



UNIVERSIDADE ESTADUAL
PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"



FACULDADE DE CIÊNCIAS E LETRAS DE ARARAQUARA

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

KELLEN ROCHA DE SOUZA

**DESAFIOS AMBIENTAIS NA INDÚSTRIA
AUTOMOBILÍSTICA: UMA ANÁLISE DO PROCESSO
DE RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DE MATERIAIS**

ARARAQUARA - SP
2010

KELLEN ROCHA DE SOUZA

**DESAFIOS AMBIENTAIS NA INDÚSTRIA
AUTOMOBILÍSTICA: UMA ANÁLISE DO PROCESSO
DE RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DE MATERIAIS**

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 obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas. Exemplar apresentado para exame de qualificação.

Orientadora: Profª D^a Luciana Togeiro de Almeida

Banca examinadora: Profº Dº Rogério Gomes

**ARARAQUARA - SP
2010**

AGRADECIMENTOS

Agradeço carinhosamente ao meu pai, Adilson, um homem muito perspicaz e que me ensinou muito bem como administrar minha vida financeira; à minha mãe, Lucia, pelo amor incondicional e por ter conseguido, economicamente falando, minimizar a distância e maximizar o apreço que tenho para com a minha família. Ao meu estimado irmão, Eduardo, amante do setor automobilístico e a quem eu sempre recorria quando tinha dúvidas e, acima de tudo, amigo para todas as horas. Aos três pela alegria que me proporcionam e por sempre terem acreditado em mim, mesmo quando colegas e parentes não o fizeram. As minhas avós, Maria e Aparecida (in memoriam), a minha madrinha, Joana (in memoriam) e a todos da minha família.

Agradeço as primeiras pessoas que conheci em Araraquara e que me acolheram de braços abertos, Silmara Rodrigues, Gisele, Thalita (Pedagogia) e em especial a Roselaine Bonfim, que se tornou uma grande amiga. As pessoas com quem morei durante os anos de faculdade e com as quais aprendi muito, mas em especial ao Guilherme Gonçalves, Thiago Assumpção, Lilyann Bondancia, Alexandra Salles e Altair, pelas gargalhadas que me proporcionaram e por terem feito a minha permanência em Araraquara muito mais agradável do que teria sido sem eles. A minha quase xará e divertidíssima amiga, Kelli Mesquita.

De forma alguma posso esquecer-me de agradecer aos meus colegas de curso mas particularmente a minha grande amiga, Aniela Fagundes Carrara, ao Claudio Luiz de Carvalho, Leandro Nunes, Fernando Tavares e Pedro Maia, por sempre serem tão prestativos, amigos e companheiros nos estudos em grupo.

Agradecimento especial também devo ao meu vizinho tagarela, Rodolfo Fernandes, por ter me ajudado com a formatação final da minha monografia e por sempre ter me encorajado a escrevê-la. A Roberta Ferrari, pela atenção e pelas sugestões de textos. Ao meu professor de inglês e língua portuguesa do ensino fundamental, Marco, por sempre ter me encorajado a estudar e ter acreditado em mim.

Aos meus professores de curso, particularmente aos quais tenho grande admiração e carinho, Alexandre Sartoris, André Corrêa, que sempre prestativamente me ajudava com as monitorias de Estatística e Econometria, Benedito Neto, Maria Alice Ribeiro, e ao Rogério Gomes, que de forma indireta mas atenciosamente me ajudou na escolha do tema da

monografia. A minha orientadora, Luciana Togeiro, pelas valiosas considerações feitas a minha pesquisa.

Por fim, agradeço a quem constantemente me proporciona grandes aprendizados, Deus, e a todas as pessoas que direta ou indiretamente fizeram e/ou fazem parte da minha vida. A todos, portanto, o meu muitíssimo obrigado.

A Deus, pelo dom da vida.
Aos meus pais, Adilson e Lucia, pelo amor,
apoio e ensinamentos a mim proporcionados.
Ao meu irmão, Eduardo,
por sempre estar ao meu lado.

“Mais do que ser uma pessoa
de sucesso, busque ser uma pessoa de valor.
Só então você terá se tornado uma pessoa de sucesso”.

Albert Einstein

RESUMO

A presente pesquisa tem como principal intuito a análise do que a indústria automobilística tem feito tanto para reduzir o descarte de resíduos sólidos em seu processo produtivo quanto para viabilizar a reciclagem dos automóveis depois que estes concluem seu ciclo de vida. Apesar da indústria automobilística não ser uma das mais poluidoras no que se refere ao seu processo produtivo, ela produz um bem que é causador de grande nível de poluição. Apesar da grande preocupação atual em buscar-se reduzir os níveis de emissões de poluentes por parte dos automóveis, tão importante quanto essa busca por combustíveis menos poluentes é o estudo de como descartaremos os automóveis velhos. Mesmo que a produção de automóveis não aumente tanto a cada ano em termos relativos, temos que considerar a frota de automóveis usados que ainda circula no mundo. Acabar com os gigantescos “cemitérios” de automóveis, no entanto, não é algo tão fácil, mesmo porque o automóvel é composto por diversos materiais que em muitos casos não são facilmente separáveis. Além de uma visão global, a pesquisa procura analisar os possíveis avanços no Brasil no que se refere ao processo de reciclagem de automóveis.

Palavras-chave: Indústria automobilística. Reutilização de materiais. Economia do meio ambiente.

ABSTRACT

This research has as main objective the analysis of the auto industry has done to reduce disposal of solid waste in its production process as much as to facilitate the recycling of cars after they complete their life cycle. Despite the auto industry is not one of the most polluting in terms of its production process, it produces a good that is causing major pollution. In despite of the great current concern in seeking to reduce the emissions of pollutants by vehicles, as important as the quest for cleaner fuels is the study of how to dispose of old cars. Even if the car production does not increase significantly each year in relative terms, we must consider the fleet of used cars that still circulates in the world. Ending the mammoth “cemeteries” of automobiles, however, it is not so easy, even because the car is composed of various materials, which in many cases are not easily separable. In addition to an overview, the research seeks to examine the possible advances in Brazil related to the process of auto recycling.

Keywords: Automotive industry. Reuse of materials. Environment economics.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1: A RELAÇÃO ENTRE A ECONOMIA E O MEIO AMBIENTE	17
1.1 A interação homem versus meio ambiente	17
1.2 Breve síntese histórica sobre o surgimento da preocupação ambiental	19
1.3 Surgimento do conceito de desenvolvimento sustentável	22
1.4 Política ambiental	23
1.4.1 Meio ambiente e a geração das externalidades negativas	25
1.4.2 Política ambiental, inovação e competitividade	29
1.5 Determinantes do investimento ambiental	30
2: O PROCESSO DE RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DE MATERIAIS NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA.....	32
2.1 A indústria automobilística e a questão ambiental	32
2.2 Modelos de gestão ambiental adotados pela indústria automobilística	35
2.2.1 Design for the Environment (DFE)	37
2.2.1.1 Análise do ciclo de vida do produto (ACV)	41
2.2.1.2 Logística reversa	42
2.2.2 Ecoeficiência	44
2.3 A reciclagem e o desenvolvimento sustentável	45
2.4 A reciclagem de automóveis passo a passo	47
2.5 Cálculo da vida ótima de um automóvel	51
2.6 A reciclagem e a evolução dos materiais automotivos	53
2.6.1 Plásticos automotivos	57
2.6.2 Alumínio	60
2.6.3 Metais e aço	62

3: A INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA E A RECICLAGEM DE AUTOMÓVEIS NO BRASIL	65
3.1 A frota de automóveis no Brasil	65
3.2 A reciclagem no Brasil	69
3.3 Avanços importantes no Brasil	70
3.3.1 Programa de Inspeção Veicular Ambiental	70
3.3.2 Resoluções CONAMA	72
3.3.3 Política Nacional de Resíduos Sólidos	74
CONCLUSÃO	77
ANEXOS	80
ANEXO I: Habitantes por automóvel – 1999 e 2008	80
ANEXO II: Frota de automóveis – 2000/2008	80
ANEXO III: Frota de automóveis no Brasil (por idade)	81
REFERÊNCIAS	83

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Principais elementos da degradação ambiental	18
Quadro 2: Tipologia e instrumentos de política ambiental	25
Quadro 3: Benefícios da gestão ambiental	36
Quadro 4: Projeto para o meio ambiente – exemplos	39
Quadro 5: Impurezas no alumínio: principais impactos na qualidade	61
Quadro 6: Propriedades melhoradas dos aços ligados	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Frota estimada mundial de autoveículos – 1998/2006	34
Tabela 2: Materiais usados no automóvel dos anos 50 e 90	52
Tabela 3: Peso de componentes plásticos em 1995	58
Tabela 4: Distribuição de peças plásticas nos veículos em 1995	58
Tabela 5: Usos do alumínio em componentes do automóvel por peças e partes – 1993	61
Tabela 6: Frota de autoveículos no Brasil – 2008/2009	66
Tabela 7: Idade média da frota de autoveículos no Brasil – 2003 / 2009	67
Tabela 8: Veículos leves por categoria – 2008 / 2009	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Poluição – Alguns critérios de classificação	17
Figura 2: Presença de externalidade negativa no mercado	26
Figura 3: Representação esquemática dos processos logísticos direto e reverso	43
Figura 4: Caminho do veículo na reciclagem	48
Figura 5: Esquema do processo de trituração dos automóveis e separação de seus materiais	51
Figura 6: O que vira um carro	57
Figura 7: Distribuição percentual da frota estimada de automóveis por unidade da Federação - 2009	66

INTRODUÇÃO

Impulsionada pela Revolução Industrial ocorrida na Inglaterra do século XVIII, a industrialização, desde então, não só proporcionou o desenvolvimento econômico e tecnológico das sociedades como também a criação de novos bens de consumo. Esse desenvolvimento, ao basear-se no uso intensivo de matérias-primas e energia, por sua vez, acabou aumentando a velocidade de utilização dos recursos naturais.

Além de pressionar a economia para uma possível escassez de recursos naturais, a atividade produtiva, ao lançar poluentes no ar numa capacidade superior à de sua absorção, gerou a poluição. Esta, por sua vez, não pode mais ser analisada sob uma visão micro ou restrita somente a determinados locais, mas sim sob uma análise macro ou global, pois seus impactos afetaram e afetam o mundo como um todo, conforme fica evidente com o problema do aquecimento global (LUSTOSA, 2010).

A despeito do uso intensivo de recursos naturais e do lançamento no meio ambiente dos rejeitos gerados pela atividade produtiva, deve-se considerar, conforme aponta Lustosa (2010), de grande importância para a geração de impactos ambientais, o efeito escala. Juntamente ao aumento populacional, assiste-se a um aumento da demanda, da quantidade utilizada de recursos naturais e conseqüentemente, via processo produtivo, do nível de emissão de rejeitos no meio ambiente.

Se num passado não muito distante, a fumaça que saía das fábricas ainda era vista como um símbolo do progresso ou do preço pelo qual a população tinha que pagar para atingi-lo, hoje, no entanto, isso não é mais plausível. Segundo Lustosa (2010), nos deparamos com um *trade-off* entre crescimento econômico e preservação do meio ambiente. E isto porque se, por um lado, a industrialização proporcionou maior conforto e satisfação das necessidades para a população via invenção e produção de novos bens de consumo, por outro, gerou e agravou problemas ambientais, como a poluição e o crescimento desordenado e sem infraestrutura das cidades. Em síntese, a industrialização pode, paradoxalmente, acarretar em perda de utilidade para a população em razão dos danos causados à saúde e ao meio ambiente.

Segundo Herman Daly (2005), um dos expoentes da economia ecológica, não podemos ignorar o fato de que passamos de um “mundo vazio”, onde o planeta apresentava baixa densidade populacional, padrões de consumo modestos e abundância de recursos naturais e

ambientais, para um “mundo cheio”, superpovoado e que coloca cada vez mais em risco a utilização de certos recursos naturais pelas gerações futuras.

Se ao considerarmos um “mundo vazio” pode-se tolerar o grande desprezo da teoria econômica pelo capital natural; num “mundo cheio”, isso já não é mais tolerável visto que como muitos recursos naturais são finitos, o seu uso envolve questões intertemporais, ou seja, decisões tomadas hoje trarão consequências para as gerações futuras.

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 teoria econômica (ENRÍQUEZ, 2010).

No que se refere à degradação ambiental provocada pelas indústrias e também pelo consumo de determinados bens, o caso da indústria automobilística desperta particular interesse. Mesmo não sendo uma grande poluidora, a indústria automobilística encontra-se entre os dez setores mais potencialmente poluidores e também produz um bem que, além de reconhecidamente emitir grande quantidade de poluentes devido à queima de combustíveis, gera um expressivo montante de sucata ao fim de sua vida útil.

Atualmente, tem-se dado grande destaque para o desenvolvimento de fontes alternativas de combustíveis para os automóveis, o que contribui para a redução da poluição atmosférica presente no mundo e minimiza a destruição da camada de ozônio de nosso planeta. Outra alternativa para reduzir o consumo de combustíveis, que vem sendo desenvolvida pela indústria automobilística desde as crises do petróleo da década de 1970, é a busca por reduzir o peso do automóvel.

Para além desta questão de extrema importância que é a busca de fontes alternativas de combustíveis, temos que pensar o que faremos com o automóvel depois que ele encerrar a sua vida útil. Simplesmente enviá-lo para uma empresa de sucata? Mas será que os automóveis que as montadoras vêm produzindo hoje estão aptos a serem facilmente desmontados e reaproveitados?

Assim, a presente pesquisa parte da busca por respostas sobre o que a indústria automobilística tem feito ou não para viabilizar a reciclagem dos automóveis e a posterior reutilização do material reciclado, enfocando para tanto as dificuldades enfrentadas pela

mesma. Aparentemente o automóvel não parece ser tão difícil de ser reciclado se atentarmos somente para a sua estrutura externa mas basta abrirmos o seu capô que iremos nos deparar com inúmeras peças feitas dos mais variados materiais. De acordo com os dados apresentados nesta pesquisa, um automóvel é composto a partir de 20 a 25 mil peças fabricadas dos mais variados materiais possíveis.

Um dos objetivos iniciais da pesquisa era fazer uma análise de se o fato das montadoras de automóveis investirem ou não em melhoras ambientais implicava em redução ou não da competitividade da montadora dentro do mercado. Para tanto, utilizar-se-ia um instrumento conhecido na Econometria como regressão. No entanto, devido à falta de dados estatísticos sobre o montante de investimentos ambientais dentro do setor automobilístico, tal análise teve de ser abandonada. Além disso, foi cogitada a hipótese de se fazer um estudo de caso sobre a reciclagem e reutilização de materiais dentro de uma montadora de automóveis específica mas além da falta de tempo requerida por tal estudo, não teve-se um retorno da montadora para a qual o projeto foi enviado. Informações contidas nos sites das montadoras até poderiam ter sido utilizadas na pesquisa mas além de tais informações serem tendenciosas por funcionarem como uma forma de marketing, poder-se-ia perder o foco acadêmico fundamental à pesquisa.

Antes, porém, de conhecermos melhor a indústria automobilística e o processo de reciclagem dos automóveis, faz-se necessário uma breve discussão sobre os aspectos abordados pela Economia do Meio Ambiente, base para esta pesquisa. Uma sucinta análise sobre as formas de degradação ambiental e os possíveis meios de minimizá-la e sobre o surgimento de conceitos importantes dentro da Economia do Meio Ambiente, é realizada no primeiro capítulo desta pesquisa.

No segundo, o foco recai sobre a indústria automobilística e considerando-se a base teórica apresentada no primeiro capítulo, analisam-se os avanços ou não do processo de reciclagem de automóveis, bem como a forma como esta é realizada.

Para o terceiro e último capítulo da presente pesquisa, insere-se o Brasil como personagem central e busca-se não só apresentar o perfil da frota de automóveis em nosso país, como também relatar quais ações têm sido benéficas para viabilizar a reciclagem dos automóveis e sua posterior reutilização dentro da economia do país.

1: A RELAÇÃO ENTRE A ECONOMIA E O MEIO AMBIENTE

1.1 A interação homem versus meio ambiente

Em sua interação com o meio ambiente, os seres vivos retiram recursos e nutrientes do meio em que habitam, usufruem destes e, por fim, devolvem as sobras ao próprio meio. No caso de certos seres, essas sobras são restos que após serem decompostos pelo meio ambiente devolvem a este substâncias que por sua vez são aproveitadas por outros seres vivos. Diferentemente deste caso, no entanto, onde se tem um ciclo e nada se perde, a atividade humana gera sobras que prejudicam o meio ambiente.

Fontes de Poluição	Meio Receptor	Impactos sobre o meio ambiente
<p>Origem:</p> <ul style="list-style-type: none">• Natural• Antropogênica <p>Fonte:</p> <ul style="list-style-type: none">• Móvel• Fixa ou estacionária <p>Emissão:</p> <ul style="list-style-type: none">• Pontual• Difusa <p>Poluente:</p> <ul style="list-style-type: none">• Físico, Físico-químico, Biológico, Radioativo, Sonoro, etc. <p>Atividades humanas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Agricultura• Geração de Energia• Mineração• Indústrias• Saúde• Transporte• Etc.	<p>Imediato:</p> <ul style="list-style-type: none">• Ar• Água• Solo <p>Final:</p> <ul style="list-style-type: none">• Organismos• Ecossistemas	<p>Alcance:</p> <ul style="list-style-type: none">• Local <p>Regional</p> <ul style="list-style-type: none">• Global <p>Danos:</p> <ul style="list-style-type: none">• Aos seres humanos: Toxicidade aguda, Toxicidade crônica, Alterações genéticas etc.• À flora, à fauna e aos solos• Aos materiais, construções, equipamentos, monumentos, sítios históricos e arqueológicos etc. <p>Tipos de impactos:</p> <ul style="list-style-type: none">• Eutrofização• Acidificação• Destruição da camada de ozônio• Perda da biodiversidade• Aquecimento global• Etc.

Fonte: Barbieri, 2007, p.22

Figura 1: Poluição - Alguns critérios de classificação

Essas sobras que genericamente chamaremos de poluição constituem-se na sujeira, contaminação e degradação do meio ambiente gerados pela atividade antrópica. A poluição, por sua vez, pode ser gerada de diversas maneiras e acarretar diferentes impactos, conforme sintetiza Barbieri (2007, p.22) na Figura 1:

Quanto à degradação ambiental em específico, ela pode surgir a partir de diversas atividades, o que fica evidente com o Quadro 1 elaborado pelo *German Advisory Council of Global Change* (WBGU) e apresentado por van Bellen (2006, p.19-20):

Principais elementos da degradação ambiental:

- Cultivo excessivo das terras marginais;
- Exploração excessiva dos ecossistemas naturais;
- Degradação ambiental decorrente do abandono de práticas de agricultura tradicionais;
- Utilização não sustentável, pelos sistemas agroindustriais, do solo e dos corpos de água;
- Degradação ambiental decorrente da depleção de recursos não-renováveis;
- Degradação da natureza para fins recreacionais;
- Destruição ambiental em função do uso de armas e decorrente dos conflitos militares;
- Dano ambiental da paisagem natural a partir da introdução de projetos de grande escala;
- Dano ambiental decorrente da introdução de métodos de agricultura inadequada e/ou inapropriados;
- Indiferença aos padrões ambientais em função do rápido crescimento econômico;
- Degradação ambiental decorrente do crescimento urbano descontrolado;
- Destruição da paisagem natural em função da expansão planejada da infra-estrutura urbana;
- Desastres ambientais antropogênicos com impactos ecológicos de longo prazo;
- Degradação ambiental que ocorre a partir da difusão contínua e em grande escala de substâncias na biosfera;
- Degradação ambiental decorrente da disposição controlada e descontrolada de resíduos;
- Contaminação local de propriedades onde se localizam plantas industriais.

