

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E  
ENGENHARIA DE MATERIAIS**

**ESTUDO DE TENDÊNCIAS E OPORTUNIDADES NO DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL PARA A RECICLAGEM DE VEÍCULOS E SEUS MATERIAIS**

**Marialice Thibes Ponzoni Ciuccio**

São Carlos  
2004

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E  
ENGENHARIA DE MATERIAIS**

**ESTUDO DE TENDÊNCIAS E OPORTUNIDADES NO DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL PARA A RECICLAGEM DE VEÍCULOS E SEUS MATERIAIS**

Marialice Thibes Ponzoni Ciuccio

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em Ciência  
e Engenharia de Materiais como requisito  
parcial à obtenção do título de MESTRE  
EM ENGENHARIA DE MATERIAIS

Orientador: Prof. Dr. José Angelo Rodrigues Gregolin

Apoio: General Motors do Brasil

São Carlos

2004

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

C579et	<p>Ciuccio, Marialice Thibes Ponzoni. Estudo de tendências e oportunidades no desenvolvimento sustentável para a reciclagem de veículos e seus materiais / Marialice Thibes Ponzoni Ciuccio. -- São Carlos : UFSCar, 2004. 191 p.</p> <p>Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2004.</p> <p>1. Reciclagem tecnológica. 2. Reciclagem de veículos. 3. PVC. I. Título.</p> <p>CDD: 628.4458 (20<sup>a</sup>)</p>
--------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a meu marido pelo apoio e compreensão e a minha filha que me lembra, todos os dias, a alegria de viver.

## VITAE DO CANDIDATO

Engenheira Química pela Universidade Mackenzie (1994), Bacharel em Química pela Universidade Mackenzie (1991).

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE  
MARIALICE THIBES PONZONI CIUCCIO  
APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E  
ENGENHARIA DE MATERIAIS, DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO  
CARLOS, 27 DE SETEMBRO DE 2004.

BANCA EXAMINADORA:

PROF. DR. JOSÉ ANGELO GREGOLIN  
ORIENTADOR

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE SÃO CARLOS

PROF<sup>a</sup>. Dra. SATI MANRICH  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE SÃO CARLOS

PROF. DR. JOSÉ BARBOZA  
UNIVERSIDADE MOGI DAS CRUZES

## AGRADECIMENTOS

À GMB em nome de todos aqueles que me ajudaram, apoiaram e desejaram a concretização deste estudo.

Ao Prof. Gregolin pelo apoio, dedicação e extrema competência em me orientar e me apoiar nos momentos mais difíceis de minha vida profissional e pessoal.

Ao Prof. Leandro pela compreensão e valiosa ajuda com programas computacionais e bases de dados.

À todos os professores do PPGCEM que contribuíram para meu crescimento profissional através do enriquecimento de conhecimento.

Ao Geraldo, pela paciência e disponibilidade em me ajudar.

Aos amigos que aqui fiz e que me ajudaram a romper a barreira de distância entre a universidade e meu local de trabalho.

Ao meu marido Eduardo pela compreensão e dedicação e minha filha Giulia que sempre estiveram comigo.

E, em especial, àquela a quem devo tudo o que sou e conquistei, minha mãe.

## RESUMO

O presente trabalho tem o propósito de identificar e analisar tendências sobre tecnologias de reciclagem de veículos e materiais, abordando principalmente a problemática do resíduo da trituração de veículos em equipamento tipo *shredder*, bem como a do PVC e do metal pesado, tendo em vista a crescente importância desta área para a atividade empresarial e tecnológica para o desenvolvimento da indústria automobilística brasileira.

A partir de metodologias de Prospecção Tecnológica e Inteligência Competitiva, foi realizada a análise de patentes e de informações de outras fontes secundárias, para o mapeamento de tecnologias, países e organizações de maior projeção nos desenvolvimentos tecnológicos registrados na forma de patentes sobre a reciclagem do resíduo da *shredder* e do PVC. Também foram analisadas as percepções de especialistas brasileiros sobre os fatores relacionados à tendência da reciclagem de veículos ocorrer no Brasil, quanto a aspectos como a renovação da frota veicular brasileira, dificuldades a serem superadas e oportunidades que podem ser aproveitadas com a implementação de programas brasileiros voltados para a reciclagem de veículos.

Os resultados indicam que o desenvolvimento da reciclagem de veículos no Brasil está vinculado à sua viabilização econômica, tendo-se como um exemplo importante a situação dessa área nos Estados Unidos, onde ela está bastante desenvolvida com a transformação de resíduos em outros produtos, independentemente das legislações ambientais vigentes.

Quanto à utilização do PVC internamente nos veículos, nas condições atuais de aplicação, aparentemente, não representa problemas à saúde humana. Porém, como a quantidade de emissões de plastificantes presentes no compartimento interno do veículo é proporcional à quantidade de PVC presente, parece fundamental o estabelecimento de limites máximos de tolerância para utilização de PVC internamente ao veículo.

