riscos para a saúde ambiental e humana, bem como contribuem sobremaneira para os benefícios econômicos do empreendedor, para a sua competitividade e imagem empresarial, tendo em vista os novos enfoques certificatórios que regem a Gestão empresarial (CETESB, 2007).

Apesar de ser rotulada como poluidora irremediável, a indústria de veículos é uma das que mais investem em programas ambientais de médio e longo prazo. Provavelmente em função da relação da sua imagem com a degradação urbana, acúmulo de carros e a fumaça expelida pelo escapamento dos veículos.

¹¹ Conceito que consiste no envolvimento de todas as áreas no projeto do produto, aumentando a eficiência e evitando retrabalhos.

2.2.2 ESTUDO DE CASO – VOLKSWAGEN SÃO CARLOS

No estudo de caso que segue no presente capítulo, analisaremos algumas das ações ambientais relacionadas ao processo produtivo e áreas de apoio da Fábrica de Motores da Volkswagen do Brasil localizada na cidade de São Carlos-SP.

As medidas e projetos implantados nesta fábrica nem sempre estão diretamente ligados ao bem final, no entanto, a pesquisa visa mostrar a importância do setor em buscar soluções para problemas - sejam eles pontuais ou recorrentes - utilizando tecnologias e alternativas limpas no processo industrial, para que além de obter ganhos financeiros significativos, o meio ambiente seja poupado.

Para entendermos melhor algumas das ações que serão descritas, faremos uma breve explanação do funcionamento da fábrica e do produto que é produzido.

O projeto da Fábrica de Motores foi elaborado tendo como uma de suas principais preocupações a preservação ambiental, onde atualmente é visível com a implementação dos meios de controle projetados e instalados de prevenção de poluentes. Projetada para produzir com a mesma qualidade das melhores indústrias européias, São Carlos foi a primeira planta do Grupo Volkswagen, fora da Europa, a conquistar o certificado ambiental ISO 14.001, em 1997, e se tornou referência em gestão ambiental para as demais unidades na América do Sul.

As áreas de produção e suas respectivas funções são:

- **Usinagem de Blocos** - recebe como matéria-prima blocos fundidos que são fresados, furados, mandrilhados, brunidos de forma que o bloco esteja com condições específicas para serem encaminhados à montagem de motores;
- **Montagem RUMPF** – recebe o bloco usinado e é responsável pela montagem parcial do motor, onde as principais peças montadas são: pistões, bomba de óleo, cárter, cabeçote, etc;
- **Montagem ZP4** – recebe o rumpf motor (motor parcial) e é responsável pela montagem de peças periféricas que compõe o motor (motor completo) e também pelos testes a frio (Kalt test) e a quente (Hot Test) do motor produzido;

- **ZP7** – É responsável pela análise de falhas em motores ocorridos nas plantas clientes e no campo;
- **Audit** – É responsável pela avaliação qualitativa do processo produtivo através de teste funcional em dinamômetro e posterior desmontagem (Tear Down) do motor, baseando-se em normas pré-estabelecidas;
- **Usinagem de Cabeçotes** – recebe como matéria-prima cabeçotes fundidos que são fresados, furados, mandrilhados, brunidos de forma que o cabeçote esteja com condições específicas para serem encaminhados à montagem de cabeçotes;
- **Montagem de Cabeçotes** – recebe o cabeçote usinado e é responsável em montar componentes internos, tais como: válvulas e retentores, pivôs e balancins, eixo de comando, além de torquar parafusos de fechamento da tampa e execução de testes finais;

Dentro do processo descrito acima, a área responsável pela gestão ambiental da planta tomou algumas ações em determinados setores, que serão descritas a seguir.

Caso de Sucesso P+L – Lavagem de Racks

Desde o início de suas operações na cidade de São Carlos, a Volkswagen do Brasil Indústria de Veículos Automotores Ltda. vem produzindo e montando motores, sempre com grandes preocupações relacionadas à preservação meio ambiente, controle dos impactos de suas atividades e otimização do desempenho ambiental de sua unidade. A idéia para esta ação surgiu no ano de 2007, durante um workshop ambiental em São Carlos, foi verificado então, que havia um potencial para a utilização de parte do efluente (tratado), proveniente da Estação de Tratamento de Efluentes, para uso em atividades em que não haveria a necessidade do uso de água potável.