Fonte: Van Bellen, 2006, p.19-20.

Quadro 1: Principais elementos da degradação ambiental

1.2 Breve síntese histórica sobre o surgimento da preocupação ambiental

Mesmo sendo notáveis os impactos ambientais da ação humana sobre o meio ambiente no mundo, principalmente após a intensificação da industrialização promovida pela Revolução Industrial, é somente a partir dos anos 1950 que a preocupação com esses impactos passou a ter maior relevância. Nesta época, devido à queda na qualidade de vida observada em algumas regiões do mundo, há o surgimento em diversos países de movimentos ambientalistas, entidades não governamentais sem fins lucrativos, agências governamentais preocupadas com a questão ambiental. Data desta época também a incorporação do tema poluição nos debates realizados em conferências nacionais e internacionais.

Na década de 1960, com o lançamento do livro da bióloga estadunidense Raquel Carson, *Silent Spring* (Primavera Silenciosa)¹, marco no entendimento das diversas relações e conexões entre o meio ambiente, a economia e o bem estar social, tem-se um crescimento da preocupação com os impactos ambientais gerados pela ação antrópica.

No final dos anos 1960, a equipe do cientista Dennis Meadows que assessorava o Clube de Roma produz um trabalho sustentado por um modelo matemático alertando sobre os impactos do crescimento econômico contínuo acompanhado da exploração de recursos naturais não renováveis. O modelo matemático considerava simultaneamente cinco diferentes variáveis, a saber: industrialização (crescente), população (em rápido crescimento), má-nutrição (em expansão), recursos naturais (em extinção) e meio ambiente (em deterioração).

Esse trabalho desenvolvido pela equipe de Meadows gera em 1972 o conhecido relatório *The Limits to Growth* (Os limites ao Crescimento). Este fazia projeções nada otimistas sobre o consumo dos recursos naturais não renováveis e sobre o aumento da demanda. As conclusões depreendidas pelos autores afirmavam que o cenário futuro seria a catástrofe visto que em poucas décadas, mantidas as tendências de crescimento para todas as variáveis consideradas no modelo matemático, teríamos o esgotamento dos recursos não renováveis. Além dessas conclusões, a equipe ressaltava a necessidade de se compatibilizar o aumento crescente da população com a produção de alimentos.

¹ Nesta obra, Carson além de demonstrar os danos causados pela pesticida denominada como DDT (Dicloro-Difenil-Tricloroetano), acusou a indústria química de propagar desinformação. A grande repercussão do livro contribuiu para o surgimento de movimentos ambientalistas e impulsionou a proibição do uso do DDT em 1972 nos EUA.

O ponto mais polêmico do relatório e que causa grande reação internacional, no entanto, é a conclusão de que a única solução para o cenário apontado pelos autores era o mundo passar a ter um “crescimento zero”. Apesar da ideia básica dos autores não ter sido associar “crescimento zero” ao conceito de estagnação, a reação contra tal proposição surge porque, segundo os críticos, se assim seguissemos, os países classificados como pobres e ricos manteriam-se na mesma situação, o que tenderia a beneficiar os países mais ricos. Assim, o argumento, defendido principalmente pelos países em desenvolvimento, era de que “congelando-se” o crescimento dos países, impedia-se que os ditos em desenvolvimento atingissem o nível de desenvolvimento alcançado pelos países considerados desenvolvidos.

Reações à parte e apesar de muitas das previsões feitas pelo *The Limits to Growth* não terem se concretizado, este relatório foi de suma importância para chamar a atenção do mundo no que se refere às questões ambientais e para despertar a consciência ambiental e a preocupação com o futuro do nosso planeta. Reflexo de sua repercussão foi a realização em julho de 1972 da I Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente, organizada pela Organização das Nações Unidas (ONU). Esta Conferência, que também ficou conhecida como Conferência de Estocolmo por ter sido realizada nesta cidade da Suécia, teve como principal tema de debate o crescimento populacional, o processo de industrialização e a tecnologia utilizada na industrialização (VAN BELLEN, 2006; NASCIMENTO; LEMOS; MELLO, 2008).

Ainda devido à repercussão da Conferência de Estocolmo, na década de 1970, que ficou caracterizada como a época do comando-controle, muitos países passaram a estruturar melhor suas instituições ambientais e estabelecer suas legislações. Em alguns países, conforme ressaltam Nascimento, Lemos e Mello (2008), poluir passou a ser considerado um crime.

Com a crise energética dos anos 70 fruto do aumento do preço do petróleo, as preocupações com o meio ambiente e a latente necessidade de se buscar fontes alternativas de geração de energia, ganharam força. É nesta década, particularmente em 1975, que o Brasil cria o Programa Nacional do Álcool (Proálcool), que tinha como finalidade o desenvolvimento da produção do álcool e sua comercialização como substituto da gasolina. É neste período também que o conceito de desenvolvimento sustentável começa a ser elaborado.

Nos anos 1980, muitos desastres ambientais, tais como o de Bhopal na Índia em 1984 e o de Chernobyl na então União Soviética em 1986 – considerados os dois piores acidentes ambientais da Europa -, tornaram-se mundialmente conhecidos. A humanidade também

começou a constatar que estava destruindo o planeta de forma cada vez mais rápida e que a camada de ozônio que protege o planeta dos raios solares estava diminuindo.

Ainda nos anos 80, tivemos a globalização das preocupações com o meio ambiente, passando estas a serem consideradas até mesmo pelos gestores de empresas como importantes para reduzir o desperdício de matérias-primas e gerar uma boa imagem às empresas que implantam políticas ambientais. Muitas conferências e acordos foram firmados a partir de então e ressaltam o crescimento da preocupação com a proteção ambiental, dentre os quais, de acordo com Nascimento, Lemos e Mello (2008), podemos citar:

- Protocolo de Montreal (1987) – baniu diversos produtos químicos (hidrocarbonetos clorados e fluorados ou CFCs (Clorofluorcarbonos)) e estabeleceu prazos para sua substituição;
- Relatório da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento instituído pela Assembléia Geral das Nações Unidas (1987) – também conhecido como Relatório de Brundtland, contribuiu para a divulgação mundial do conceito de desenvolvimento sustentável, conforme será explicitado no tópico seguinte;
- Convênio 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 do envio destes resíduos para países que não atendam às 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 da 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 do EUA em participar. O protocolo foi negociado na Conferência das Partes da Convenção e versava sobre a mudança de comportamento dos países com 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, teve como objetivo avaliar os resultados obtidos desde a realização da Conferência Rio 92.

1.3 Surgimento do conceito de desenvolvimento sustentável

“Desenvolvimento sustentável é um enigma à espera de seu Édipo”.

José Eli da Veiga

Conforme foi brevemente na seção anterior, o conceito de desenvolvimento sustentável surge a partir do Relatório da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, instituída pela Assembléia Geral das Nações Unidas em 1987. Também conhecido como Relatório de Bundtland, em homenagem à coordenadora da citada comissão e também primeira ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland, este relatório gerou o documento denominado como Nosso Futuro Comum.

O “Nosso Futuro Comum” defendia a idéia de que o desenvolvimento econômico só poderia ser considerado como tal se conciliasse o crescimento econômico com a melhoria da qualidade de vida. Defendia também a possibilidade de se alcançar maior desenvolvimento sem que para isso seja necessário destruir os recursos naturais.

No citado documento o desenvolvimento sustentável é definido como “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades” (FGV apud LUSTOSA; CÁNENA; YOUNG, 2010, p. 167). No entanto, apesar de ser desenvolvido em 1987 através deste documento, o termo desenvolvimento sustentável só ganharia força com a Conferência Rio 92.

Conforme enfatiza Nascimento, Lemos e Mello (2008, p.62-63), o Relatório Bundtland aponta as seguintes medidas a serem tomadas pelos Estados nacionais:

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

No que refere-se ao mundo como um todo propõe-se que (NASCIMENTO; LEMOS; MELLO, 2008, p.63):

1. As organizações ligadas a questões de desenvolvimento devem adotar a estratégia de desenvolvimento sustentável;
2. A comunidade internacional deve proteger os ecossistemas supranacionais, como a Antártica, os oceanos e o espaço;
3. As guerras devem ser banidas;
4. A ONU deve implementar um programa de desenvolvimento sustentável.

Em síntese o conceito de desenvolvimento econômico está assentado no seguinte tripé: atividade econômica, meio ambiente e bem-estar social, sendo que o grande desafio a ser enfrentado é a interligação entre os três aspectos e a necessidade da criação de um modo de vida baseado na geração de renda e não na destruição de ativos (NASCIMENTO; LEMOS; MELLO, 2008).

1.4 Política ambiental

De acordo com Lustosa, Cánepa e Young (2010), entende-se por política ambiental o conjunto de metas e instrumentos que objetivam minimizar os impactos negativos gerados pela atividade humana ao meio ambiente. A implantação de tal política faz-se necessária e importante não só como forma de fazer com que os agentes econômicos busquem meios de reduzir suas emissões de resíduos e demais depleções ao meio ambiente como também para punir os que negligenciam o uso mais consciente dos recursos naturais ainda existentes e que poderão ser utilizados pelas gerações futuras.

No que concerne à atividade industrial, é importante destacarmos que os impactos ambientais gerados por tal atividade ocorrem em diversas etapas. No início do ciclo produtivo, quando os recursos naturais são transformados em matérias-primas e energia, temos a geração de impactos na forma de, por exemplo, desmatamento, emissões de gases poluentes decorrentes da extração do recurso utilizado, erosão de solos, etc. Numa segunda etapa, quando as matérias-primas e energia são utilizadas como insumos na produção, o que resultará no produto final, há a emissão de rejeitos industriais como fumaça, resíduos sólidos e efluentes líquidos. Mesmo com o fim do processo produtivo, há que se considerar também que após o

consumo do bem final, este é descartado e torna-se lixo (LUSTOSA; CÁNEPA; YOUNG, 2010).

Fica patente, assim, a crescente necessidade de se buscar alternativas que objetivem a utilização racional dos recursos naturais mesmo porque muitos deles são finitos e não renováveis, o que pode inviabilizar o seu consumo futuro. Essa idéia é a que está presente no conceito de desenvolvimento sustentável.

Os instrumentos de política ambiental, cujo objetivo é a “internalização” dos impactos ambientais gerados pela atividade antrópica, ou seja, humana, podem ser classificados, conforme apontam Lustosa, Cánepa e Young (2010) em três grupos:

1. **Instrumentos de comando-e-controle – ou de regulação direta:** são os que implicam o controle direto, via fiscalização, sobre as fontes geradoras de poluentes. Apesar de serem eficazes no controle dos impactos ambientais, uma de suas desvantagens, por necessitar de fiscalização constante, são os elevados custos incorridos para tal controle;
2. **Instrumentos econômicos – ou de mercado:** são os que buscam internalizar os danos ambientais via mecanismos de mercado como: taxas, subsídios e licenças de poluição negociáveis. Uma de suas vantagens, no entanto, é a geração do que podemos considerar como um duplo-dividendo, pois além de contribuir para a melhora ambiental, esse tipo de instrumento gera receita para os agentes reguladores. Apesar disso, o diferencial desse instrumento se comparado ao de regulação direta, é que este incide no início do processo do uso dos recursos ambientais.
3. **Instrumentos de comunicação:** são os que através da explanação dos impactos ambientais causados, atitudes preventivas, tecnologias menos agressivas ao meio ambiente, etc., buscam a conscientização dos agentes poluidores e das vítimas de tais atos.

O Quadro 2 resume e demonstra exemplos do que foi elucidado acima, lembrando, no entanto, que esses instrumentos podem ser aplicados conjuntamente pelas regiões afetadas pelos impactos ambientais.

Comando-e controle	Instrumentos Econômicos	Instrumentos de Comunicação
<ul style="list-style-type: none"> - Controle ou proibição de produto - Controle de processo - Proibição ou restrição de atividades - Especificações tecnológicas - Controle do uso de recursos naturais - Padrões de poluição para fontes específicas 	<ul style="list-style-type: none"> - Taxas e tarifas - Subsídios - Certificados de emissão transacionáveis - Sistemas de devolução de depósitos 	<ul style="list-style-type: none"> - Fornecimento de informação - Acordos - Criação de redes - Sistema de gestão ambiental - Selos ambientais - Marketing ambiental

Fonte: Lustosa; Cánepa; Young , 2010, p.169.

Quadro 2: Tipologia e instrumentos de política ambiental

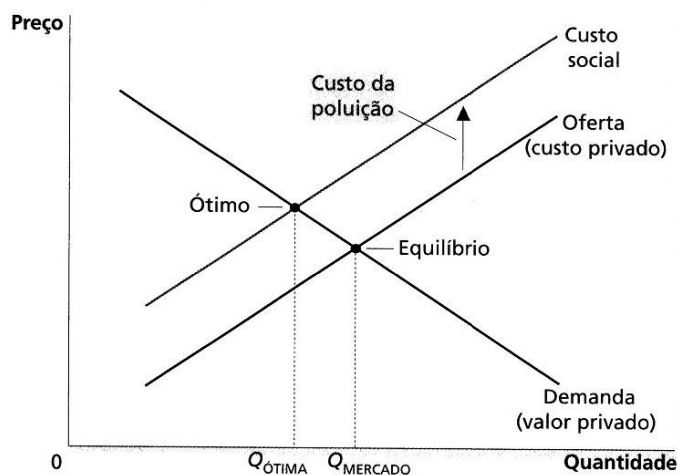
1.4.1 Meio ambiente e a geração das externalidades negativas

Segundo a visão defendida por Adam Smith em A Riqueza das Nações (1776), a “mão invisível” do mercado conduz os interesses individuais de cada participante da economia de modo a promover o bem-estar econômico da sociedade como um todo. Apesar disso, há, no entanto, que se considerarem os casos em que o mercado falha na alocação eficiente dos recursos. Um desses casos ocorre quando temos a geração de externalidades.

Segundo Almeida (1998), o impacto gerado pela atividade humana no meio ambiente, tal como a poluição, sem que haja uma compensação por parte do agente poluidor ao agente afetado por tal impacto, provoca o que denominamos na teoria econômica como externalidade negativa ou custo externo ou deseconomia externa. Esta ocorre quando a atividade econômica de um agente causa uma perda de bem estar para outrem sem que este seja, de uma forma ou de outra, recompensado pelo primeiro.

As externalidades possuem duas características importantes a serem notadas; a primeira é que elas estão associadas à definição imprecisa de propriedade privada. Uma empresa emite resíduos poluentes no ar, o que conseqüentemente agrava tanto o meio ambiente quanto a saúde da população, porque não existem direitos de propriedade sobre o ar puro, caso houvesse a empresa seria obrigada a indenizá-lo. A segunda característica das externalidades é que apesar delas poderem ser minimizadas, a sua geração é involuntária. A existência destas duas características, no entanto, não quer dizer que tenhamos que permitir que as empresas continuem poluindo um bem (meio ambiente) que é público e, portanto, passível de ser usufruído por todos.

A primeira abordagem sobre o tema da poluição, segundo Cánepa (2010), remonta aos estudos de Arthur Cecil Pigou no início do século XX. Para este economista inglês de enfoque neoclássico, a externalidade negativa é caracterizada pelo fato de que havendo um impacto ambiental, o custo marginal social gerado por tal atividade precisa ser incorporado ao custo marginal privado, ou seja, aquele custo incorrido pelos agentes produtores na fabricação de uma unidade do bem. A incorporação deste custo gerado à sociedade, por sua vez, pode se dar mediante a cobrança de um tributo imposto pelo Estado.



Fonte: Adaptado de Mankiw, 2005, p.206.

Figura 2: Presença de externalidade negativa no mercado

O tributo, ou taxa pigouviana como comumente ficou conhecido na literatura econômica, deve incidir sobre cada unidade produzida e precisa ter um valor igual à diferença entre o custo marginal privado e o custo marginal social, de forma que este último seja internalizado pela imposição do tributo. A Figura 2 demonstra-nos qual deve ser a magnitude do tributo pigouviano. Cabe ressaltar também que com a imposição deste, o preço será maior para os consumidores e a quantidade ótima negociada no mercado será menor do que a que seriam se desconsiderássemos a presença da externalidade negativa.

Graficamente, a magnitude do valor do imposto a ser cobrado parece facilmente observável mas, como popularmente se diz, na prática a teoria é outra. Na verdade, a dificuldade em se calcular o valor de tal imposto decorre da necessidade de amplo conhecimento, por parte da autoridade ambiental, da relação entre a emissão de poluentes gerada por determinado setor e o valor dos danos ambientais que a atividade produtiva acarreta aos outros setores e/ou consumidores. Disto resulta que a taxa pigouviana acabou não tendo na prática uma aplicação generalizada.

A despeito das dificuldades na valorização da taxa pigouviana, ao destacar a geração de um custo social proveniente da atividade humana, externalidade negativa, e explicitar a consequente diferença entre os custos social e privado, Pigou abriu o caminho para que questões sobre o meio ambiente passassem a ser consideradas pela Teoria Econômica (CÁNEPA, 2010).

A análise de custo efetividade (*Cost Effectiveness Analysis*), ACE, é uma outra maneira de se buscar soluções para os problemas gerados pela poluição. Esta política ambiental vem sido gradativamente adotada nos países desenvolvidos em substituição a política de comando-e-controle que será abordada mais adiante, e objetiva a redução da poluição a níveis socialmente estabelecidos, incorrendo nos menores custos possíveis. Para a sua implementação, primeiramente o Estado assume efetivamente a propriedade dos bens ambientais e posteriormente a sociedade fixa objetivos (padrões) a serem alcançados, a princípio na forma de metas parciais. Assim que os padrões forem estabelecidos, o Estado através do seu direito de propriedade sobre o bem, passa a racionalizar o uso deste.

Para a operacionalização da ACE, dois instrumentos econômicos são particularmente empregados: o Princípio do Poluidor Pagador, onde impõe-se uma cobrança pelo lançamento de efluentes no bem ambiental que foi priorizado por tal política ambiental, e o

estabelecimento de Certificados Negociáveis de Poluição (CNPs), que segundo Cánepa (2010), deveriam na verdade ser chamados de Certificados Negociáveis de Emissão. Neste último, após serem estabelecidas as metas de abatimento de poluição, o Estado distribui entre os agentes poluidores, seja via leilão ou alocação de acordo com os níveis de emissões de cada agente, Certificados Negociáveis de Poluição correspondentes à quantidade máxima de poluente estabelecida pela meta de abatimento. Assim, os agentes poluidores só poderão emitir poluentes de acordo como o montante estipulado pelos certificados que estão em seu poder ou ainda, caso queiram emitir uma quantidade superior de poluentes poderão comprar certificados de setores que estejam dispostos a vendê-los.

Além da taxa pigouviana e da ACE, temos também a abordagem da Análise de Custo Benefício (ACB), que se assemelha de certa forma à ACE. Na ACB assim como na ACE, fixa-se uma meta de nível de poluição a ser abatido. Entretanto, diferentemente da ACE, onde a meta é estabelecida politicamente e, portanto, exogenamente ao sistema econômico, na ACB essa meta é definida pelo próprio sistema econômico e deve ser estabelecida considerando-se tanto os custos quanto os benefícios do abatimento da poluição. Assim, pode-se depreender que além da dificuldade em valor economicamente os custos de abatimento da poluição, dificuldade esta que também está presente na ACE, na ACB também encontramos dificuldades na valoração dos benefícios gerados já que estamos tratando de bens públicos, o que faz com as preferências não sejam facilmente reveladas (CÁNEPA).