Com um baixo investimento, a empresa poderia fazer o reuso da água para a lavagem de racks de motores e divisórias de embalagens. Essa atividade utiliza cerca de 4 m³ de água por dia, considerando que as lavagens sejam feitas, em média 22 dias no mês. Verificou-se então a oportunidade de reduzir o consumo de água em 1.056 m³ / ano, com 100% das lavagens sendo feitas com água de reuso.

Para armazenar o efluente já tratado, foram reaproveitados recipientes fora de uso e disponíveis na unidade. Um reservatório de 12 m³ foi instalado junto a saída da

Estação de Tratamento de Efluentes, sendo regularmente alimentado com o efluente tratado, por uma pequena bomba elétrica. Ao lado da área de lavagem de racks, foi feita a instalação de um suporte para containers móveis de 1000 litros (aproximadamente 1 metro de altura).

Sempre que há demanda por lavagens, o container é transportado por uma empilhadeira até a área da Estação de Tratamento de Efluentes, enchido com o efluente tratado e levado de volta. Também foi instalada uma pequena bomba elétrica para aumentar a pressão da água e facilitar o processo de lavagem. O equipamento é ligado ao lavador de alta pressão (pré-existente), com o qual se fazem as lavagens diárias. Toda a água utilizada nessa atividade volta para a Estação de Tratamento de Efluentes e será tratada novamente.

Para montar toda a estrutura foi estimado um gasto aproximado de R\$ 2.500,00 (Dois mil e quinhentos reais) compreendendo a aquisição da bomba, confecção da estrutura metálica para o suporte do container e do reservatório, tubos e conexões.

Houve reutilização do reservatório de 12 m³, além do material da estrutura metálica que estavam sem uso na unidade e seriam descartados e do container de 1000 litros, também disponível, gerando um reaproveitamento de materiais inservíveis, sem custos adicionais ao projeto.

O reuso do efluente tratado substituiu 100% da água utilizada para lavagem de racks. Isso acarretou em uma redução de 1.056 m³/ano no total de água captada, valor equivalente a 1,6 % do consumo global de água da unidade, ou 5 (cinco) dias por ano de captação de água pela planta. Adicionalmente, isso também reflete numa redução de aproximadamente 3 % no lançamento do efluente tratado, que deixará de ser lançado à rede pública.

A empresa obteve inúmeros ganhos relacionados ao meio ambiente, dentre eles, a menor captação de água, preservando recursos naturais, a reutilização e reciclagem de materiais que não estavam mais em uso na unidade e a maior conscientização dos funcionários da empresa. A empresa possui sistemática de manutenção preventiva, dentro de seu sistema de gestão ambiental, que garante a correta utilização dos equipamentos e recursos deste processo P+L utilizados na atividade de lavagens de

racks, na busca contínua da melhor utilização dos recursos naturais para assegurar um futuro sustentável e seguro.

Atmosfera

A questão das emissões atmosféricas não é um grande problema a ser tratado dentro do processo de produção do automóvel, visto que durante sua fabricação não existem queimas consideráveis que possam caracterizá-la como poluidora atmosférica. No entanto uma das etapas da fabricação do motor consiste no teste dos conjuntos montados.

Inicialmente esse teste era executado com combustível, conhecido como teste a quente (Hot Test e Dinamômetro), no final da linha de montagem. As emissões geradas já eram tratadas através da lavadora de gases, cujo processo consiste em aspirar as emissões provenientes dos motores e lavar com fluxo de água contracorrente, eliminando o vapor d'água pela chaminé, evitando a poluição atmosférica.