A despeito da geração das externalidades negativas por parte das atividades antrópicas, é importante destacar que o planeta alcançou um nível de degradação ambiental, preocupante segundo os cientistas, devido também ao efeito escala, visto que o homem, desde a Revolução Industrial tem produzido numa escala maior do que a “capacidade de carga” (“*carrying capacity*”) do planeta. O aumento contínuo da produção está associado ao crescimento da população e assim, no aumento da demanda por parte desta, o que, por sua vez, faz com que uma quantidade cada vez maior de recursos naturais seja requerida e mais rejeitos sejam lançados no meio ambiente. Essa pressão exercida ao meio ambiente, portanto, gera um aumento dos *inputs* demandados e dos *outputs* gerados. Nesse sentido, conforme enfatiza Romeiro (2010), para se alcançar a sustentabilidade faz-se necessário enfrentar o desafio de promover uma mudança de ordem civilizacional, onde se transgrida de uma sociedade do ter para uma sociedade voltada para o ser.

1.4.2 Política ambiental, inovação e competitividade

A forma como a imposição de uma regulamentação ambiental pode afetar o comportamento das empresas é analisada pela teoria econômica por meio de duas visões distintas: a tradicional ou ortodoxa e a abordagem revisionista, também conhecida como “hipótese de Porter”.

Segundo Lustosa (2010), para a visão tradicional, a imposição de regulamentações ambientais gera um *trade-off* e isto porque, se de um lado ela proporciona um benefício social resultante da “internalização” das externalidades, por outro ela gera um aumento dos custos privados, o que faz com que os preços se elevem e assim reduza-se a competitividade das empresas e até mesmo dos países que adotam tais regulamentações.

Contrariamente a esta visão ortodoxa, Porter e Linde publicaram em 1995 o artigo intitulado “*Toward a New Conception of the Environment – Competitiveness Relationship*”, o qual deu origem à visão que ficou conhecida na literatura econômica como “hipótese de Porter”. Segundo esta, a imposição de regulamentações ambientais não resulta necessariamente em um *trade-off* entre ganhos ambientais e ganhos econômicos. O embasamento para tal afirmação está assentado na análise dinâmica (de longo prazo) da economia - e não na estática (de curto prazo) enfocada pela visão tradicional – de que as empresas respondem as regulamentações com inovações, o que pode proporcionar-lhes até mesmo redução de custos.

Para Porter e Linde, da mesma forma que as pressões por parte da demanda e da oferta, tais como exigências dos consumidores e a presença de concorrentes fortes no mercado, induzem as empresas a buscarem novas tecnologias e, assim inovar, a imposição de regulamentações ambientais também o podem.

Ao serem estimuladas a inovar para que assim cumpram com as regulamentações ambientais, as empresas buscam minimizar custos através de, por exemplo, melhor utilização dos insumos, racionalização do processo produtivo e/ou diferenciação do produto final. Isso é possível por meio de medidas como: reaproveitamento de resíduos industriais e evitando-se o desperdício de embalagens e de outros produtos usados na indústria. Como consequência, tem-se um aumento da produtividade dos recursos e conjuntamente a isso uma redução de custos, o que se traduz numa melhora da competitividade da empresa inovadora e não numa piora conforme afirmam os economistas com enfoque microeconômico neoclássico.

De maneira geral, portanto, para Porter e Linde, a imposição de regulamentações ambientais severas pode se converter em vantagens econômicas e assim em aumento de competitividade.

As inovações e tecnologias ambientais implementadas pelas empresas seja para atender exclusivamente as regulamentações ou por motivos diversos podem ser classificadas em duas categorias:

1. **aquelas que buscam tratar da poluição que já ocorreu.** Esse tipo de tecnologia também é conhecido como de final de tubo ou *end-of-pipe technology* pois somente visa o cumprimento do controle da poluição, sem gerar, no entanto, nenhuma outra mudança no sistema produtivo a não ser a redução dos custos. Um dos exemplos deste tipo de tecnologia é a colocação de filtros nas chaminés das fábricas;
2. **aquelas cujos resultados compensam os custos de sua implementação.** Também conhecidas como tecnologias de prevenção da poluição ou *pollution prevention*, elas proporcionam tanto uma melhora do impacto ambiental quanto do produto e/ou do processo. Como exemplo deste tipo de tecnologia, temos a utilização de materiais passíveis de serem reciclados depois de seu consumo final.

1.5 Determinantes do investimento ambiental

As empresas são induzidas a adotar instrumentos de minimização dos impactos ambientais gerados por suas atividades devido a basicamente quatro fatores, a saber:

1. **Regulamentação ambiental:** como as empresas, por natureza, não se preocupam com a questão ambiental, a não ser que esta possa proporcionar-lhe algum ganho econômico, a imposição de regulamentações ambientais consiste em um importante fator que induz as empresas a realizar investimentos ambientais;

2. **Pressão dos consumidores finais e intermediários:** este tipo de pressão está relacionado com o aumento do nível de consciência ecológica por parte da população. Esta consciência, no entanto, por ter influência direta do nível de renda da população, faz com que a pressão dos consumidores seja mínima ou até praticamente nula nos países em desenvolvimento ou de baixa renda. No que concerne à pressão dos consumidores intermediários, esta ocorre porque certas empresas, seja para atender a exigências de seus clientes ou de algum tipo de certificação ambiental, passam a exigir também de seus fornecedores uma preocupação maior com a questão ambiental;
3. **Pressão dos *stakeholders***²: pode ser exercida por diversos grupos, tais como: pessoas que residem próximo a algum estabelecimento industrial que gere impactos ambientais, organizações não-governamentais (ONGs), parlamentares ou pela população como um todo de certa região;
4. **Pressão dos investidores:** como a não preocupação com os danos ambientais pode resultar em grandes prejuízos às empresas, sendo que o pagamento por estes danos pode ser cobrado pelas instituições governamentais mesmo depois de muitos anos da geração daqueles, este tipo de pressão tem sido crescente. Uma empresa que demonstra maior preocupação com o meio ambiente e cumprimento de leis incorre em menor risco de ter prejuízos decorrentes de questões ambientais, o que, por sua vez, transmite maior confiança aos investidores.

A despeito destes fatores citados, as empresas, conforme aponta Lustosa (2010), também podem ser induzidas a investir em inovações ambientais devido a fatores internos como a redução de custos ou simplesmente devido à presença de novas oportunidades tecnológicas.

² O conceito de *stakeholders* pode ser definido como as “Pessoas, grupos ou instituições, com interesses legítimos em jogo nas empresas e que afetam ou são afetados pelas diretrizes definidas, ações praticadas e resultados alcançados” (ANDRADE; ROSSETTI, 2007, p.109) ou sinteticamente como “grupos de interesses” ou “partes interessadas”. Como a expressão em inglês ficou consagrada na literatura especializada, optou-se por mantê-la nesta pesquisa.

2: O PROCESSO DE RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DE MATERIAIS NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

2.1 A indústria automobilística e a questão ambiental

De inegável importância para a economia mundial, seja no que se refere ao seu nível de ocupação da mão-de-obra ou na sua capacidade de exportação, a indústria automobilística, por outro lado, gera externalidades negativas ao meio ambiente. E isto não só porque ela produz um bem que é reconhecidamente poluidor, mas também porque além da grande quantidade de resíduos poluentes emitidos pelos automóveis, o processo produtivo da indústria automobilística é o que mais utiliza materiais em quantidade e diversidade.

A indústria automobilística apesar de não ser a mais poluidora, encontra-se entre os dez setores mais potencialmente poluidores de acordo com estudos de Barcellos, Oliveira e Carvalho (2009). Apesar de não ser a mais poluidora, é importante destacarmos que a degradação ambiental gerada pela indústria automobilística não se encerra com o fim do processo produtivo. E isto porque os veículos automotores são um dos grandes geradores da poluição do ar devido à queima de combustíveis, o que por exemplo, é indiscutivelmente visível particularmente nos grandes centros urbanos.

Percebe-se assim que do ponto de vista ambiental, o automóvel que quando da sua invenção e ao longo do século XX, foi símbolo de status, liberdade, transporte rápido e seguro, passou de herói a vilão por ser apontado atualmente como um dos responsáveis pela degradação do meio ambiente (MEDINA; GOMES, 2002a).

As questões ambientais concernentes à indústria automobilística, segundo Fonseca (2005), apresentam duas vertentes, a saber:

1. **Àquelas relacionadas ao produto automóvel:** que abrangem as questões relacionadas ao ciclo de vida do produto dos automóveis desde sua fabricação até sua destinação final (pós-uso), o que inclui consumo de combustíveis, utilização de fontes renováveis de energia, entre outros;

2. **Àquelas ligadas ao processo produtivo:** que compreendem a busca pela minimização do uso de energia, água e matérias-primas, tratamento dos efluentes, dos resíduos, redução no uso de certas substâncias químicas, etc.

Para os objetivos desta pesquisa, focar-se-á mais na segunda vertente apresentada pelo autor, o que, no entanto, não significa dizer que se desconsidera a análise do ciclo de vida do automóvel que vem sendo feita pelas montadoras. E isto porque, apesar da preocupação com o pós-uso do automóvel, ou seja, basicamente o descarte do mesmo, o que gera enormes “cemitérios” de automóveis velhos, o foco principal da presente pesquisa consiste em analisar o que tem sido feito para tornar o automóvel um bem passível de ser reciclável, o que por sua vez, conseqüentemente contribuirá para o seu devido descarte final segundo critérios ambientais.

Só para se ter uma ideia do quanto a reutilização de materiais, ou seja, o uso após a reciclagem destes é importante tanto em termos econômicos quanto ambientais, seguem os dados apresentados por Enríquez (2010, p.52) para a atividade econômica como um todo:

Quando o aço é produzido inteiramente a partir da sucata, a economia de energia chega a 70% do que se gasta com a produção à base do minério de origem. Além disso, há uma redução da poluição do ar (menos 85%) e do consumo de água (menos 76%), eliminando-se, ainda, todos os impactos decorrentes da atividade de mineração. Na reciclagem do vidro é possível economizar, aproximadamente, 70% de energia incorporada ao produto original e 50% de água. Com a reciclagem de plásticos economiza-se até 88% de energia em comparação à produção a partir do petróleo e preserva-se esta fonte esgotável de matéria-prima [...]

Em termos ambientais, um dos grandes desafios a serem enfrentados pela indústria automobilística é a possibilidade de tornar o automóvel um bem reciclável e sustentável. Esta preocupação fica evidente quando observamos, por exemplo, o aumento de quase 37% da frota de autoveículos no mundo no período de 1998 a 2006, conforme Tabela 1.

Mesmo que a produção de automóveis não aumente tanto a cada ano em termos relativos (produção de automóveis/população total), há porém que considerarmos a frota de automóveis usados que ainda circula no mundo. Acabar com os gigantescos “cemitérios” de automóveis que são formados nos diversos países no decorrer de cada ano, no entanto, não é algo tão fácil, mesmo porque o automóvel é composto por uma diversidade grande de

materiais que em muitos casos não são facilmente separáveis, o que ficará mais claro no decorrer desta presente pesquisa.

Tabela 1: Frota estimada mundial de autoveículos – 1998/2006

Mil unidades

Ano	Total
1998	697.793
1999	715.868
2000	748.712
2001	775.392
2002	808.218
2003	837.184
2004	849.730
2005	888.925
2006	953.927

Fonte: Anfavea, 2009.

Obs: Autoveículos compreende os automóveis, os comerciais leves, os caminhões e os ônibus.

A despeito da maior consciência ambiental no mundo e sua consequente pressão sobre as empresas de diversos setores produtivos, há que se ressaltar o fato de que a indústria automobilística é mais complexa do que outros setores já que ela compreende não só as montadoras de veículos como também toda a rede de fornecedores de materiais diversos e autopeças. E é devido a esta complexidade que a possibilidade de reciclagem dos veículos é uma atividade essencialmente transversal, conforme aponta Medina e Gomes (2002).

Assim como acontece com outros produtos manufaturados e como já foi dito no início deste capítulo, o grande desafio enfrentado atualmente pelas montadoras é tornar o automóvel um bem sustentável no que tange às questões ambientais. Para viabilizar tal ambição, as montadoras vêm trabalhando, dentre outras formas, seguindo os seguintes modelos de gestão ambiental: *Design for the Environment* (DFE) e Ecoeficiência (MEDINA, 2007), que serão abordados com maiores detalhes na seção seguinte.

2.2 Modelos de gestão ambiental adotados pela indústria automobilística

A questão ambiental passou a ser considerada uma variável relevante no meio empresarial tanto porque ela pode contribuir para reduzir custos e gerar novas oportunidades para as empresas, conforme defende a “hipótese de Porter”, vista no capítulo 1, como porque é capaz de proporcionar uma “boa imagem” perante os *stakeholders* e consumidores, o que pode ser visto também com uma forma de marketing.

Atualmente, por sua vez, espera-se que as empresas, assim como a sociedade como um todo, contribuam também seja por meio de novas concepções gerenciais ou tecnológicas para a conservação e melhora do meio ambiente. Em síntese, almeja-se que as empresas deixem de ser vistas como geradoras de problemas e passem a contribuir para a criação de soluções (BARBIERI, 2007).

Essa preocupação ambiental por parte das empresas, no entanto, dificilmente surge espontaneamente. Para o seu florescimento três grandes forças que interagem reciprocamente são de fundamental relevância: o governo, a sociedade e o mercado (BARBIERI, 2007). Com a globalização dos negócios, a maior conscientização da população, a internacionalização dos padrões ambientais e a maior divulgação da educação ambiental nas escolas, as perspectivas futuras são de maiores pressões por partes das três grandes forças citadas, o que, da parte da sociedade, se traduzirá em consumidores mais exigentes no que refere-se a preocupação ambiental e à qualidade de vida (DONAIRE, 2008).

A adoção de modelos de gestão por parte das empresas facilita a conquista dos objetivos a que as mesmas estão almejando já que, seguindo certo modelo planeja-se e distribui-se melhor as atividades a serem desenvolvidas por diferentes pessoas, em diversos momentos e por diferentes segmentos existentes dentro de uma mesma empresa. Entendem-se assim como modelos as “construções conceituais que orientam as atividades administrativas e operacionais para alcançar objetivos definidos” (BARBIERI, 2007, p.129) e, resumidamente são de fundamental importância pois geram o comprometimento por parte da empresa e conseqüentemente de seus funcionários, para a consecução do objetivo que foi estabelecido.

Os diversos modelos de gestão ambiental existentes começaram a ser criados a partir da década de 1980 e apesar de serem, como todo modelo, uma representação simplificada do que realmente poderá ser feito dentro da empresa, tornam-se importante ao orientar as

decisões a serem tomadas. As empresas, no entanto, não precisam necessariamente adotar os modelos existentes, elas podem também criar os seus próprios modelos (BARBIERI, 2007).

A introdução da variável ambiental nas decisões empresariais apesar de à primeira vista poder estar associada a aumento de despesas pode se traduzir, se forem percebidas pelas empresas, na geração de oportunidades como: reciclagem de materiais, reaproveitamento dentro da própria empresa de resíduos gerados na produção ou sua venda para outras empresas por intermédio de Bolsa de resíduos ou negociações bilaterais, geração de vantagem competitiva e possível venda de patentes resultante do desenvolvimento de novos processos produtivos que utilizem tecnologias mais limpas, etc. (DONAIRE, 2008). O Quadro 3 sintetiza os benefícios que podem ser obtidos pela introdução da gestão ambiental nas empresas.

Benefícios Econômicos
<p>Economia de custos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Economias devido à redução do consumo de água, energia e outros insumos. - Economias devido à reciclagem, venda e aproveitamento de resíduos e diminuição de efluentes. - Redução de multas e penalidades por poluição. <p>Incremento de receitas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aumento da contribuição marginal de “produtos verdes” que podem ser vendidos a preços mais altos. - Aumento da participação no mercado devido a inovação dos produtos e menos concorrência. - Linhas de novos produtos para novos mercados. - Aumento da demanda para produtos que contribuam para a diminuição da poluição.
Benefícios Estratégicos
<ul style="list-style-type: none"> - Melhoria da imagem institucional. - Renovação do “portfólio” de produtos. - Aumento da produtividade. - Alto comprometimento do pessoal. - Melhoria nas relações de trabalho. - Melhoria e criatividade para novos desafios. - Melhoria das relações com os órgãos governamentais, comunidade e grupos ambientalistas. - Acesso assegurado ao mercado externo. - Melhora adequação aos padrões ambientais.

Fonte: Donaire, 2008, p.59.

Quadro 3: Benefícios da gestão ambiental

No caso dos bens manufaturados e especificamente no caso do automóvel, espera-se que a menor degradação ambiental de seu processo produtivo não venha, no entanto, associada à perda de conforto, desempenho e principalmente segurança. Visando a este intuito de conjugar qualidade com preocupação ambiental as montadoras de automóveis vêm trabalhando com os modelos de gestão ambiental conhecidos como: *Design for the Environment* (DFE) e Ecoeficiência.

2.2.1 Design for the Environment (DFE)

Antes do advento da Revolução Industrial ocorrida no século XVIII na Inglaterra, tinha-se no cenário econômico a figura do artesão, o qual era responsável por todo o processo produtivo do bem a ser fabricado. O artesão costumava assim conhecer todas as etapas produtivas, desde a escolha da matéria-prima até a produção final (NASCIMENTO; LEMOS; MELLO 2008).

Com a citada Revolução, sai de cena o artesão e instala-se o sistema de produção fabril, ocorrendo assim a difusão do modo de produção capitalista. A produção passa agora a ser uma tarefa realizada por muitas pessoas, o que gera a necessidade de se estabelecer uma padronização do processo produtivo. É, portanto, a partir desta época que surge o conceito de projeto dentro do ambiente produtivo. Posteriormente, com a incorporação de diversos aspectos, como os tecnológicos, econômicos, ergonômicos, ambientais, sociais, estéticos e antropológicos, à noção de conceito, este se amplia dando origem a um novo conceito: o *design* (NASCIMENTO; LEMOS; MELLO, 2008).

No Brasil, o Projeto de Lei nº 1.965/1996 apud Nascimento, Lemos e Mello (2008, p.203) que regulamenta a profissão de projetista, define o conceito de design como:

(...) uma atividade especializada, de caráter técnico-científico, criativo e artístico, com vistas à concepção e desenvolvimento de projetos e mensagens visuais que equacionem sistematicamente dados ergonômicos, tecnológicos, econômicos, sociais, culturais e estéticos, que atendam concretamente às necessidades humanas.

Assim, pode-se entender o *design* como uma atividade que além de preocupar-se com a otimização dos recursos disponíveis no planeta, objetiva incorporar fatores humanos,

econômicos, ergonômicos, etc., ao processo de criação, desenvolvimento e implementação dos produtos industrializados (NASCIMENTO; LEMOS; MELLO, 2008).

A partir do momento em que os níveis de deterioração ambiental passaram a se agravar e tornam-se mais preocupantes, muitas decisões empresariais e governamentais passaram a considerar a variável ambiental como um fator importante. O conceito de *design* também passa por uma evolução e a partir de então, incrementa aos seus objetivos a busca da conciliação entre a tecnologia e a natureza. Isso, por sua vez, dá origem ao termo *design ecológico*.