No entanto, devido ao aumento da produção e a preocupação com a questão das emissões atmosféricas, implantou-se um novo sistema de avaliação dos motores produzidos, que opera juntamente com o teste a quente. Esse método conhecido como “Kalt Test” ou teste a frio, testa os motores com o uso apenas de energia elétrica, dispensando a utilização de combustíveis, reduzindo a zero o número de emissões atmosféricas durante este processo. Outros ganhos com relação ao uso do “Kalt Test” são:

- Aumento da Produtividade (tempo de teste é de 37 segundos, contra 8 minutos do “Hot Test”);
- Método de teste automático;
- Diminuição da poluição;
- Aumento da Segurança;
- Reparo dirigido e preciso, em caso de detecção de falhas.

Anualmente é feito o monitoramento de emissões atmosféricas conforme legislação aplicável e avaliado a eficiência dos lavadores de gases na fábrica.

Água

Gerenciamento da Água Industrial & P+L no Tratamento de Água

Para a usinagem do bloco do motor, algumas máquinas necessitam de refrigeração e são dotadas de trocadores de calor. Para essa refrigeração é utilizada água industrial, a qual entra a 28°C no trocador de calor dessas máquinas, efetua a troca térmica e sai com a temperatura de aproximadamente 30°C. Para resfriar essa água e retorná-la ao processo produtivo são usadas torres de resfriamento, que são equipamentos dotados de ventiladores.

Como essa água circula num sistema fechado, ocorrem perdas por evaporação o que acarreta o aumento na concentração de sais, sendo necessário purgas no sistema e reposição de água para diminuir a concentração desses sais. Além disso, essa água, apesar de potável, requer tratamento para reduzir corrosões, incrustações e formação de material biológico, que são prejudiciais a vida útil das máquinas e ao processo. Convencionalmente esse tratamento é feito através da adição de produtos químicos na água industrial, tais como: dispersantes, anti-corrosivos, biocidas, etc.

Com a aplicação desses produtos químicos é possível o controle de corrosão, incrustação e formação de material biológico, aumentando a vida útil das máquinas e equipamentos. No entanto, o sistema tem que ser drenado a cada seis meses para limpeza da bacia das torres e substituição da água (400 m³). Toda a água drenada deve ser encaminhada à estação de tratamento de efluentes. Neste processo há um consumo considerável de água potável e custo com o tratamento do efluente gerado.

A Volkswagen, visando a redução no consumo de água potável das torres de resfriamento e diminuição na quantidade de efluente gerado na planta, implementou o sistema de tratamento de água industrial utilizando catalisadores eletroquímicos e lâmpadas UV. Os catalisadores eletroquímicos são equipamentos geradores de elétrons, os quais neutralizam a ação de radicais livres na água, controlando o efeito corrosivo e de incrustação. As lâmpadas UV controlam o crescimento de materiais biológicos, mantendo-o dentro de limites aceitáveis. Com o uso dessa tecnologia, o tratamento torna-se isento da adição de produtos químicos na água. Na tabela abaixo, temos a comparação dos dois tratamentos (convencional e com uso dos catalisadores), que mostra nitidamente os ganhos financeiros e ambientais com o novo tratamento adotado.

Gerenciamento no Consumo de Água Potável

Um dos processos de usinagem do bloco de motor corresponde à lavagem do bloco para retirada de possíveis partículas de cavaco impregnadas. Os blocos são lavados em uma faixa de temperatura de 55°C a 65°C. Para se evitar o alto consumo de

água nas lavadoras de bloco, a Volkswagen instalou lavadoras de circuito fechado em seu processo, o que permite o uso da mesma água em diversas operações de lavagem, tendo apenas perdas por evaporação. Somente quando o banho da lavadora torna-se saturado, o mesmo é drenado para estação de tratamento de efluentes e substituído por um novo banho. Assim consegue-se um uso racional da água potável neste processo.

Tabela 1: Indicadores do consumo de água potável na planta

ANO	CONSUMO
1998	0,18 m ³ /motor produzido
1999	0,17 m ³ /motor produzido
2000	0,14 m ³ /motor produzido
2001	0,14 m ³ /motor produzido
2002	0,20 m ³ /motor produzido
2003	0,18 m ³ /motor produzido
2004	0,10 m ³ /motor produzido
2005	0,11 m ³ /motor produzido
2006	0,11 m ³ /motor produzido
2007	0,10 m ³ /motor produzido
2008	0,09 m ³ /motor produzido
2009	0,09 m ³ /motor produzido
2010	0,07 m ³ /motor produzido

Além dessas ações sobre a água de uso industrial, a Estação de Tratamento de Efluentes também trata 100% do esgoto produzido, com capacidade de tratamento de 187 m³ e tem vazão média de 4 m³ por hora.