Na década de 1990, particularmente em 1992, surgem novas concepções de projetos, que passaram a ser denominadas como *Design for the Environment* (DFE), conhecido em nosso idioma como Projeto para o Meio Ambiente (BARBIERI, 2007). Ainda de acordo com Barbieri (2007) baseando-se no trabalho de Fiksel, este conceito surge devido à preocupação de certas empresas do setor eletrônico em incorporar a questão ambiental na elaboração de seus produtos. Esta preocupação foi inicialmente defendida pela *American Eletronics Association*.

O DFE é um modelo de gestão ambiental que objetiva a criação de inovações de produtos e processos que contribuam para a redução da poluição em todas as fases produtivas. Sinteticamente, o DFE busca solucionar os problemas antes que eles ocorram e é devido a isto que ele inicia a sua análise referente aos problemas ambientais desde a fase do projeto (BARBIERI, 2007).

Na indústria automobilística, o DFE implica na incorporação das questões ambientais na fase do projeto do produto (automóvel e autopeças), no processo (fabricação de peças e montagem) e também nas tecnologias necessárias à produção (tratamento de materiais, pintura, etc.) (MEDINA, 2007).

A despeito da generalização da preocupação com o meio ambiente, o DFE é passível ser desdobrado para assim priorizar diferentes objetivos a serem elencados pelas empresas, tais como reduzir o consumo de energia do produto, aumentar o número de materiais reciclados no produto, facilitar a manutenção e a separação dos materiais após o uso do bem, etc. Atendendo a este desdobramento, Graedel e Allenby expandiram o conceito de *Design for X* (DFX), onde a letra X pode ser substituída por qualquer outra letra de forma a representar o

objetivo ao qual a empresa está almejando alcançar. Como exemplo, podemos citar, de acordo com Barbieri (2007):

- DFA (A de *assembly*) que representa um projeto para facilitar a montagem do produto;
- DFM (M de *manufacturability*) que representa um projeto para facilitar o processo produtivo;
- DFS (S de *serviceability*) que representa um projeto que almeja facilitar a instalação inicial do produto e sua manutenção.

O Quadro 4 (BARBIERI, 2007, p.141) explicita os objetivos e práticas de alguns dos tipos de projeto do tipo DFX.

Projeto para	Objetivos e práticas
Desmontagem do produto	Assegurar que os produtos possam ser desmontados para recuperar os materiais e componentes com custo e esforço mínimos. Para isso, recomenda-se simplificar as conexões entre peças, evitar peças incrustadas, minimizar o uso de soldas e adesivos, reduzir o número de peças diferentes, projetar peças multifuncionais e utilizar peças comuns a diferentes produtos.
Reciclagem	Assegurar um elevado conteúdo de materiais recicláveis que gerem um nível mínimo de resíduos ao final da vida útil do produto.
Facilitar o descarte	Assegurar que todos os materiais e componentes não recicláveis possam ser descartados de modo seguro e eficiente.
Reutilizar componentes	Assegurar que alguns componentes do produto possam ser recuperados, renovados e reutilizados.
Redução do consumo de energia	Projetar produtos que reduzam o consumo de energia em todas as etapas do processo de produção, distribuição, utilização, reciclagem e disposição final.
Reduzir riscos crônicos	Projetar processos mais limpos, evitar especificar substâncias perigosas para a saúde, substituir substâncias nocivas à camada de ozônio, utilizar solventes à base de água, assegurar a biodegradação do produto e a sua disposição final em condições seguras.

Fonte: Barbieri, 2007, p.141.

Quadro 4: Projeto para o meio ambiente - exemplos

Ao conceito de DFE segue-se o de *Eco design* ou Eco concepção, que por sua vez, vem acompanhado da análise do ciclo de vida do produto (ACV). O *eco design* nada mais é do que uma nova forma de desenvolver globalmente a produção, o que abrange não só a preocupação com a produção, venda e consumo dos bens, mas também com seus antecedentes materiais (se estes são renováveis ou recicláveis) e seus possíveis impactos ambientais ao fim da vida útil do bem (MEDINA, 2007).

Segundo Jounot apud Medina (2007, p.21):

a eco-concepção se caracteriza por uma visão global: é uma abordagem multicritério (água, solo, ruído, rejeitos e resíduos, matérias-primas e energia) e multietapas (design, seleção de materiais e de processos, projeto de engenharia, detalhamento do produto, dos equipamentos e técnicas de produção, projeto industrial). Ela ainda leva em conta todas as fases do ciclo de vida do produto, desde a extração de matéria-prima até o tratamento de produtos em fim de vida (...) as expectativas dos consumidores, a viabilidade técnica, os custos, a qualidade e os prazos.

Assim, percebe-se que o *eco design* objetiva a integração das considerações ambientais na elaboração do *design* industrial, buscando relacionar o que é visto como tecnicamente possível com o que seria ecologicamente necessário e socialmente aceitável (NASCIMENTO; LEMOS; MELLO, 2008). Além disto, de acordo com Medina e Gomes (2002, p.3) “o eco-design assegura que um produto seja proveniente do uso mais racional possível de energia, de água e matérias-primas e pode incluir até estudos sobre biodeterioração e/ou reciclagem de resíduos do processo de produção e dos próprios produtos em fim de vida”.

Os denominados produtos verdes, por sua vez, são os tipicamente duráveis, não tóxicos, feitos utilizando-se de material reciclado e que são embalados minimamente (NASCIMENTO; LEMOS; MELLO, 2008). No entanto, a despeito desta definição, é importante ressaltar, conforme alertam Nascimento; Lemos e Mello (2008) baseando-se em Ottmann, que produtos ditos como completamente verdes não são passíveis de existir, e isto porque todo produto necessita em seu processo produtivo de recursos e energia e gera algum tipo de degradação ambiental durante sua fabricação, transporte, uso e disposição final.

2.2.1.1 Análise do ciclo de vida do produto (ACV)

Por se tratar de um produto tão complexo, como o é o automóvel, parece claro que a preocupação ambiental quanto ao mesmo não deve se estender somente ao produto final, o que focaria basicamente a redução de gases poluentes. Os automóveis devido à queima de combustíveis emitem grandes quantidades de resíduos poluentes no ar o que, por sua vez, contribui em larga escala para a destruição da camada de ozônio do nosso planeta. Este, no entanto, é apenas um dos problemas gerados pelos automóveis. Além do consumo, tem que se analisarem as degradações ambientais geradas pelo processo produtivo.

A preocupação ambiental com o automóvel deve, portanto, começar desde sua concepção, incluindo assim: o desenvolvimento do projeto ou pré-projeto do modelo a ser fabricado e a seleção dos diversos materiais a serem utilizados, o que delega responsabilidade não só às montadoras mas também aos fabricantes de autopeças e de materiais diversos. Uma das maneiras de facilitar a busca por soluções para a redução da degradação ambiental gerada por todas as etapas pelas quais passam os produtos é analisando-se o seu ciclo de vida.

A análise do ciclo de vida do produto (ACV), que também pode ser vista como uma análise “do berço ao túmulo” (“*cradle to grave*”), consiste na consideração de todas as fases pelas quais o produto passa, o que inclui a extração da matéria-prima necessária para a sua fabricação (o berço da confecção de todo produto), o processo produtivo, o seu transporte e embalagem e por fim, a sua utilização e destinação final (o túmulo) (NASCIMENTO; LEMOS; MELLO, 2008). A ACV ou *Life Cycle Analysis* (LCA) foi criada nos EUA no início dos anos 1990 e divulgada em 1991 pela Sociedade de Toxicologia e Química Ambiental, podendo ser usada como um instrumento de planejamento governamental e como um método para avaliar a ecoeficiência de processos, produtos, indústrias e fontes de energia, o que por sua vez, possibilita a criação de parâmetros úteis para a comparação de investimentos alternativos (MEDINA; GOMES, 2003).

Teoricamente, conforme enfatizam Medina e Gomes (2003) a ACV desenvolve-se através de 3 etapas, a saber:

1. Identificação e quantificação das matérias-primas e energia utilizadas na fabricação do produto e das emissões de poluentes gerados na produção, consumo e destinação final do produto;
2. Avaliação dos danos ambientais acarretados pelo uso das matérias-primas e energia utilizadas e dos poluentes emitidos;
3. Identificação de possíveis melhorias a serem implementadas no sistema produtivo e de reciclagem e/ou destinação final, que objetivem um melhor desempenho do produto em termos ambientais.

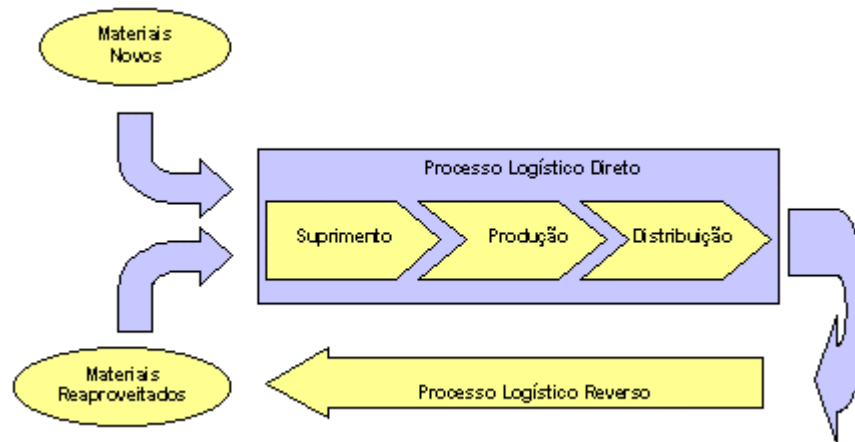
Mesmo parecendo ser um método teoricamente simples, na prática, a ACV é bastante complexa e isto porque necessita de uma grande quantidade de dados e informações que não estão presentes nem na contabilidade e nem nas estatísticas sobre o processo produtivo das empresas. Assim, por exigir a montagem de uma base de dados própria, a ACV ainda não é vista como um método maduro de avaliação dos impactos ambientais (MEDINA; GOMES, 2003).

A indústria automobilística, contudo, vem utilizando amplamente o método ACV já que apesar das dificuldades citadas anteriormente, os ciclos de produção e consumo dos automóveis são bem definidos e conhecidos. O automóvel é o produto mais padronizado no que se referem aos materiais utilizados, processos de produção e formas de consumo, visto que, por exemplo, o automóvel não é passível de ser usado para uma função diferente da qual foi concebido: transportar pessoas e/ou materiais (MEDINA; GOMES, 2003).

2.2.1.2 Logística reversa

Atrelado ao método de análise do ciclo de vida do produto, temos o conceito de logística reversa. Entende-se por logística direta “o gerenciamento do fluxo de materiais do seu ponto de compra até o seu ponto de consumo” (NAVEIRO; HATSCHBACH, 2003, p.5) e diante de tal definição, percebe-se que o conceito de logística reversa busca fazer o caminho contrário. A logística reversa, portanto, pode ser vista como um conjunto de ações e

procedimentos que busca viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos e/ou produtos ao setor empresarial, de forma que possam ser reaproveitados ou tenham uma destinação final ambientalmente adequada, conforme ilustra a Figura 3.



Fonte: Naveiro; Hatschbach, 2003, p.6.

Figura 3: Representação esquemática dos processos logísticos direto e reverso

A logística reversa é muito utilizada, por exemplo, pelos fabricantes de bebidas que produzem as embalagens retornáveis e pelas siderúrgicas, que recolhem a sucata gerada por seus clientes. Além destas, as indústrias automobilística e de eletrônicos também passaram a considerar o fluxo de retorno de peças e/ou materiais para possível e posterior reaproveitamento.

Conforme ressaltam Naveiro e Hatschbach (2003), três fatores impulsionaram o significativo aumento no emprego do conceito de logística reversa, a saber:

1. Questões ambientais: além da pressão dos consumidores, o que demonstra um aumento da consciência ambiental, as empresas passaram a cada vez mais serem responsabilizadas não só pelo produto de fabricam mas também pelos impactos gerados no consumo e na destinação final do mesmo;

2. Concorrência: os consumidores valorizam a postura ambiental das empresas e atitudes como, por exemplo, a substituição de produtos danificados, o que pode gerar uma diferenciação da empresa no mercado;
3. Redução de custo: os materiais ao retornarem para as empresas e serem reciclados ou reaproveitados acabam por reduzir os custos de produção.

2.2.2 Ecoeficiência

Introduzido em 1992 pelo *Business Council for Sustainable Development*, atual *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD), ecoeficiência é um modelo de gestão ambiental que, segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento (OCDE) e a WBCSD, objetiva a possibilidade de desenvolvimento de produtos e serviços a preços competitivos que reduzam de forma progressiva os impactos ambientais e a intensidade do uso dos recursos naturais em todo o ciclo de vida do produto e/ou serviço, sem, no entanto, deixar de satisfazer as necessidades humanas e a melhora da qualidade de vida.

De acordo com documento da OCDE apud Barbieri (2007, p.138), uma empresa seria considerada ecoeficiente se adotasse práticas direcionadas a:

- a) minimizar a intensidade de materiais nos produtos e serviços;
- b) minimizar a intensidade de energia nos produtos e serviços;
- c) minimizar a dispersão de qualquer tipo de material tóxico pela empresa;
- d) aumentar a reciclabilidade dos seus materiais;
- e) maximizar o uso sustentável dos recursos renováveis;
- f) aumentar a durabilidade dos produtos da empresa;
- g) aumentar a intensidade dos serviços nos seus produtos e serviços.

Um dos princípios defendidos pela ecoeficiência é o de que, assim como na visão de Porter e Linde (“hipótese de Porter”), a redução de energia e de materiais no processo produtivo aumenta a competitividade das empresas. Além deste benefício, é claro, temos uma menor pressão sobre a capacidade de carga de nosso planeta. Ao adotar o conceito de ecoeficiência em sua produção, a empresa busca minimizar o seu consumo de matérias-primas primárias, substituindo-as por matérias-primas secundárias, o que, no entanto, no caso da indústria automobilística, esbarra em questões de suma importância como: perda de resistência

e de segurança. Além desta substituição de materiais, uma empresa ecoeficiente também busca reduzir seu consumo de energia elétrica e investir em pesquisas que objetivem a redução do nível de toxicidade de seus produtos e o aumento da vida útil dos mesmos.

O modelo de gestão ambiental denominado como ecoeficiência, ao mesmo tempo em que foca as atividades citadas acima, também pressupõe uma relação maior entre a empresa e os seus consumidores. Esta relação objetiva a redução dos impactos ambientais fora do processo produtivo, ou seja, durante e após o consumo do produto. Isso se dá, por exemplo, na adoção por parte da empresa do conceito de Responsabilidade Estendida do Produtor (EPR – *Extended Producer Responsibility*), que sinteticamente é a extensão da responsabilidade dos produtos fabricados com os estágios pós-consumo. A ERP pode ser vista com uma política ambiental onde se transfere a responsabilidade da gestão de resíduos por parte das autoridades governamentais e do pagador de impostos para o produtor. Além disto, com tal política, busca-se gerar um maior comprometimento das empresas, fazendo-as considerar os impactos ambientais gerados em todas as fases de vida do produto, bem como com sua destinação final.

2.3 A reciclagem e o desenvolvimento sustentável

Atualmente os termos reciclagem e desenvolvimento sustentável estão sendo fortemente associados como solução para minorar a degradação ambiental no mundo. Muitos apontam a prática da reciclagem como uma condição necessária e suficiente para se alcançar um desenvolvimento sustentável. Já o desenvolvimento sustentável, por sua vez, tem como um dos seus maiores pilares para a construção de uma sociedade ambientalmente melhor, a prática da reciclagem. Mesmo que à primeira vista, estes termos pareçam realmente estar associados, na realidade não há uma correção direta entre eles. A reciclagem e o desenvolvimento sustentável, na prática, são bem mais complexos do que aparentemente parecem (MEDINA, 2007).

Antes de prosseguirmos, no entanto, faz-se importante definirmos o que se entende por reciclagem. De acordo com o Artigo 3º, Inciso XIV, da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010) entende-se por reciclagem:

[...] o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Tisnam e, se couber, do SNVS e do Suasa.

Ainda segundo a mesma Política (Artigo 3º, Inciso XVI), por sua vez, define-se resíduos sólidos como todo:

[...] material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

A reciclagem apesar de gerar uma redução na extração de recursos naturais não renováveis, não deve ser vista como uma condição suficiente para se alcançar o desenvolvimento sustentável, mesmo porque os processos necessários para ser feita a reciclagem de um material “podem ser tão ou mais danosos ao meio ambiente e à saúde humana quanto os processos de produção de matérias-primas primárias” (MEDINA, 2007, p.12). Percebe-se assim que a reciclagem participa do processo de construção de um desenvolvimento sustentável mas não é a única prática a ser considerada.

Além dos possíveis danos passíveis de serem causados pela prática da reciclagem, segundo Medina (2007), ao considerar-se a energia contida nos produtos fabricados com matéria-prima virgem, a utilização de materiais reciclados em atividades tidas como menos nobres, constitui um retrocesso na cadeia produtiva de agregação de valor desses materiais, o que por sua vez, representaria um desperdício dos recursos naturais primários. Um dos exemplos citados pela autora, é a reciclagem de gabinetes de computadores e de impressora para serem feitos lápis ou canetas ou ainda a utilização de certos materiais automotivos, como alumínio e metais ferrosos, em diversos usos na construção civil.

Para se alcançar um desenvolvimento sustentável, por sua vez, atualmente apontam-se duas práticas como centrais, a saber: o desenvolvimento de tecnologias e processos limpos para a realização da reciclagem e a busca de soluções para que se feche o ciclo de vida dos materiais, fazendo com que estes retornem, como matéria-prima secundária, ao sistema produtivo ao qual pertenciam inicialmente (MEDINA, 2007). No que se refere à segunda prática, diferentemente do caso das latas de alumínio que retornam para a produção de novas

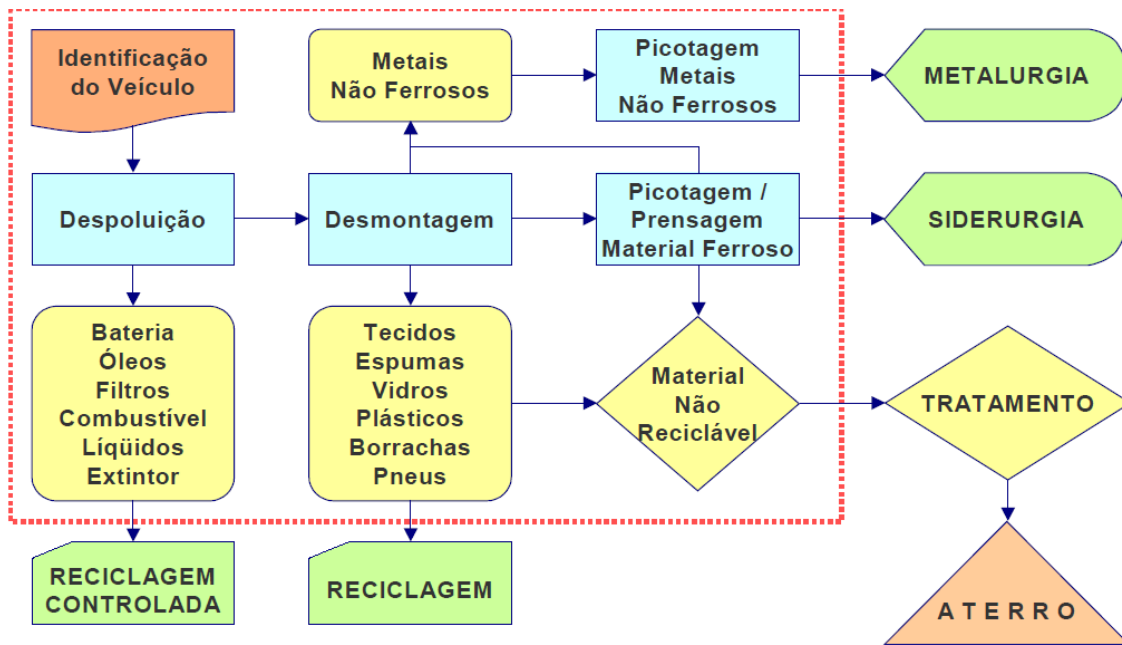
latas a uma taxa de mais de 90%, a indústria automobilística encontra nas variáveis custo, qualidade e segurança um dos grandes obstáculos à reutilização de materiais automotivos no próprio setor automotivo. Isto porque quando são reciclados, alguns materiais automotivos podem perder suas propriedades essenciais e resistência, o que inviabiliza seu uso novamente na indústria automobilística. E é devido a esta perda que estes materiais são muitas vezes utilizados em atividades menos nobres, como a construção civil.

2.4 A reciclagem de automóveis passo a passo

A possibilidade de tornar os automóveis cada vez mais recicláveis, diferentemente do caso de produtos mais simples, requer a interação não só das montadoras, responsável pela produção final, mas também dos fabricantes de autopeças, de materiais diversos como estofamentos, acessórios eletrônicos, componentes físico-químicos, etc. A reciclagem do automóvel, portanto, é uma atividade essencialmente transversal e deve realizar-se tanto dentro quanto fora do setor automotivo.

A reciclagem do automóvel começa basicamente com a decretação do fim de sua vida útil, ou seja, quando ele não consegue mais cumprir a função básica para a qual foi fabricado, transportar pessoas e/ou materiais. Essa definição de fim da vida útil, no entanto, não é tão simples em se tratando do caso do automóvel, já que o mesmo pode apesar de continuar cumprindo com a sua função básica, ser proibido de circular no país, seja porque não é capaz mais de transportar as pessoas de forma segura ou ainda porque não atende aos critérios ambientais estabelecidos pelas autoridades. Assim, podemos ampliar o conceito de fim de vida útil e para o caso do automóvel defini-lo como o momento em que o automóvel não é mais capaz de cumprir com a sua função básica de forma segura ou ambientalmente correta de acordo com o que foi estabelecido pelas autoridades responsáveis pelo trânsito destes bens.

Por se tratar de um produto que utiliza uma quantidade e diversidade muito grande de materiais, para facilitar a reciclagem dos automóveis, bem como para possibilitar o menor impacto possível ao meio ambiente e o melhor aproveitamento dos materiais, torna-se importante estabelecermos uma sequência de procedimentos a ser seguida. Tal sequência é demonstrada pela Figura 4.



Fonte: Medina e GOMES, 2003, p.36.

Figura 4: Caminho do veículo na reciclagem

Esta sequência, de acordo com Medina e Gomes (2003), pode, por sua vez, ser resumida através das seguintes etapas pelas quais necessariamente os automóveis passam:

1. **Descontaminação ou fase de despoluição dos automóveis:** etapa onde são retirados os resíduos líquidos como restos de combustível, óleo dos amortecedores, óleo de motor e câmbio, óleo do diferencial, fluidos de freio e embreagem, que devem ser retirados em locais apropriados onde tenham canaletas de contenção para escoamento dos citados resíduos, evitando assim a contaminação dos lençóis freáticos, rede fluvial e rede de esgoto. Além destes, nesta etapa também são retirados: bateria, filtro de ar, filtro de óleo, extintor de incêndio, líquido do radiador e líquido do lavador para brisa. Após serem retirados, estes fluidos são encaminhados para reservatórios especiais, onde será feita a divisão entre recicláveis e não recicláveis. Os recicláveis, óleos combustíveis e outros, são enviados, através de setores intermediários, para unidades de tratamento específicas. Os não recicláveis, bateria, extintor de incêndio, gás CFC, fluidos de

freio e diferencial, caixa de marcha, que é retirada com o óleo em seu interior para possibilitar a sua conservação, também devem receber tratamento diferenciado;

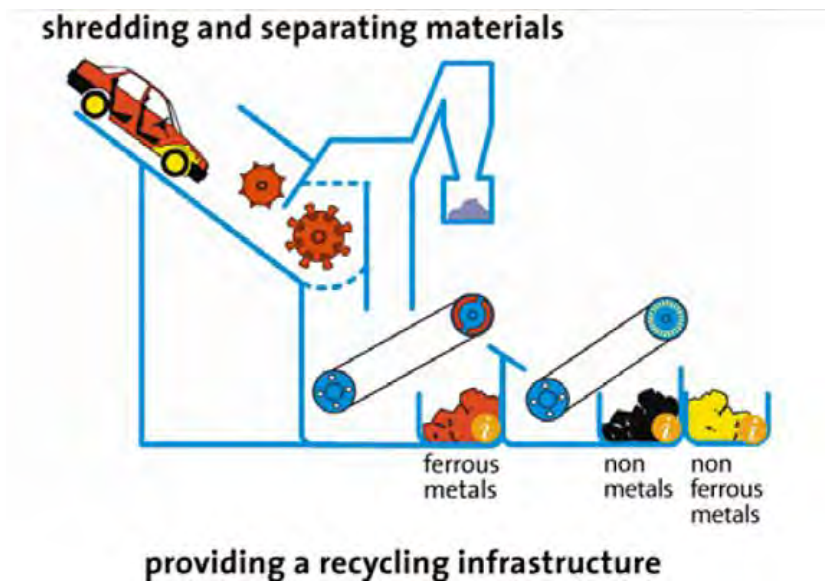
2. **Desmontagem do automóvel:** nesta etapa retiram-se as peças passíveis de serem reaproveitadas posteriormente, como faróis, portas, conjunto de tubo de escape e catalisador, capôs, para choques. Estas peças podem ser diretamente reaproveitadas em outros automóveis porque não se exige nenhuma garantia sobre elas, já que não desempenham funções estruturais ou mecânicas importantes;
3. **Separação e seleção de materiais e peças que na etapa seguinte não serão triturados:** consiste na retirada de tecidos e espumas dos bancos, tapetes, pneus, componentes eletrônicos, materiais plásticos de fácil identificação, borrachas e vidros;
4. **Prensagem e trituração:** nesta etapa os materiais a ser reciclados são compactados de 10 a 15 cm para assim facilitar o seu armazenamento. Tal compactação exige o uso de máquinas de grande porte, como as prensas de compactação e os trituradores (Schredder). Quanto melhor tiver sido a separação dos materiais na etapa anterior, maior será a eficiência deste processo de prensagem e trituração, já que muitos materiais, como o plástico, tornam-se difíceis de serem identificados e separados depois de triturados, o que prejudica o processo de reciclagem do material metálico. Para também facilitar o armazenamento, os pneus são picotados;
5. **Nova separação e separação magnética:** estes processos ocorrem simultaneamente à trituração, já que nesta são aspiradas pequenas partículas dos materiais, presumidamente inertes, que então passam por uma separação magnética, “onde o material ferroso é selecionado, aumentando a „pureza“ do material triturado” (MEDINA; GOMES, 2003, p.41);

6. Separação final por densidade e/ou por solventes: nesta os materiais não ferrosos da etapa anterior, passam por uma separação por densidade de acordo com as suas características físicas. Nesta separação, onde objetiva-se uma maior “filtragem” dos compostos presentes no material, ainda é possível, dependendo do caso é claro, selecionar e separar vários tipos de plásticos. Além desta separação por densidade também pode-se fazer uma separação por solventes orgânicos, o que, no entanto, por requerer maiores cuidados ambientais, resulta numa complexidade maior.

Após o procedimento destas seis etapas que consistem basicamente na separação e preparação do material, este finalmente começa a ser reciclado, o que requer mais duas etapas (MEDINA; GOMES, 2003):

1. Redução da matéria-prima: constitui-se tecnicamente na etapa final da reciclagem, já que nesta o material reciclado torna-se matéria-prima de fonte secundária pronta para ser utilizada;
2. Reutilização industrial: fase onde a matéria-prima secundária, produzida a partir da reciclagem, é de fato empregada na fabricação de novos materiais utilizados no automóvel e/ou em outros produtos. Esta etapa, em termos econômicos, encerra o ciclo da reciclagem.

A Figura 5 ilustra didaticamente e sinteticamente o esquema ideal de trituração dos automóveis e separação dos materiais a serem reciclados.



Fonte: Medina, 2007, p.26.

Figura 5: Esquema do processo de trituração dos automóveis e separação de seus materiais

2.5 Cálculo da vida ótima de um automóvel

Objetivando reduzir a idade média dos automóveis que circulam diariamente nas cidades, diversos governos do mundo tem procurado implantar programas de renovação da frota de automóveis. Tal prática tem como foco a redução tanto do consumo de combustíveis quanto da emissão de resíduos poluentes gerados pela queima dos combustíveis, já que os automóveis mais novos são mais econômicos e por emitirem menos poluentes, são também considerados mais “limpos” do que os automóveis mais velhos. Entretanto, a despeito deste benefício, a redução da idade média de um automóvel, ao gerar a necessidade de se substituir os automóveis mais velhos pelos novos, aumenta a produção dos novos, o que por sua vez, acarreta um aumento do consumo energético durante a fase de produção destes últimos (MEYER, 2001).

Assim, considerando-se a energia necessária tanto para a fabricação quanto para a operação de um automóvel, Meyer (2001) baseando-se na metodologia de Van Wee; Moll e Dirks, apresenta uma equação geral para se calcular a vida útil ótima para sucateamento de um

automóvel. Para tanto, entretanto, as seguintes variáveis devem ser conhecidas: a quantidade de energia requerida na fabricação e operação do automóvel e a redução média no consumo de combustível propiciada pela utilização de um automóvel ano (i) sobre um automóvel ano (i-1). De posse de tais variáveis, torna-se possível calcular a seguinte equação:

$$n = E_p / [C_c - C_c \cdot (1 - \alpha)^n]$$

Onde: n = vida útil ótima em anos;

E_p = energia necessária para produzir-se um automóvel;

C_c = consumo de combustível médio anual de um automóvel em uso normal;

α = redução de consumo de combustível média de um automóvel ano (i) sobre um automóvel ano (i-1).

A quantidade de energia necessária para o cálculo desta equação, segundo Meyer (2001), não precisa estar expressa em valores absolutos, podendo-se usar somente a relação entre a energia requerida na produção e no consumo do automóvel. A energia requerida na produção de um automóvel deve incorporar a energia empregada em suas duas etapas. A primeira que envolve uma intensa quantidade de energia e que pode ser vista como representando um consumo indireto de energia, já que constitui-se na etapa de produção dos materiais empregados nos automóveis, o que inclui não só a extração dos recursos como também o processamento da matéria-prima. E a segunda, que consiste na etapa de montagem dos automóveis e onde se consome energia na forma direta. Conforme ressalta Meyer, o estudo destas etapas seriam melhor compreendidas se fizéssemos uma análise do ciclo de vida (ACV) do automóvel.

A estimativa da vida útil média de um automóvel, no entanto, depende de diversos fatores como a quantidade de automóveis vendida no mercado interno, o que por sua vez está relacionada a questões, por exemplo, econômicas e sociais, tais como o nível e a distribuição de renda. Assim, devido a esta correlação, podemos encontrar distintas estimativas para os diversos países do mundo.

2.6 A reciclagem e a evolução dos materiais automotivos

Observando-se as etapas descritas sobre a reciclagem de automóveis, pode-se chegar, preliminarmente, à conclusão de que a reciclagem de automóveis não é tão complexa. Esta visão, no entanto, torna-se equivocada quando constatamos que na prática a reciclagem encontra grandes dificuldades, em grande parte devido à variedade e diversidade de materiais utilizados pela indústria automobilística.

Segundo dados apresentados por Medina (2001), além de ser um produto múltiplo que requer diversos produtos intermediários, o automóvel é produzido a partir de 20 a 25 mil peças de diversos materiais. Além dos metais, que ainda representam em média 70% do peso do automóvel, a indústria automobilística utiliza mais de 40 tipos de plásticos, além de materiais diversos como: vidros, têxteis, tintas, componente eletrônicos, etc.

Atualmente, todos os materiais presentes nos automóveis são tecnicamente recicláveis, o que, no entanto, não quer dizer que de fato eles sejam reciclados. Um material reciclável, conforme enfatizam Medina e Gomes (2003, p.32) "é aquele que tem aptidão técnica para ser reciclado o que não assegura, portanto que ele efetivamente o será". Isso ocorre porque a reciclagem de um material pode não apresentar viabilidade econômica ou ainda porque o material pode perder suas propriedades essenciais ao ser reciclado e assim inviabilizar o seu uso em certas atividades. Além disto, em muitos casos os materiais não podem ser reciclados indefinidamente, como é o caso do papel, que devido ao encurtamento das fibras de celulose tem as suas propriedades físicas minimizadas a cada processo de reciclagem (BIRD, 2009).

Desde que foi inventado, o automóvel sofreu diversas transformações e evoluções. Dentro de uma mesma montadora, por exemplo, podemos encontrar diversos modelos diferentes de automóveis. Juntamente com a própria evolução do automóvel tivemos também a evolução dos materiais utilizados em sua fabricação, que de uma maneira geral, tornam-se muito mais complexos. As inovações em materiais são aparentemente vistas pelos consumidores, de acordo com a denominação empregada por Clark e Fujimoto (apud MEDINA, 2001, p.9), como "inovações invisíveis", já que eles não as vêem e não as valorizam, a não ser de forma indireta devido à vantagem que proporcionam. Apesar disto, no entanto, as inovações em materiais proporcionaram avanços não só no processo produtivo como também para os próprios consumidores via, por exemplo, redução do custo com

combustível. Abaixo, segue uma breve cronologia da evolução dos materiais automotivos, conforme Medina (2001) e Naveiro e Araujo (1999).

A transformação das carruagens e carroças em automóveis semelhantes aos que conhecemos hoje, só foi possível com o advento da fundição do aço para fins comerciais e a obtenção do ferro e da borracha para os pneus, o que foi facilitado pelo advento da Revolução Industrial. O primeiro importante passo foi dado em 1911 com a padronização do primeiro aço, o SAE 1050, pela SAE (*Standart American Engineering*).

Com o decorrer dos anos, materiais feitos de alumínio, magnésio, cobre, zinco, entre outros foram incorporados aos automóveis. O alumínio, por exemplo, começou a ser utilizado na produção dos automóveis em 1915, sendo que nos anos 30 já estava substituindo o ferro fundido no pistão do motor (NAVEIRO; ARAUJO, 1999). Em 1936 na Alemanha, a Volkswagen começou a empregar magnésio fundido no eixo da manivela, no sistema de transmissão do motor e em outras pequenas partes de seus automóveis. Tal mudança proporcionou uma redução de 50 kg no peso do automóvel, o que representava 7% do total de seu peso.

Nos anos 1940 a inovação veio por parte da empresa Du Pont, que introduziu o “primeiro material polimérico sintético utilizado em automóveis” (NAVEIRO; ARAUJO, 1999, p.5), o *nylon*. Na década de 1950, como a demanda era cada vez mais por automóveis maiores e mais confortáveis, a indústria automobilística incorporou em seu produto avanços como ar condicionado, transmissão automática, melhoras nos freios e direção e utilizou materiais fabricados a partir de fibras de vidro. Além dessas melhorias, o plástico começou a ser utilizado nas peças de carrocerias dos automóveis. Este material, no entanto, a despeito de ser leve, resistente e facilmente moldável, apresentava problemas como o fato de seu processo produtivo ser muito lento e de ser muito trabalhoso pintá-lo, o que, entretanto, não foi empecilho para que sua participação no peso dos automóveis aumentasse em 34% durante os anos 1960 e 1970, sendo empregados principalmente em componentes decorativos presentes no interior dos automóveis (NAVEIRO; ARAUJO, 1999).

Com a primeira crise do petróleo em 1973, a indústria automobilística se voltou com mais empenho a uma preocupação que já remontava ao início do século XX, tornar o automóvel mais leve e mais eficiente, o que contribuiria para a redução do consumo de combustíveis. Melhorias na aerodinâmica, o uso de combustíveis alternativos e o

desenvolvimento de motores mais eficientes foram realizados nesta década, mas o método mais eficaz e óbvio, conforme enfatizam Naveiro e Araujo (1999), para se economizar o consumo de combustíveis ainda é através da redução do peso do automóvel. Ainda segundo estes autores, uma redução de 10% no peso do automóvel, pode resultar em uma economia de combustível de 7% na cidade e de 4% nas rodovias.

Os materiais plásticos que já vinham tendo o seu uso ampliado na indústria automobilística, passaram juntamente com o alumínio e o zinco com revestimento de estanho, a ser cada vez mais priorizados quando o maior objetivo tornou-se a redução do peso dos automóveis. A Tabela 2, demonstra a proporção em que novos materiais foram incorporados aos automóveis, bem como a menor utilização que outros materiais passaram a ter.

Tabela 2: 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

Fonte: Kiperstok (2000, p.6).

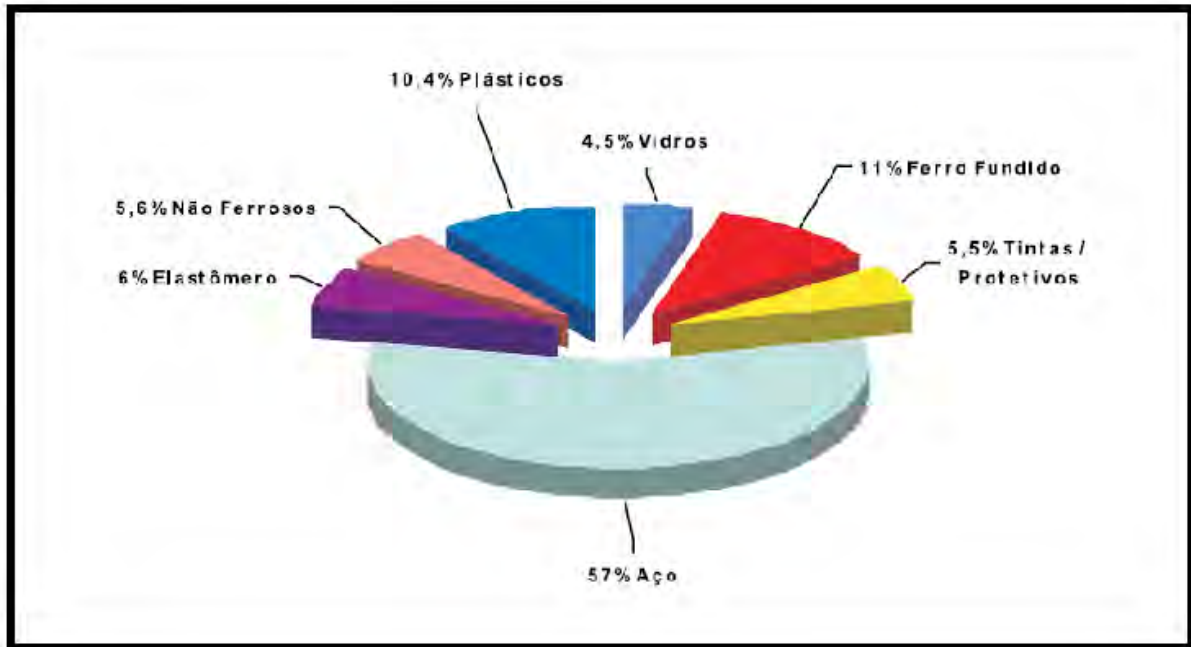
A despeito da ainda grande participação do aço e do ferro na composição do automóvel dos anos 90, a saber, 69,7% do total de seu peso, nota-se uma expressiva utilização de materiais que nos anos 50 nem eram empregados pela indústria automobilística. Dentre estes, temos os materiais feitos de plástico e de alumínio, que nos anos 90 já representavam, respectivamente, 7% e 4,7% do peso total dos automóveis. Os demais materiais tais como o vidro, o zinco, a borracha, o chumbo, o cobre, os fluidos e os que foram classificados como

outros, tiveram significativas reduções em termos absolutos. O aço, conforme ressalta Kiperstok (2000), teve o seu consumo racionalizado nos anos 50 e desde então passou a ser substituído por materiais mais leves, tais como o alumínio e o plástico, o que explica o aumento da participação destes e a redução do primeiro. No geral, no entanto, tivemos desde os anos 50 uma expressiva redução de 25% no peso do automóvel.