Resíduos Sólidos

Com relação à geração de resíduos sólidos algumas ações são tomadas. Além do uso de embalagens dos insumos de produção (peças) serem 100% retornáveis e ser realizada a coleta seletiva, a planta implementou um sistema de Compostagem de Resíduos Orgânicos. Este processo consiste em aproveitar a matéria orgânica, ou seja, resto de alimentos, folhas e grama e transformá-los em adubo.

Estes resíduos são decompostos naturalmente por bactérias, mas que neste caso, através de um monitoramento da temperatura, da emissão de gases e do pH, é acelerado pelo homem, reduzindo o volume, o peso e o teor de umidade dos resíduos. As vantagens são:

- Melhor aproveitamento do lixo, transformando-o em adubo;
- Aumento da vida útil de aterros sanitários.

Manutenção Preventiva – Usinagem e óleo hidráulico

A questão da manutenção preventiva é relevante dentro do processo industrial, pois através dela é possível garantir o melhor funcionamento das máquinas, atingir boa produtividade e garantir a boa qualidade do produto. Porém em função do ritmo acelerado de produção nem sempre é possível cumprir a risca os procedimentos de revisão e manutenção preventiva, o que acarretam em quebras de ferramenta e perda de produção.

Com desgaste do maquinário e conseqüentemente as quebras, ocorre o vazamento de óleo hidráulico, insumo responsável pela lubrificação e que opera num sistema fechado, teoricamente sem vazamentos. Nesses casos é feita a reposição do óleo gerando um custo de R\$ 6,23 por litro repostado, representando um aumento significativo dos gastos com materiais improdutivos¹² que varia de acordo com a quantidade de óleo usado.

Após levantamentos feitos durante 3 meses, concluiu-se que se caso o objetivo de consumo de óleo fosse atingido (150 ml/por bloco usinado)¹³ a economia seria de R\$ 60.000,00 por mês apenas com o custo do material, sem contar os gastos com filtragem, armazenamento e descarte adequado do óleo, pois trata-se de um insumo poluente.

Com a melhor programação das manutenções preventivas e instalação de dispositivos de controle de fluxo que acusam pequenos vazamentos – o que agilizaria manutenções corretivas evitando maior consumo de óleo – a planta obteve ganhos em torno de R\$ 63.000,00/mês além de poupar o meio ambiente de possíveis vazamentos podendo contaminar o solo e/ou a água.

¹² Materiais improdutivos são aqueles em que não compõem o produto, mas que são usados na sua produção.

¹³ Apesar de teoricamente funcionar no sistema fechado e sem vazamentos, existe uma tolerância de consumo de óleo hidráulico.

CONCLUSÃO

Nos últimos anos o aumento da preocupação com o meio ambiente vem crescendo consideravelmente ao redor do mundo, no entanto a pressão dos países industrializados para que a redução da poluição não afete a produção industrial é grande, visto que países como os Estados Unidos e China apresentam grande resistência frente a acordos ambientais, como por exemplo, o Protocolo de Kyoto.

Através da forte canalização dos estudos e das tecnologias atuais para a questão ambiental, culminando no surgimento de boas práticas e tecnologias limpas, a indústria tem a possibilidade de se desenvolver sem que plante a sua própria semente de destruição. O crescimento das ciências que tem o meio ambiente como alvo de estudo, vem fazendo com que novas possibilidades se abram e que o desenvolvimento econômico mundial deixe de caminhar inversamente proporcional a quantidade de recursos naturais disponíveis.

A indústria automobilística como figura fundamental neste contexto, tem grande responsabilidade com a natureza e vem mostrando através de suas inovações de que é possível produzir um bem com a complexidade de um automóvel, que exige do meio ambiente, em grande escala, sem que comprometa o uso futuro dos recursos disponíveis na natureza. Tudo isso sem comprometer a qualidade dos veículos e superando as expectativas de um mercado consumidor tão exigente quanto grande.