Desde aos anos 1980 o automóvel teve seu peso total consideravelmente reduzido o que se por um lado proporcionou a produção de automóveis não só mais leves como também mais baratos e eficientes no que se refere, principalmente, ao consumo de combustíveis, por outro lado, no entanto, conjuntamente gerou uma perda em sua reciclabilidade, já que os metais, que são os materiais mais recicláveis, tiveram o seu consumo reduzido dentro da indústria automobilística. Mesmo que alguns materiais sejam reconhecidamente recicláveis, como é o caso do plástico, há que se ressaltar que a reciclagem só é comercialmente vantajosa se for feita em grande volume e de forma regular, o que faria com que se conseguisse manter continuamente o suprimento de matéria-prima secundária para os consumidores (MEDINA; GOMES, 2003).

Ao serem reciclados, muitos materiais perdem suas propriedades essenciais e assim geram uma matéria-prima secundária inferior à primária, o que na indústria automobilística, devido à exigência de se usar materiais resistentes, já que acima de tudo o automóvel tem que ser um produto seguro, faz com que esse material reciclado seja direcionado para usos menos nobres dentro ou ainda fora do setor automotivo.

A Figura 6 ilustra a composição média do automóvel no que se refere à possível recuperação dos materiais empregados.



Fonte: Medina e Gomes, 2003, p.35.

Figura 6: O que vira um carro

A seguir expõem-se os principais materiais utilizados pela indústria automobilística e as dificuldades enfrentadas para realizar a sua reciclagem.

2.6.1 Plásticos automotivos

Conforme visto na seção anterior, os plásticos passaram a ser utilizados pela indústria automobilística na década de 1950 e desde então adquiriram considerável participação no peso total do automóvel. As principais vantagens dos plásticos comparadas ao aço, são a redução de peso e sua grande resistência a corrosão, o que justifica o seu emprego crescente pela indústria automobilística em detrimento do aço. Além disto, os plásticos apresentam uma elevada capacidade de modelagem, o que facilita a sua integração entre as peças, e por serem bastante flexíveis, os plásticos são capazes de responder prontamente as novas tendências de *design*, particularmente as formas mais arredondadas (NAVEIRO; ARAUJO, 1999). Outra vantagem dos plásticos, de acordo com Naveiro e Araujo (1999), é a possível eliminação de acessórios

de fixação de metal e assim a conseqüente redução nos custos de ferramentaria e montagem, quando o sistema de encaixe das peças contidas num automóvel é feito a partir dos plásticos.

A Tabela 3 nos mostra a quantidade de plástico empregada nos automóveis brasileiros, estadunidenses e europeus no ano de 1995. Já a Tabela 4, demonstra as partes dos automóveis onde os plásticos eram empregados em 1995.

Tabela 3: Peso de componentes plásticos em 1995

Região	Peso (kg)
EUA	90 - 120
Europa	70 - 100
Brasil	60 - 90

Fonte: Naveiro e Araujo, 1999, p. 7.

Tabela 4: Distribuição de peças plásticas nos veículos em 1995

Aplicação	%
Equipamentos internos	63
Corpo externo	15
Motor	9
Sistema elétrico	8
Chassi	5

Fonte: Naveiro e Araujo, 1999, p.7.

Mesmo tendo o seu uso ampliado pela indústria automobilística, particularmente pela necessidade gerada pelas crises do petróleo de 1973 e 1979 de se reduzir o peso dos automóveis, de acordo com a Tabela 4, percebe-se que o plástico encontra-se concentrado nos equipamentos internos, em acessórios como painel, volante, maçanetas, revestimentos em geral, etc.

A reciclagem do plástico começou inicialmente por iniciativa das próprias empresas produtoras desse material e objetivava o reaproveitamento das perdas geradas no processo produtivo. Essa postura, no entanto, além de proporcionar uma minimização do dano ambiental gerou uma redução no consumo de energia.

No que tange a reciclagem dos plásticos automotivos, o grande problema está na variedade com que estes são empregados. Em um único automóvel, por exemplo, podemos encontrar em média 40 tipos diferentes de plásticos, sendo que as variações são decorrentes tanto da composição quanto dos aditivos e corantes utilizados na fabricação dos plásticos (MEDINA; GOMES, 2003). Além deste agravante, outro fator que pode dificultar e até mesmo inviabilizar a reciclagem dos plásticos automotivos, é devido a estes serem certas vezes empregados em pequenas quantidades, o que torna a sua separação para posterior reciclagem inviável.

A reciclagem dos plásticos automotivos também pode esbarrar em casos curiosos como o dos para choques dos automóveis, que apesar de serem fáceis de ser retirados e serem tecnicamente recicláveis, a sua reciclagem, segundo Medina e Gomes (2002), não é ainda economicamente viável. Isto ocorre porque o custo de se fabricar um novo para choque a partir de outro reciclado é maior do que se o fabricássemos utilizando a matéria-prima convencional.

O plástico ainda apresenta o que Kiperstok (2000) denomina como reciclabilidade “horizontal”, ou seja, depois de ser reciclado, o plástico dificilmente será empregada no mesmo uso de anteriormente, geralmente é utilizado em atividades tidas como menos nobres. Em último caso, os plásticos podem ser utilizados como combustível, o que, no entanto, acontece com muito baixo valor (KIPERSTOK, 2000). Por outro lado, temos os materiais que tem uma reciclabilidade “vertical, como o alumínio, onde pode-se dar ao material reciclado o mesmo uso ao qual era empregado antes da reciclagem.

Dada a grande diversidade existente de plásticos, torna-se necessário o uso de diferentes tipos de reciclagem, tais como a mecânica, a energética e a química. A reciclagem mecânica além de tecnicamente simples, permite que se recicle materiais que contenham diferentes tipos de plásticos e em distintas proporções ou ainda materiais que contenham somente um único tipo de plástico. Essa reciclagem, entretanto, gera um material reciclado a ser utilizado em produtos menos nobres, como sacos de lixo, mangueiras, componentes de diversos acessórios automotivos, pisos, conduítes, solados, etc. Já a reciclagem energética é realizada nos EUA, em diversos países europeus e no Japão e exige elevada tecnologia para que se controle a emissão de gases poluentes. Diferentemente da incineração, a reciclagem energética utiliza “os resíduos plásticos como combustível na geração de energia elétrica”

(MEDINA; GOMES, 2003, p.50). Por fim, a reciclagem química consiste no reprocessamento dos plásticos, transformando-os em petroquímicos básicos: monômeros ou misturas de hidrocarbonetos. A vantagem deste tipo de reciclagem é que os petroquímicos gerados podem ser utilizados na fabricação de produtos nobres de qualidade elevada e de plásticos novos.

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.

2.6.2 Alumínio

Assim como os plásticos, o alumínio passou a despertar grande interesse da indústria automobilística devido a sua baixa densidade e como os automóveis vêm aumentando o seu peso devido à intensificação da eletrônica embarcada, o uso de materiais mais leves pode, se não diminuir, pelo menos contrabalancear este aumento. Segundo dados apresentados por Medina e Gomes (2003), o alumínio já contribuía em média com 130 kg para o peso total de um automóvel em 2003 e as perspectivas da indústria, de acordo com os autores citados, é que no futuro os automóveis chegarão a ter 385 kg de alumínio em sua composição. A Tabela 5 nos informa onde o alumínio é empregado nos automóveis.

O alumínio apesar de ter, conforme enfatiza Kiperstok, uma reciclabilidade “vertical” (2000), a reciclagem no caso do alumínio automotivo sempre resulta em perda de qualidade, o que impede que o material reciclado possa ser reutilizado pela indústria automobilística na mesma proporção e no mesmo uso que anteriormente. A qualidade do alumínio automotivo reciclado, de acordo com Medina (2007), é reduzida devido à presença de resíduos contaminantes de duas origens: (i) os provenientes da adição de elementos tóxicos ou da junção a materiais incompatíveis, como os metais ferrosos, nos processos de fixação e montagem, e (ii) os proveniente dos próprios elementos que constituem as ligas de alumínio e são empregados em sua elaboração para melhorar as suas propriedades e proporcionar o desempenho requerido pela indústria automobilística.

Tabela 5: Usos do alumínio em componentes do automóvel por peças e partes - 1993

Grupo de sistemas e componentes	Tipos de produtos	Número de peças
Motor: cabeçote e bloco do motor, radiador, bomba de combustível e filtros	Extrudados, laminados, chapas, tubos e barras	10
Escapamento: cano de descarga	Chapas	1
Transmissão: eixo e anéis	Forjados	4
Injeção: distribuição e <i>plugs</i>	Forjados e extrudados	2
Carroceria: capô, tampa da mala, para-lamas, portas, esquadrias para teto solar e janelas, frisos para teto.	Chapas, frisos, extrudados e forjados	49
Chassis: rodas, eixo de direção, freios, suspensão, garras para para choques	Forjados, extrudados, chapas, canos e eixos	7
Acabamentos: painel de instrumentos, estrutura para assentos, <i>air bags</i>, cintos, ar condicionado	Chapas, extrudados e tubos	29

Fonte: Medina, 2001, p.27.

Essa contaminação do alumínio por outros metais proporciona consequências negativas para a sua recuperação, já que durante a reciclagem o alumínio tem a suas propriedades originais degradadas, o que acaba limitando o seu uso em certos processos produtivos e gera uma desvalorização do material reciclado (MEDINA, 2007). Através do Quadro 5 podemos constatar o impacto gerado pela contaminação do alumínio que relatamos anteriormente, e o por quê da dificuldade desse material reciclado ser novamente empregado pela indústria automobilística na mesma proporção e uso que originariamente.

Impurezas nas ligas de alumínio	Consequências sobre o alumínio reciclado
Ferro, Zinco, Chumbo e Estanho	Fragilizam o metal e o desvalorizam
Cobre	Diminui a resistência à corrosão da liga
Magnésio	Enrijece e torna a liga mais oxidável
Cálcio e Sódio	Oxidam-se e tornam a liga viscosa

Fonte: Medina, 2007, p.36.

Quadro 5: Impurezas no alumínio: principais impactos na qualidade

Outro fator que tem contribuído para a contaminação do alumínio automotivo é fruto da introdução de componentes e sistemas eletrônicos, ou seja, do processo de “eletronização” do automóvel, que se intensificou nos últimos 20 anos. Neste caso, a contaminação do alumínio ocorre devido a maior utilização do cobre nos comandos elétricos das portas, assentos e vidros dos automóveis, o que, conforme o Quadro 5, resulta em uma diminuição da resistência à corrosão por parte da liga de alumínio.

Assim, devido a grande diversidade de famílias de ligas de alumínio, a reciclagem destas ligas resulta em perda de qualidade e de valor e sua separação à vezes torna-se impossível de ser realizada, devido ao fato do material ter sido prensado, estampado e soldado a laser (MEDINA, 2007).

Mesmo considerando-se o fato de que o alumínio reciclado não pode muitas vezes ser utilizado na mesma aplicação que originariamente, a reciclagem do alumínio automotivo é uma atividade de grande relevância, não só porque a indústria automobilística tende a aumentar o uso desse material em seus automóveis, como também porque com tal reciclagem geram-se grandes benefícios em termos energéticos. Segundo dados apresentados pelo BIRD (2009), por exemplo, a cada 1.000 kg de alumínio reciclado, são poupados 5.000 kg de bauxita, que é a matéria-prima mineral utilizada pelas indústrias de alumínio. Além deste benefício, uma única e pequena lata de alumínio ao ser reciclada gera uma economia de energia equivalente ao consumo de uma televisão ligada por três horas.

2.6.3 Metais e aço

O ferro e o aço são um dos mais antigos materiais reciclados e atualmente são também os mais reciclados em todo o mundo. Isto porque além da sua reciclagem ser a que proporciona maior vantagem econômica, ela não gera uma degradação das propriedades essenciais dos materiais, o que preserva a sua qualidade e não limita o seu uso a fabricação de produtos menos nobres, tal como acontece com os outros materiais vistos anteriormente. Além destes fatores, o ferro e o aço podem ser reciclados continuamente sem perda em suas propriedades e também são facilmente separáveis via processo magnético, o que facilita ainda mais a sua reciclagem.

No que se refere ao aspecto econômico da reciclagem do aço, segundo dados do BIRD (2009, p.14), “cada tonelada de aço reciclado representa uma economia de 1.140 quilos de minério de ferro, 154 quilos de carvão e 18 quilos de cal”. Mesmo requerendo equipamentos de separação e fragmentação de grande porte, o aço é o material mais facilmente reciclado.

Quando trata-se do aço e dos metais automotivos, no entanto, novamente a presença de elementos residuais, que não são passíveis de serem eliminados pelos processos de reciclagem atualmente empregados, diminui a qualidade do material reciclado. De acordo com Medina (2007), os elementos residuais presentes nas peças metálicas dos automóveis sucateados podem ser classificados em três categorias:

1. **Oxidáveis:** que compreende os resíduos que podem ser totalmente eliminados pela reciclagem por meio da oxidação, tais como o alumínio, o silício, o titânio, etc.;
2. **Semi oxidáveis:** nesta categoria incluem-se resíduos como o fósforo, o manganês e o cromo, que no processo de reciclagem só são parcialmente eliminados das peças metálicas dos automóveis;
3. **Não oxidáveis:** que inclui os resíduos que não são passíveis de serem separados dos metais ferrosos, o que faz com que permaneçam como contaminantes no aço reciclado. Dentre estes resíduos temos o cobre, o molibdênio e o níquel.

No caso dos resíduos não oxidáveis, Medina (2007) aponta como alternativa técnica a diluição, o que faria com que o aço reciclado apresentasse um percentual de contaminação aceitável dentro dos padrões técnicos. O problema desta contaminação, no entanto, é que no longo prazo, ela se difunde para toda a sucata ferrosa após a sucessiva reciclagem de peças e veículos. Essa contaminação também faz com que o aço automotivo reciclado se degrade, atinja um baixo nível de qualidade e assim seja impedido de ser reutilizado nas peças empregadas pelas montadoras de automóveis. Só para se ter uma ideia do nível de exigência das peças necessárias à fabricação de um automóvel, podemos citar como exemplo o caso das carrocerias. O aço, seja proveniente de fonte primária ou secundária, necessário para a produção das carrocerias dos automóveis devem ter menos de 1% de cobre e estanho somados,

para que assim possam ser fabricadas chapas de aço de alta qualidade de acabamento superficial e sem imperfeições aparentes (MEDINA, 2007).

Ao mesmo tempo em que a ligação do aço com outros elementos químicos, prejudica a sua reciclagem e o posterior reuso do aço na produção de peças que requeiram certo grau de pureza por parte da matéria-prima, também pode proporcionar benefícios a fabricação das peças. Isso porque quando combinados com o aço, alguns elementos químicos podem aumentar certas propriedades presentes no aço, conforme demonstra o Quadro 6.

Elementos dos aços ligados	Propriedades
Cromo	Aumenta a temperabilidade e a resistência à corrosão
Níquel	Aumenta a temperabilidade e resistência à tração
Cobre	Melhora a resistência à corrosão atmosférica
Molibdênio	Aumenta a temperabilidade e a resistência térmica
Fósforo	Facilita a usinagem e protege contra a corrosão

Fonte: Medina, 2007, p.34.

Quadro 6: Propriedades melhoradas dos aços ligados

Assim, percebe-se que a ligação do aço com elementos químicos como o fósforo, o cobre e o níquel, se por um lado prejudica a reciclagem do aço e limita o seu reuso, por outro gera benefícios na produção de determinadas peças automotivas ao potencializar ou proteger melhor o aço. Portanto, para compatibilizar esse *trade-off* deve-se buscar maneiras de separar os elementos não oxidáveis do aço durante a reciclagem e desenvolver novas ligas que não necessitem de tais elementos.

3: INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA E A RECICLAGEM DE AUTOMÓVEIS NO BRASIL

3.1 A frota de automóveis no Brasil

Atualmente a indústria automobilística brasileira conta com 14 empresas fabricantes de automóveis e comerciais leves, a saber, Agrale, Fiat, Ford, General Motors, Honda, Hyundai, Iveco, Mercedes-Benz, Mitsubishi, Nissan, Peugeot Citroën, Renault, Toyota e Volkswagen, distribuídas em 20 fábricas que estão presentes em oito estados (São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Paraná, Rio Grande do Sul, Bahia, Goiás e Ceará). De acordo com os dados apresentadas pela ANFAVEA (2010), juntas essas empresas em 2009 investiram US\$ 2.518 milhões (dado preliminar) e geraram um faturamento de US\$ 66.238,00, o que somado com o obtido pelas montadoras de máquinas agrícolas automotrizes (US\$ 5.941,00) corresponde a uma participação de 19,8% no PIB industrial gerado por nosso país naquele ano.

Além disto, essas empresas empregaram em 2009, 109.043 pessoas ao produzirem 3.182.923 unidades de autoveículos (automóveis, comerciais leves, caminhões e ônibus), dentre as quais 475.325 unidades foram exportadas (ANFAVEA, 2010). Diante dos dados apresentados pode-se depreender que a indústria automobilística tem uma grande participação na construção da estrutura econômica e social do país, já que gera uma grande quantidade de empregos diretos e indiretos, impulsiona o crescimento da nação, promove inovações, etc.

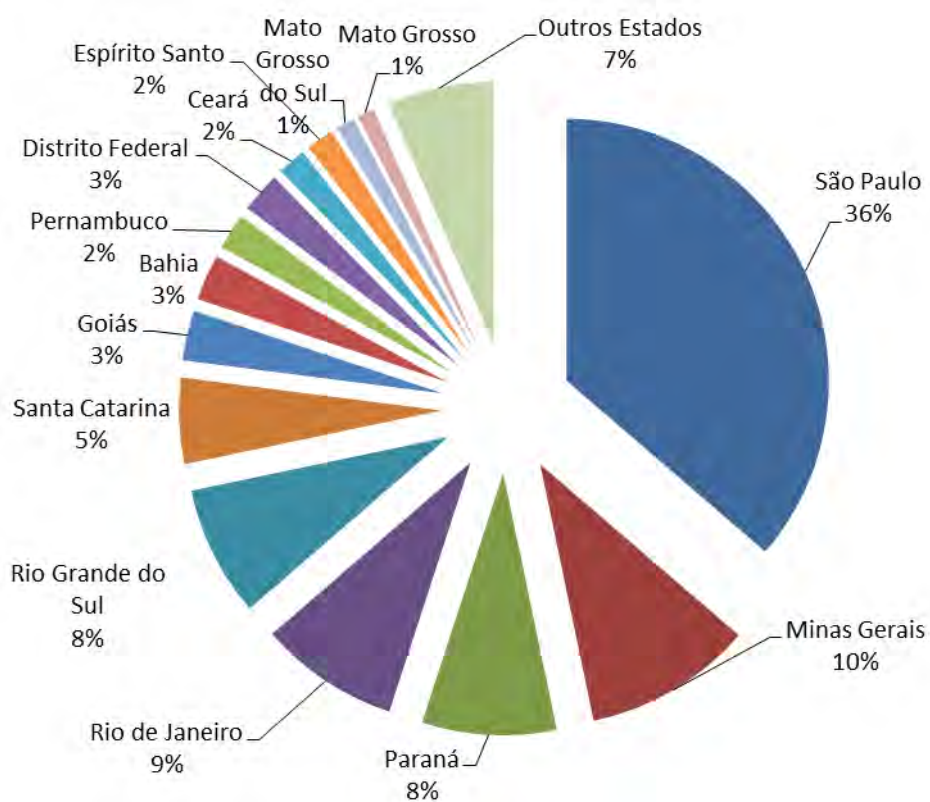
Em 2009, segundo estudo realizado pelo Sindicato Nacional de Componentes para Veículos Automotores (Sindipeças) e pela Associação Brasileira da Indústria de Autopeças (Abipeças), circularam no país cerca de 30 milhões de autoveículos, o que, comparado ao ano anterior, representou um aumento de 8% na frota brasileira. Do total de autoveículos presentes no Brasil, 80,06% são constituídos pelos automóveis, percentual este que corresponde a 23.990.950 unidades. Os dados completos encontram-se na Tabela 6.

Considerando-se os dados apresentados pela Anfavea (2010), em 2009 tivemos uma frota estimada de 29.643.000 de autoveículos dos quais 23.612.000 unidades corresponderam aos automóveis (79,65% do total). Ainda segundo estes dados, 36,32% da frota de automóveis do país estão no estado de São Paulo, seguido por Minas Gerais (10,41%), Rio de Janeiro (8,63%) e Paraná (8,29%), conforme Figura 7.

Tabela 6: Frota de autoveículos no Brasil – 2008/2009

	Unidades		
	2008	2009	Crescimento 2009 / 2008
Automóveis	22.245.767	23.990.950	8%
Comerciais Leves	3.950.712	4.299.786	9%
Caminhões	1.301.375	1.354.593	4%
Ônibus	304.909	317.458	4%
Total	27.802.763	29.962.787	8%

Fonte: Sindipeças, 2010.



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da Anfavea, 2010.

Figura7: Distribuição percentual da frota estimada de automóveis por unidade da Federação - 2009

Mesmo o Brasil tendo uma frota expressiva de autoveículos, se comparado com outros países esse número não chega a ser tão grande. Os EUA, donos da maior frota do mundo, por exemplo, tinham em 2008 quase 9 vezes mais autoveículos do que o Brasil, o que considerando a população dos dois países, nos fornece os seguintes dados: 1,2 habitantes por autoveículo nos EUA contra 6,9 no Brasil (ANFAVEA, 2010). Comparações com outros países podem ser vistas nos Anexos I e II.

Concomitantemente ao aumento da frota de autoveículos no país, tivemos desde 2006 uma queda na idade média da frota. Quantitativamente falando, em 2006 tínhamos uma frota com idade média de 9 anos e 6 meses e em 2009 atingiu-se o valor de 8 anos e 10 meses (Tabela 7). Apesar desta queda, a entrada de autoveículos novos no mercado brasileiro é lenta, visto que a quantidade de antigos ainda é expressiva. Em 2009, por exemplo, 59% da frota de autoveículos do Brasil tinha mais de 5 anos, percentual este que corresponde a 17.678.044 unidades de uma frota total de 29.962.787 autoveículos. Maiores detalhes podem ser vistos no Anexo III.

Tabela 7: Idade média da frota de autoveículos no Brasil – 2003 / 2009

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Automóveis	9a 3m	9a 4m	9a 4m	9a 5m	9a 5m	9a	8a 10m
Comerciais	8a 7m	8a 8m	8a 8m	8a 10m	8a 11m	8a 3m	8a
leves							
Caminhões	12a 4m	12a	11a 9m	11a 8m	11a 5m	10a 10m	10a 6m
Ônibus	9a 11m	9a 11m	10a	10a	9a 11m	9a 6m	9a 5m
Total	9a 4m	9a 4m	9a 4m	9a 6m	9a 5m	9a	8a 10m

a = anos
m = meses

Fonte: Sindipeças, 2010.

No que se refere aos tipos de automóveis leves que circulam em nosso país, mesmo que popularmente se diga que o brasileiro compra “carro por metro”, ou seja, que mantidos os

preços constantes, o consumidor optará pelo carro maior, observando a Tabela 8, percebemos, no entanto, que mais da metade (53%) da frota de automóveis leves constituem-se em carros conhecidos como *hatchback*.

Tabela 8: Veículos leves por categoria – 2008 / 2009

Categoria	2008	Participação %	2009	Participação %	Tendência	Crescimento 2009 / 2008
<i>Hatchback</i>	13.889.587	53,0%	15.127.013	53,5%	↑	8,9%
Sedan	6.187.658	23,6%	6.601.786	23,3%	↓	6,7%
<i>Pick up</i>	2.249.248	8,6%	2.419.884	8,6%	→	7,6%
SW	1.396.292	5,3%	1.419.928	5,0%	↓	1,7%
Van / Furgão	1.004.192	3,8%	1.006.476	3,6%	↓	0,2%
Utilitário	619.462	2,4%	809.993	2,9%	↑	30,8%
Esportivo						
Minivan	539.100	2,1%	633.112	2,2%	↑	17,4%
Cupê / Conversível	135.485	0,5%	126.265	0,4%	↓	- 6,8%
Utilitário	115.088	0,4%	75.749	0,3%	↓	- 34,2%
Jeep	60.367	0,2%	61.340	0,2%	→	1,6%
Total	26.196.479	100%	28.281.546	100%		8,0%

Fonte: Sindipeças, 2010.

Os automóveis classificados como *hatchback* são aqueles que possuem o porta malas integrado ao habitáculo dos passageiros, bancos traseiros rebatíveis e tampa da mala englobando a janela traseira, o que visualmente faz com que esses automóveis tenham uma traseira que acaba abruptamente, sem nenhum prolongamento e que haja somente duas partes do automóvel que sejam bem definidas lateralmente: o compartimento do motor e o habitáculo dos passageiros. O termo *hatchback* pode ser traduzido como “traseira de escotilha” em associação ao fato de ser necessário abrir a traseira inteira do automóvel para cima para se ter acesso ao compartimento de carga. Esses automóveis normalmente são a versão mais simples de uma determinada linha de automóveis e, como no Brasil a maioria dos automóveis 1.0 possui esse tipo de carroceria, eles são vistos também como carros “populares”.

Já os automóveis conhecidos como sedan (ou sedã) que em 2009 representaram 23,3 % da nossa frota de veículos leves, são aqueles que possuem uma traseira estendida e externa ao

habitáculo do passageiro e com a tampa da mala não incluindo o vidro traseiro. Apresentam duas fileiras de bancos e espaço amplo no banco de trás para três adultos.

3.2 A reciclagem no Brasil

Em artigo de maio de 2002, Medina e Gomes (2002b) afirmavam que, diferentemente do que ocorria na Europa onde a legislação responsabilizava as montadoras pela coordenação da reciclagem dos automóveis em fim de vida, no Brasil não eram as montadoras que estavam à frente disto. Aqui esta coordenação recaía sobre os fabricantes de materiais, em particular as siderúrgicas e metalúrgicas e indústrias de material plástico. Ainda segundo os autores citados, esses fabricantes de materiais, fornecedores ou não da indústria automobilística, muitas vezes chegavam a participar de todos os processos necessários para a viabilização da reciclagem, tais como: coleta, separação, recuperação de materiais e obtenção da matéria-prima secundária para posterior utilização na produção de novos materiais.

Este cenário apresentado por Medina e Gomes (2002b) parece não ter sofrido alterações. A despeito, por exemplo, do Brasil ter uma das legislações ambientais mais completas do mundo, a regulamentação e eficácia destas ainda não são das melhores. Além disto, o Brasil é o único país do mundo que inseriu a questão ambiental em sua Carta Magna (a Constituição de 1988), mas no que se refere aos impactos ambientais gerados pelo automóvel, poucos avanços foram observados, dentre os quais podemos citar a regulamentação das emissões de CO₂ e a reciclagem de pneus e baterias (MEDINA; GOMES, 2003).

Segundo Silva (2005), os automóveis brasileiros já possuem em média 85% de material reciclável, o que, no entanto, não significa necessariamente que esses materiais efetivamente sejam reciclados. Ainda de acordo com esta autora, o Brasil não dispõe de centros especializados no desmonte e separação dos materiais passíveis de serem reaproveitados, mas apesar do nosso atraso, as montadoras procuram incorporar conceitos de reciclabilidade em seus futuros modelos. Além disto, as perspectivas para daqui três ou quatro anos são que os automóveis vendidos no Brasil possam ser desmontados em menos de uma hora e que as peças reaproveitáveis sejam encaminhadas para reciclagem (SILVA, 2005).

No que se refere à reciclagem como um todo, o Brasil apresenta certo destaque no mundo, visto que em 2007, por exemplo, de acordo com os dados apresentados pelo BIRD (2009), o Brasil bateu novamente o recorde mundial de reciclagem de latas de alumínio para bebidas, alcançando um índice de reciclagem de 96,5%.

A reciclagem de ferro e aço no Brasil, assim como acontece em outros países, é bem difundida, particularmente devido à sua vantagem econômica. Empresas como a Gerdau, a CSN (Companhia Siderúrgica Nacional) e a Belgo Mineira utilizam a sucata automotiva como insumo em sua atividade produtiva. De acordo com dados apresentados por Medina e Gomes (2003), a reciclagem do aço nestas empresas, por exemplo, pode alcançar em torno de 300 veículos por dia, sendo que o aço das carrocerias ou chassis é o produto mais reciclado no mundo.

3.3 Avanços importantes no Brasil

Apesar do relativo atraso do Brasil na formulação e coordenação de políticas que viabilizem a reciclagem de automóveis, alguns fatores têm contribuído para pressionar o país a ressuscitar um debate que se encontra adormecido há quase dez anos: a destinação adequada de automóveis impossibilitados de circular no país. Tais fatores são explicitados a seguir.

3.3.1 Programa de Inspeção Veicular Ambiental

Presente nas Resoluções nº 415, de 24 de setembro de 2009, e nº 418, de 25 de novembro de 2009, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), bem como em Projeto de Lei 5.979/2001, o Programa de Inspeção Veicular Ambiental estende-se a todo o país e tem como um de seus objetivos a redução das emissões de gases poluentes e ruídos gerados pela frota circulante de veículos automotores e conseqüentemente, o estímulo para que os proprietários realizem periodicamente a manutenção adequada de seus veículos.

De acordo com os Artigos 4º e 16º da Resolução nº 418/2009 (CONAMA), a inspeção veicular ambiental deve ser elaborada por meio da criação de Planos de Controle de Poluição Veicular (PCPV) por parte dos órgãos ambientais estaduais em consonância com os municípios e o PCPV do Distrito Federal e deve ser realizada anualmente. No Artigo 5º da

mesma Resolução, estabelece-se um prazo de 12 meses, a contar da data de publicação do documento, para que os órgãos ambientais dos estados e do Distrito Federal elaborem, aprovem, publiquem e deem ciência do PCPV aos seus respectivos conselhos de meio ambiente.

Na cidade de São Paulo, segundo informações fornecidas no site da prefeitura, a Inspeção Veicular Ambiental teve sua ordem de início decretada em 2007 e desde então vem sendo implantada gradativamente. Em 2008 tal inspeção foi realizada com toda a frota a diesel registrada na capital e já no ano seguinte, além dos veículos movidos a diesel, todas as motos (exceto as de 2 tempos) e os automóveis a álcool, gás ou gasolina que foram registrados na cidade de São Paulo entre os anos de 2003 e 2008 também passaram pela Inspeção Veicular Ambiental. Para o ano de 2010, a prefeitura de São Paulo afirma que o Programa de Inspeção Veicular atingirá 100% da frota, o que corresponderia a 6,5 milhões de veículos. Somente ficam excluídos da inspeção os veículos que tenham sido fabricados no mesmo ano em exercício ou ainda, os que apesar de terem sido fabricados no ano anterior, tenham sido licenciados pela primeira vez no ano em exercício.

No dia 22 de outubro de 2010, segundo o site <http://www.d24am.com/noticias/amazonas/inspecao-veicular-vira-lei-no-amazonas/10367>, o governo do Amazonas sancionou o seu PCPV e, diante disto, a partir de outubro do próximo ano, todos os veículos de Manaus com mais de dois anos de uso deverão por lei ser submetidos à Inspeção Veicular Ambiental, que em seu primeiro ano não cobrará por tal serviço.

A implantação de um Programa de Inspeção Veicular Ambiental além dos benefícios diretos que pode proporcionar, como a melhora da qualidade do ar e a diminuição da poluição sonora, gera também uma importante questão sobre o que faremos com os veículos que forem reprovados pela inspeção e assim, sejam impossibilitados de circular nas vias públicas. No que se refere à melhora da qualidade do ar, para a cidade de São Paulo esse é um importante benefício, na medida em que, segundo dados apresentados pela prefeitura (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2010) com base em pesquisas do Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental da Faculdade de Medicina da USP, os habitantes de São Paulo vivem em média um ano e meio a menos do que habitantes de cidades que possuem um ar mais limpo.

De acordo com Manechini e Camarotto (2008), o Ministério das Cidades, por meio do Departamento Nacional de Trânsito (Denatran), já antecipando a possível discussão a ser gerada sobre o destino a ser dado aos veículos reprovados pela Inspeção Veicular Ambiental, solicitou à Associação Brasileira de Engenharia Automotiva (AEA) um estudo sobre as possibilidades de ser criado, no Brasil, um programa nacional de reciclagem de veículos. Ainda de acordo com os autores citados, os pátios do país não suportariam o volume adicional de veículos reprovados na inspeção e mesmo que suportassem, haveria a necessidade de se realizar a despoluição dos veículos, ou seja, a retirada de resíduos líquidos, baterias e gás CFC do ar condicionado, para evitar assim que a exposição destes veículos ao ar livre nos pátios provoque danos ao meio ambiente. Para a criação de um programa de reciclagem de veículos, torna-se importante também uma estrutura jurídica para o desmanche de veículos, já que sem esta, veículos roubados, por exemplo, poderiam facilmente ser desmontados e, assim, desaparecer em questão de horas.

No final dos anos 1990, devido à queda acentuada na venda de automóveis observada desde 1998, as montadoras e os sindicatos de metalúrgicos elaboraram um Plano de Renovação da Frota. Os dados da Anfavea, apresentados por Manechini e Camarotto (2008), apontam uma queda de 30% na produção total de automóveis de 1997 a 1998, e de 17% em 1999, comparado ao ano anterior. Em 1997, a frota brasileira estimada de veículos era de 18 milhões, dentre os quais 80% eram automóveis de passeio e 50% correspondiam a veículos acima de 10 anos de vida útil (MEYER, 2001).

Dentre as medidas previstas, o Plano de Renovação da Frota propunha o pagamento de R\$ 1,8 mil por automóvel velho que fosse entregue ao Centro de Reciclagem, o que, portanto, funcionaria como um incentivo para que os proprietários trocassem os seus automóveis velhos por modelos novos e assim alavancasse as vendas destes. Além disto, o sindicato dos metalúrgicos do ABC, São Paulo, propunha a redução da carga tributária (IPI, ICMS, IPVA) incidente sobre os veículos, em particular os impostos sobre os veículos populares, caminhões e ônibus que fossem adquiridos depois da implantação do programa. Apesar da participação tanto das montadoras quanto dos sindicatos de metalúrgicos, tão logo as vendas de veículos começaram a crescer, o Plano de Renovação da Frota foi abandonado.

3.3.2 Resoluções CONAMA

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) é um órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), vinculado ao Ministério do Meio Ambiente (MMA) e que tem como uma de suas competências a determinação dos padrões de qualidade ambiental a serem adotados no país. Os parâmetros para a elaboração de tais padrões normalmente são baseados na experiência internacional.

Além das Resoluções referentes aos PCPV, muitas outras medidas aprovadas pelo CONAMA têm contribuído não só para a minimização das externalidades negativas geradas pelas atividades antrópicas como também para o descarte apropriado de resíduos contaminantes. No que concerne ao descarte de certos materiais utilizados na produção dos automóveis e aos danos ambientais causados pelo uso deste bem, temos como exemplos as seguintes Resoluções CONAMA:

1. Resolução CONAMA nº 230/1999: determina a responsabilidade por parte das empresas fabricantes e importadoras de pneumáticos, de coletar e dar a destinação final ambientalmente correta aos pneus inservíveis;
2. Resolução CONAMA nº 272/2000: estabelece os limites máximos permitidos de ruído para os veículos nacionais e importados em aceleração, com exceção, no entanto, das motocicletas, motonetas, ciclomotores e veículos semelhantes;
3. Resolução CONAMA nº 299/2001: dispõe sobre os procedimentos necessários para a elaboração de Relatório de Valores para o Controle das Emissões dos veículos novos, sejam eles produzidos e/ou importados;
4. Resolução CONAMA nº 342/2003: dispõe sobre os novos limites para as emissões de gases poluentes por ciclomotores, motociclos e veículos similares novos;
5. Resolução CONAMA nº 354/2004: estabelece os requisitos para a adoção de Sistemas de Diagnóstico de Bordo (OBD) em veículos automotores leves. O OBD,

segundo os termos da referida Resolução, possibilita ao proprietário do veículo prevenir eventuais danos nos sistemas de controle de emissão;

6. Resolução CONAMA nº 362/2005: estabelece diretrizes para o adequado recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado;
7. Resolução CONAMA nº 401/2008: dispõe sobre os limites máximos permitidos de chumbo, cádmio e mercúrio presentes nas pilhas e baterias comercializadas dentro do país e sobre os padrões e critérios a serem adotados para o seu correto gerenciamento em termos ambientais;
8. Resolução CONAMA nº 416/2009: estabelece diretrizes para se prevenir os danos ambientais causados pelos pneus inservíveis, bem como objetiva a sua destinação ambientalmente correta.

Vale ressaltar, no entanto, que apesar da importância de tais Resoluções, elas não se referem exatamente à reciclagem de sucata.

3.3.3 Política Nacional de Resíduos Sólidos

Aprovada em 2 de agosto de 2010, a Lei nº 12.305 institui em nosso país a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que tem como um de seus objetivos a “[...] não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (Artigo 7º, Inciso II). De acordo com tal lei, os resíduos sólidos podem ser classificados quanto a sua origem: resíduos domiciliares, resíduos de limpeza urbana, resíduos sólidos urbanos, resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, resíduos dos serviços públicos de saneamento básico, resíduos industriais, resíduos de serviços de saúde, resíduos da construção civil, resíduos agrossilvopastoris, resíduos de serviços de transportes e resíduos de mineração; e quanto a sua periculosidade: resíduos perigosos e resíduos não perigosos.