Os novos lançamentos do setor apontam para um cenário bastante satisfatório no futuro, e com a continuação dos estudos relacionados ao meio ambiente e processo produtivo é possível acreditarmos que no longo prazo muitos conceitos que temos, envolvendo os automóveis, sejam mudados. Os combustíveis não poluentes já são uma realidade e os materiais que compõem este produto estão evoluindo, contribuindo para que o Ciclo de Vida do produto seja completamente *verde* em algumas décadas.

Além das perspectivas otimistas, podemos citar como pontos a serem desenvolvidos, a melhora do acesso as tecnologias, da conscientização e disseminação das informações e dos incentivos às Pequenas e Médias Empresas na questão ambiental. Hoje no país as montadoras estão bastante respaldadas no assunto, no entanto, como

empresas grandes e multinacionais a disponibilidade de recursos é grande e o acesso a tudo isso é facilitado.

O processo produtivo, que a presente pesquisa buscou mostrar, é fase crucial a ser otimizada em todos os setores da indústria, visto que não basta apenas o produto final ser ecologicamente correto, mas que também saiam de fábricas ecologicamente corretas. O conceito de Produção Mais Limpa é de grande utilidade e deve ser explorado em todos os seus níveis, e o Sistema de Gestão Ambiental deve ser implantado em todas as indústrias, visto que a sua manutenção é de grande utilidade para as companhias, garantindo o bom relacionamento com os órgãos governamentais, população, e principalmente o meio ambiente.

Em suma, a indústria automobilística vem se mostrando capaz de cumprir com os objetivos ambientais, seja com o seu produto final, seja com o processo produtivo, no entanto é necessário que os governos em todas as suas esferas, a população e a iniciativa privada levem em consideração, em todas as suas ações, este importante bem da humanidade, o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES [ANFAVEA]. **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira**. São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/anuario.html>>.

ENRÍQUEZ, M. A.. Economia dos recursos naturais. In: MAY, Peter H. (Org.). **Economia do Meio Ambiente: teoria e prática**. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p.49-78.

EPELBAUM, M.; AGUIAR, A. **A influência da gestão ambiental na competitividade na cadeia automobilística**. São Paulo, 2004. Disponível em: <www.setecnet.com.br/ambiental/.../Cadeia%20automobilistica.pdf>

FAVERIN, V. Segmentos automotivos engajam-se no conceito sustentável. *Meio Ambiente Industrial*. São Paulo. Edição 92. p. 64-69, 2011.

KIPERSTOK, A. Tendências ambientais do setor automotivo: prevenção da poluição e oportunidades de negócio. Revista Nexos (UFBA), Salvador: set., 2000. Disponível em: <http://www.teclim.ufba.br/site/material_online/publicacoes/pub_art04.pdf>.

LUSTOSA, M. C. J.; CANEPA, E. M.; YOUNG, C. E. F. Política ambiental. In: MAY, Peter H. (Org.). **Economia do Meio Ambiente: teoria e prática** – 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p.163-179.

LUSTOSA, M. C. J. Industrialização, meio ambiente, inovação e competitividade. In: MAY, Peter H. (Org.). **Economia do Meio Ambiente: teoria e prática** – 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p.205-220.

MEDINA, H.V. de; GOMES, D. E. B. Gestão ambiental na indústria automobilística: o caso da reciclagem de materiais. CETEM. Rio de Janeiro, 2002b. Disponível em: <<http://www.cimm.com.br/portal/publicacao/arquivo/44/PDFOnline.pdf>>.

MEDINA, H.V. de. Eco-Design na Indústria Automobilística: O conceito do carro urbano. CETEM. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <<http://www.cetem.gov.br/publicacao/CTs/CT2003-059-00.pdf>>

SOUZA, K. R. de. **Desafios ambientais na Indústria Automobilística: uma análise do processo de reciclagem e reutilização de materiais**. Araraquara, 2010.