Segundo o Artigo 13º, Inciso II, da citada lei, entende-se por resíduos perigosos:

[...] aqueles que , em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica.

Em contraposição, os resíduos não perigosos são os que não apresentam as características acima citadas.

Baseando-se em classificação regulada pela NBR 10004 – Classificação de Resíduos Sólidos -, Medina e Gomes (2003) apresentam três classes segundo as quais os resíduos podem ser divididos, a saber:

1. Resíduos Classe I: compreende basicamente os resíduos que foram classificados pela Política Nacional de Resíduos Sólidos como perigosos. Exemplos desses resíduos são as baterias, pilhas e produtos químicos em geral;
2. Resíduos Classe II: compreende os resíduos não inertes e que apresentam propriedades como: combustibilidade, solubilidade e biodegradabilidade. A matéria orgânica e o papel são exemplos de resíduos pertencentes a esta classe;
3. Resíduos Classe III: compreende os resíduos inertes tais como os tijolos, rocha, vidros, borrachas e, especificamente no caso dos automóveis, os pneus e para-lamas.

Apesar de não determinar diretrizes específicas para o setor automobilístico, a Política Nacional de Resíduos Sólidos é um passo importante na medida em que dispõe sobre a adoção, por parte das empresas e demais entidades geradoras de resíduos sólidos, de princípios como a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto e logística reversa. O Artigo 33º de tal lei, por exemplo, obriga os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes e seus resíduos e embalagens, lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, e, de produtos eletroeletrônicos e seus componentes, a estruturar e implementar sistemas de

logística reversa. Aos responsáveis por estes produtos cabe também o recolhimento dos mesmos após o uso pelos consumidores.

Além de delegar responsabilidades às entidades geradoras de resíduos sólidos, a Política Nacional de Resíduos Sólidos também dispõe sobre a elaboração de planos estaduais e municipais de gestão integrada destes resíduos, sendo que serão priorizados no acesso aos recursos da União, os estados e municípios que viabilizarem a implantação de tais planos. No se refere ao comércio internacional, de acordo com o Artigo 49º da Política Nacional de Resíduos Sólidos, fica proibida a importação de resíduos sólidos que sejam perigosos e passíveis de causarem danos ao meio ambiente, à saúde pública e animal e à sanidade vegetal.

CONCLUSÃO

Atualmente é inegável a crescente conscientização ambiental por parte da população, o que, no entanto, apesar de ser de suma relevância para a minimização da degradação ambiental e para a geração de pressões sobre os agentes poluidores, não é o bastante. Faz-se necessária também uma estrutura jurídica que estabeleça normas e que assegure o seu cumprimento. Avanços neste sentido têm sido observados no mundo todo.

As indústrias, seja por pressão dos *stakeholders*, consumidores, investidores, pela imposição de regulamentações ambientais ou ainda pelo simples fato de poderem auferir vantagens mercadológicas, têm introduzido a preocupação com a degradação ambiental em suas análises produtivas e econômicas, conforme visto na presente pesquisa. Além da preocupação em causar uma boa imagem para os agentes citados anteriormente, o que funcionaria como um tipo de marketing ambiental, as indústrias ao considerarem a variável ambiental em suas decisões podem gerar uma redução de custos, o que portanto, lhe proporcionaria uma vantagem econômica. Dentre estas indústrias, temos a automobilística, que também tem procurado tornar o seu produto reconhecidamente reciclável e sustentável em termos ambientais.

No caso da indústria automobilística, no entanto, os desafios são maiores, visto que além de ter que compatibilizar a variável ambiental com o *design* e a eficiência dos automóveis produzidos, estes, diferentemente do caso de bens mais simples, não podem ter seu conforto e, principalmente, segurança diminuídos devido à incorporação de conceitos ambientais. Além disto, por ser um bem de consumo durável e de alto valor agregado, a diminuição da qualidade e da segurança dos automóveis pode resultar em considerável perda de mercado das montadoras perante seus consumidores.

Assim como o automóvel evoluiu desde que foi inventado, os materiais necessários à sua produção também passaram por avanços expressivos, conforme pode ser visto nesta pesquisa. Os automóveis antigos, por exemplo, além de serem mais pesados e apesar de preservarem sua carroceira quase intacta no caso de acidentes de trânsito, não absorviam tanto o impacto dos choques provocados por tais acidentes quanto os automóveis de hoje. Mesmo que os consumidores possam associar este fato a uma perda de qualidade da carroceria dos automóveis, esta atualmente é fabricada de modo a deformar-se quase que completamente em

caso de acidentes, de modo a distribuir uniformemente o impacto do choque e, assim, priorizar a segurança dos passageiros. Desde que foi inventado, portanto, os automóveis, além de mais leves, tornam-se também mais seguros.

A preocupação ambiental da indústria automobilística primeiramente se deu com a busca por combustíveis renováveis e menos poluentes e agora também fica evidente com a utilização de materiais passíveis de serem reciclados. Apesar da importância de tal atitude, percebe-se que ao utilizar cada vez mais materiais fabricados a partir de diversos elementos, tais como as ligas metálicas, a indústria automobilística acaba por dificultar a reciclagem dos materiais presentes nos automóveis. Se, por um lado, a indústria automobilística propaga que vem adotando diversos tipos de modelos de gestão ambiental, tais como o *design for the environment* e a eficiência, por outro, ela dificulta a separação e reciclagem de certos materiais ao buscar proporcionar maior resistência e eficiência aos automóveis por meio do emprego de materiais compostos de uma junção de distintos elementos.

Materiais que são reconhecidamente recicláveis, tais como o alumínio e o plástico, vêm sendo intensivamente utilizados pela indústria automobilística com o objetivo principal de reduzir o peso dos automóveis. Apesar disso, a reciclagem das peças e acessórios automotivos feitos a partir do alumínio e do plástico, pode ser dificultada devido ao fato de, em certos casos, não apresentar viabilidade econômica. Além disso, conforme se ressaltou nesta pesquisa, os materiais automotivos reciclados dificilmente são empregados na própria indústria automobilística e se forem não são na mesma função e uso de anteriormente. Isto porque a indústria automobilística exige elevada qualidade e resistência dos materiais empregados, já que além de durável, o automóvel acima de tudo tem que proporcionar segurança. Fica patente assim que por não poder utilizar peças fabricadas a partir de matéria-prima reciclada, a indústria automobilística sempre exercerá pressão sobre a utilização dos recursos naturais do planeta.

No que se refere ao Brasil, a necessidade de criação de um programa de reciclagem de veículos gerada pela implantação do Programa de Inspeção Veicular Ambiental, pode sofrer um revés, como aconteceu com o Plano de Renovação da Frota do final da década de 90, ou seja, não ter o apoio das montadoras de veículos caso as vendas deste setor estejam alavancadas e, assim, ao perder força, acabar sendo abandonado. Apesar disso, o desafio e a questão de como descartaremos os veículos velhos ainda permanecem em cena, bem como a necessidade

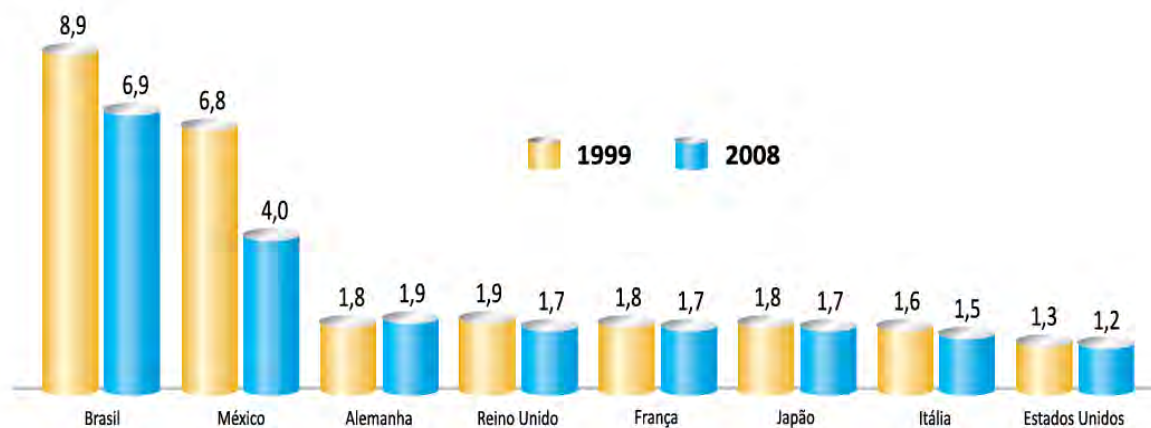
de um aporte jurídico para que os veículos não sejam livremente e facilmente desmontados, o que caso contrário daria brechas para acobertar roubos de veículos. Assim, fica claro que ao mesmo tempo em que é importante facilitar o desmonte dos automóveis para se facilitar a separação dos materiais empregados e sua posterior reciclagem, tal atitude, se não for acompanhada de um eficiente controle jurídico, pode facilitar o desmanche e consequentemente contribuir para o aumento dos furtos de automóveis.

Ainda que passos importantes como a implantação do Programa de Inspeção Veicular Ambiental e as Resoluções CONAMA referentes aos materiais utilizados nos automóveis, já tenham sido dados e sejam de suma relevância para o levantamento de questões maiores como a reciclagem de automóveis em fim de vida útil, o Brasil, se comparado a outros países, em particular aos europeus, ainda encontra-se em relativo atraso no que se refere às legislações específicas ao setor automotivo, conforme informações apresentadas brevemente na presente pesquisa.

Em suma, para que a reciclagem de automóveis possa ser viabilizada, há a necessidade, dentre outros fatores, de se conciliar os avanços tecnológicos com a reciclagem de materiais. A despeito do que foi elucidado nesta pesquisa, muito ainda precisa ser estudado dentro da indústria automobilística, do meio acadêmico e dos órgãos governamentais.

ANEXOS

ANEXO I: Habitantes por autoveículo – 1999 e 2008



Obs: Os dados referentes ao Brasil são estimados.

Fonte: Anfavea, 2010.

ANEXO II: Frota de autoveículos – 2000/2008

Mil unidades

País	2000	2002	2004	2006	2008
Estados Unidos	221.475	229.620	237.243	244.166	250.239
Japão	72.649	73.989	74.656	75.859	75.528
Alemanha	47.307	48.225	48.915	49.742	44.180
Itália	36.165	37.682	38.224	39.877	40.895
França	33.813	35.144	36.039	36.661	37.212
Reino Unido	31.248	32.734	33.883	34.935	35.617
Espanha	21.427	23.048	24.202	26.227	27.613
BRASIL	19.310	20.769	22.172	24.069	27.481
México	15.318	18.418	20.360	24.099	26.663
Canadá	17.571	18.267	18.673	19.578	20.520
Coréia do Sul	12.060	13.949	14.934	15.895	16.795
Austrália	12.025	12.451	13.137	13.896	14.729
Holanda	7.190	7.706	8.220	8.483	8.908
Argentina	6.953	6.837	6.997	7.682	8.460
África do Sul	5.713	6.140	6.211	6.893	7.813
Bélgica	5.222	5.353	5.487	5.636	5.865
Suécia	4.387	4.466	4.567	4.696	4.802
Áustria	4.493	4.335	4.472	4.579	4.679

Obs: Os dados do Brasil são estimados.

Fonte: Adaptado de Anfavea, 2010.

ANEXO III: Frota de autoveículos no Brasil (por idade)

Idade	Ano	Frota	Frota acumulada
1	2009	3.170.074	8.359.562
2	2008	2.808.630	28%
3	2007	2.380.858	
4	2006	1.821.909	3.411.228
5	2005	1.589.319	11%
6	2004	1.490.561	6.736.451
7	2003	1.242.119	22%
8	2002	1.318.139	
9	2001	1.404.324	
10	2000	1.281.308	
11	1999	1.067.306	6.717.115
12	1998	1.277.946	22%
13	1997	1.581.633	
14	1996	1.401.212	
15	1995	1.389.018	
16	1994	1.073.290	3.422.704
17	1993	826.733	11%
18	1992	535.394	
19	1991	529.157	
20	1990	458.130	
21	1989	361.692	1.315.727
22	1988	263.326	4%
23	1987	219.274	
24	1986	162.968	
25	1985	100.400	
26	1984	58.998	
27	1983	43.842	
28	1982	28.270	
29	1981	20.405	
30	1980	21.021	
31	1979	13.548	
32	1978	8.543	
33	1977	5.412	
34	1976	3.254	
35	1975	2.008	
36	1974	1.260	
37	1973	683	
38	1972	333	
39	1971	165	
40	1970	114	
41	1969	138	
42	1968	38	
43	1967	15	

44	1966	12
45	1965	4
46	1964	2
47	1963	2

Fonte: Sindipeças, 2010.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. T. de. As interações entre comércio e meio ambiente. In: BRAGA, Antônio S.; MIRANDA, Luiz C. (Org.). **Comércio e meio ambiente: uma agenda positiva para o desenvolvimento sustentável**. Brasília: Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável, 2002. p.27-40.

ALMEIDA, L. T. de. **Política Ambiental: uma análise econômica**. São Paulo: Papirus, 1998.

ANDRADE, A.; ROSSETTI, J. P. **Governança corporativa: fundamentos, desenvolvimento e tendências**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2007.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES [ANFAVEA]. **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira**. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/anuario.html>>. Acesso em: 30/03/2010.

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>>. Acesso em: 19/10/2010.

BANCO INTERNACIONAL PARA A RECONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO [BIRD]. **Produto 57: estudo da reciclagem de metais no país. Relatório Técnico 83: Reciclagem de metais no país**. Brasília: Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação, 2009.

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. São Paulo: Saraiva, 2007.

BARCELLOS, F. C.; OLIVEIRA, J. C.; CARVALHO, P. G. M. Investimento ambiental em indústrias sujas e intensivas em recursos naturais e energia. **Revista Iberoamericana de Economia Ecológica**, [Rio de Janeiro], v.12, p.33-50, 2009. Disponível em: <http://www.redibec.org/IVO/rev12_03.pdf>. Acesso em: 24/05/2010.

BRASIL. **Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_3/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em: 13/09/2010.

CÁNEPA, E. M. Economia da poluição. In: MAY, Peter H. (Org.). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p.79-98.

D24am.com. Inspeção veicular vira lei no Amazonas. Disponível em: <<http://www.d24am.com/noticias/amazonas/inspecao-veicular-vira-lei-no-amazonas/10367>>. Acesso em: 05/11/2010.

DALY, H. E. Economics in a full world. **Scientific American**, [New York], v.293, 3 ed., p.100-107, Sept. 2005.

DONAIRE, D. **Gestão ambiental na empresa**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

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.

FONSECA, H. M. M. **A influência das ações de responsabilidade social e ambiental sobre a competitividade na indústria automobilística**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <http://www.pet.coppe.ufrj.br/dissertacoes/planejamento_transportes/fonseca_helio.pdf>. Acesso em: 03/05/2010.

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>. Acesso em: 03/05/2010.

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.

MANECHINI, G.; CAMAROTTO, M. Inspeção vai exigir reciclagem de veículos no Brasil. **Jornal Valor Econômico**. São Paulo, Caderno B, p.6, 03/09/2008. Disponível em: <<http://www.aea.org.br/aea2009/downloads/trabalhospremio/CategoriaJornalisticos-MencaoHonrosa-MurilloCamarotto.pdf>>. Acesso em: 28/10/2010.

MANKIWI, N. G. **Introdução à economia**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

MEDINA, H. V. de. **Eco-concepção para a qualidade da reciclagem do aço e do alumínio automotivos**. CETEM/ MCT. Rio de Janeiro, 2007. (Série Inovação e Qualidade). Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_siq/siq-01_semlogo.pdf>. Acesso em: 30/03/2010.

MEDINA, H. V. de. **Inovação em materiais na indústria automobilística**. CETEM/MCT. Rio de Janeiro, 2001. (Série Estudo & Documentos). Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-48.pdf>. Acesso em: 13/10/2010.

MEDINA, H. V. de; GOMES, D. E. B. **A indústria automobilística projetando para a reciclagem.** 5º Congresso Nacional de P&D em Design³ realizado na Universidade de Brasília (UNB), 2002a. Disponível em: <<http://www.cetem.gov.br/publicacao/CTs/CT2002-051-00.pdf>>. Acesso em: 30/03/2010.

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>>. Acesso em: 08/03/2010.

MEDINA, H. V. de.; GOMES, D. E. B. **Reciclagem de automóveis: estratégias, práticas e perspectivas.** CETEM. Rio de Janeiro, 2003. (Série Tecnologia Ambiental). Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sta/sta-27.pdf>. Acesso em: 13/10/2010.

MEYER, C. R. **Implicações energético-ambientais de esquemas de sucateamento de automóveis no Brasil.** Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) – Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001. Disponível em:<<http://www.climaenergia.ppe.ufrj.br/ppp/production/tesis/crmeyer.pdf>>. Acesso em: 20/10/2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resoluções CONAMA.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano.cfm?codlegitipo=3>>. Acesso em: 27/10/2010.

NASCIMENTO, L. F.; LEMOS, A. D. C.; MELLO, M. C. A. **Gestão socioambiental estratégica.** Porto Alegre: Bookman, 2008.

NAVEIRO, R. M.; ARAUJO, M. R. **Desenvolvimento de novos materiais e novos produtos na indústria automobilística.** [Rio de Janeiro], 1999. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1999_A0164.PDF>. Acesso em: 30/03/2010.

NAVEIRO, R.M; HATSCHBACH, R. N. **Panorama da reciclagem de componentes no setor automobilístico.** XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Ouro Preto, 21 a 24 de outubro de 2003.

NOBRE, M.; AMAZONAS, M. de C. (orgs). **Desenvolvimento sustentável: a institucionalização de um conceito.** Brasília: IBAMA, 2002.

PORTER, M. E.; LINDE, Class van der. Toward a new conception of the environment – competitiveness relationship. **Journal of Economic Perspectives**, Nashville, v. 9, n. 4, p. 97-118, 1995.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Programa de inspeção veicular ambiental.** Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/inspecao_veicular>. Acesso em: 05/11/2010.

³ Corrigido pela autora.

ROMEIRO, A. R. Economia ou economia política da sustentabilidade. In: MAY, Peter H. (Org.). **Economia do Meio Ambiente: teoria e prática** – 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p.3-31.

SILVA, C. Indústria automobilística amplia o uso de materiais reciclados. **Jornal O Estado de São Paulo**. São Paulo: 23/11/2010. Disponível em: <http://www.ecopress.org.br/eco+watch/industria+automobilistica+amplia+o+uso+de+materiais+reciclados>. Acesso em: 28/10/2010.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE COMPONENTES PARA VEÍCULOS AUTOMOTORES [Sindipeças]. **Levantamento da frota circulante brasileira**. [São Paulo], 2010. Disponível em: http://www.sindipeças.org.br/paginas_NETCDM/modelo_detalhe_generico.asp?ID_CANAL=17&id=567. Acesso em: 22/10/2010.

TALMASQUIM, M. T. Economia do meio ambiente: forças e fraquezas. In: CAVALCANTI, C. (Org.). **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. INPSO/FUNDAJ. Recife: MEC, 1994. p.323-344. Disponível em: <http://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1GMSLBTB6-1RT53SY-GS8/Desenvolvimento.rtf>. Acesso em: 30/03/2010.

VAN BELLEN, H. M. van. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2006.