A principal tecnologia aplicada para a reciclagem do PVC se refere ao reaproveitamento de materiais residuais através de tratamentos mecânicos,

processos de polimerização ou despolimerização envolvendo purificação ou reciclagem de resíduos de polímeros.

Com relação aos metais pesados presentes nos veículos, embora não haja questionamentos quanto à pertinência da proibição, é importante o estudo de alternativas de substituição por materiais ecologicamente adequados, principalmente aqueles apontadas como exceções no Anexo II da Diretiva Européia, por serem técnica ou economicamente inviáveis no momento. Cabe por exemplo o aprofundamento de estudos específicos de substituição de para o Chumbo em elastômeros de condução de fluidos (mangueiras) e para elastômeros de aplicações em motores e transmissão, chumbo em sistemas de ignição, Cr+6 em parafusos que requerem ser facilmente desconectados mesmo após vários anos de uso, etc.

O presente trabalho também propõe um modelo de monitoramento das informações relevantes à reciclagem de veículos, para o acompanhamento, interpretação de tendências e antecipação da implementação de eventuais sistemas de reciclagem de veículos no Brasil.

## **TENDENCIES AND OPPORTUNITIES TO THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT FOR VEHICLE RECYCLING AND ITS MATERIALS**

### **ABSTRACT**

The present study has the purpose of identifying and analysing the tendencies of vehicle recycling technologies focusing on shredder residue, PVC and heavy metals due to the importance of this area to the development of Brazilian automotive industry.

Patents analysis and sources of secondary information based on methodologies about Competitive Intelligence and Technological Prospective were studied in order to map technologies, countries and organizations to discover where is the technological development. Also, it were analysed the perceptions of Brazilian recycling expertise regarding to the tendencies of having vehicle recycling systems implemented in Brazil. The main focus was the Brazilian fleet renovation, difficulties to be overcome and opportunities to be taken if Brazil implements this kind of systems.

It was shown that the development of Brazilian vehicle recycling is dependent on its economic viability as per it is in United States where the vehicle recycling is highly developed even having no regulations regarding to end of life vehicles.

Regarding to the use of PVC inside of vehicles, it was shown that, at present conditions, there is no problems for humans who are exposed to it. On the other hand, the maximum value of PVC present inside cars must be established since the plasticizer emissions are proportional to the PVC quantity.

The main technology applied to PVC recycling refers to the recoverability of residues materials through mechanical treatments, polymerization and de-polymerization process involving purifying process or PVC residues recycling.

Although there is no questions regarding to heavy metals ban in vehicles, it is highly important the development of ecologic materials alternatives specially those which are pointed at European Directive Annex II due to its technical and economical availability. Some example are the substitution of Lead in

elastomers as fluids hoses and powertrain components, Cr+6 as coating of fastening elements which require to be disconnected all over the years, etc.

Also, the present study proposes a model to monitor the relevant vehicle recycling information and its tendencies in order to bring forward the implementation of vehicle recycling systems in Brazil.

## SUMÁRIO

	Pág.
BANCA EXAMINADORA.....	i
AGRADECIMENTOS.....	iii
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vii
SUMÁRIO.....	ix
ÍNDICE DE TABELAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 A importância dos materiais e produtos ambientalmente corretos no contexto da indústria automobilística.....	1
1.2. Objetivos.....	7
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1 Os materiais e produtos automobilísticos e o meio ambiente.....	9
2.1.1 Reciclagem de veículos e os impactos ambientais resultantes.....	9
2.1.2 Impactos ambientais dos “metais pesados” e a sua eliminação.....	12
2.1.3 Os impactos do resíduo da <i>shredder</i> e a sua reciclagem.....	20
2.1.4 O PVC automotivo e seus impactos ambientais.....	29
2.1.4.1 Produção do PVC.....	34
2.1.4.2 Aditivos de PVC.....	35
2.1.4.3 Disposição Final do PVC.....	54
2.1.5 Situação e tendências para o desenvolvimento sustentável no Brasil....	60
2.1.6 Tendências no Projeto de veículos com vistas ao meio ambiente.....	67
2.2 Cenário Mundial e Nacional em Reciclagem de Veículos.....	70
2.2.1 Cenário Mundial em Reciclagem de Veículos.....	70
2.2.2 Cenário Nacional em Reciclagem de Veículos.....	73
2.2.3 O perfil da frota brasileira.....	90
2.3 Informação e Inteligência competitiva para a prospecção e monitoramento Tecnológico.....	98
2.3.1 Inteligência competitiva e análise de informação .....	98
2.3.2 Monitoramento Ambiental.....	101

2.3.3 Fontes de informação para a inteligência.....	102
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	105
3.1 Modelo analítico para o levantamento de dados.....	105
3.2 Fontes de Informações secundárias .....	106
3.3 Levantamento de informações junto a especialistas em reciclagem de veículos.....	107
3.4 Softwares e procedimentos de tratamento e Análise de Informações.....	109
3.5 Equipamentos.....	110
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	111
4.1 Mapeamento de tecnologias registradas em patentes de reciclagem de veículos a partir de resíduos da <i>shredder</i> .....	111
4.2 Tendências e oportunidades da reciclagem de veículos no Brasil segundo a opinião de especialistas consultados.....	125
4.3 Evolução da frota veicular brasileira como estimativa do potencial para reciclagem.....	138
4.4 Utilização de materiais em veículos e a Diretiva Européia.....	144
4.5 Mapeamento de tecnologias de reciclagem de PVC registradas em Patentes.....	151
4.6 Proposta de procedimento para o monitoramento da tendência de reciclagem de veículos e seus materiais no Brasil.....	163
5 CONCLUSÃO.....	169
SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	173
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	175
APÊNDICE A .....	183
ANEXO A.....	191

## LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 2.1 Constituintes do “EAF dust” - emissões particuladas do processo de obtenção do aço (BLOM, 2001).....	13
Tabela 2.2 Distribuição de metais pesados gerados do processamento do aço. (SANDER, 2000).....	13
Tabela 2.3 Alternativas de substituição de metais pesados nos itens listados no Anexo II da Diretiva Européia sobre veículos em final de vida útil (SANDER, 2000).....	16
Tabela 2.4 Patentes sobre reciclagem do resíduo da shredder (UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE; THE EUROPEAN PATENT OFFICE, 2003).....	27
Tabela 2.5 Aplicações do PVC (PLINKE, 2000).....	31
Tabela 2.6 Média de consumo de compostos de PVC para os veículos europeus fabricados em 1996 (MAVEL,____).....	33
Tabela 2.7 Distribuição do consumo de produtos de PVC na Europa e em alguns Estados Membros (EUROPEAN COMMISSION, 2000).....	33
Tabela 2.8 Produção de plastificantes (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001; Institut National de Recherche et de Sécurité, 2001).....	38
Tabela 2.9 Propriedades físicas do DEHP, DIDP e DINP (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001; Institut National de Recherche et de Sécurité, 2001).....	38
Tabela 2.10 Emissões de plastificantes de produtos de PVC ao meio ambiente (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001; Institut National de Recherche et de Sécurité, 2001).....	43
Tabela 2.11 Contribuição dos Veículos para o total de emissões (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001; Institut National de Recherche et de Sécurité, 2001).....	44
Tabela 2.12 Resumo do total de emissões provenientes dos veículos(NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001; Institut	

National de Recherche et de Sécurité, 2001).....	45
Tabela 2.13 Exposição de plastificantes em ambiente industrial (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001; Institut National de Recherche et de Sécurité, 2001).....	46
Tabela 2.14 Principais características dos plastificantes para quantificação da concentração interna do veículo (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001; Institut National de Recherche et de Sécurité, 2001).....	48
Tabela 2.15 Valores estimados de concentração do DEHP, DIDP e DINP internamente ao veículo para adultos e crianças (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001; Institut National de Recherche et de Sécurité, 2001).....	49
Tabela 2.16 Caracterização de riscos do DEHP, DIDP e DINP à saúde humana durante exposição em processo industrial (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001; Institut National de Recherche et de Sécurité, 2001).....	50
Tabela 2.17 Caracterização de riscos do DEHP, DIDP e DINP à saúde humana durante exposição internamente ao veículo (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001; Institut National de Recherche et de Sécurité, 2001).....	51
Tabela 2.18 Caracterização de risco ao meio ambiente dos plastificantes (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001; Institut National de Recherche et de Sécurité, 2001; CSTE, 2001).....	52
Tabela 2.19 Disposição do PVC na Europa baseados em informações fornecidas pelos Estados Membros que compõe a Europa (European Commission, 2000).....	55
Tabela 2.20 Perspectiva de redução da quantidade de disposição de resíduos de PVC com a implementação de Diretivas Europeias (European Commission, 2000).....	59
Tabela 2.21 Portarias e resoluções referentes à classificação, coleta, recolhimento e destinação final de resíduos.....	74
Tabela 2.22 Estimativa de arrecadação final de tributos sem a	

implementação do Programa Nacional de Renovação da Frota versus a arrecadação final de tributos com a implementação do Programa (NASSIF, 1999).....	83
Tabela 2.23 Faturamento anual da Indústria automobilística (ANFAVEA, 2003).....	84
Tabela 2.24 Exportações da indústria automobilística de automóveis, veículos comerciais leves e veículos comerciais pesados brasileira em unidades exportadas (ANFAVEA, 2003).....	84
Tabela 2.25 Vendas internas de nacionais em unidades (ANFAVEA, 2003).....	86
Tabela 2.26 Principais países europeus que a indústria automobilística exportou em 2001 veículos, motores e componentes (ANFAVEA, 2003).....	88
Tabela 2.27 Unidades de autoveículos exportados à Europa – 2000 e 2001(ANFAVEA, 2003).....	89
Tabela 2.28 Participação da Itália, França e Alemanha do total de autoveículos exportados à Europa em 2000 e 2001 ANFAVEA, 2003).....	90
Tabela 2.29 Frota circulante brasileira de automóveis e comerciais leves no ano de 2000 (FENABRAVE, 2003).....	91
Tabela 2.30 Distribuição da frota brasileira de 2001 por Estado, em porcentagem (ANFAVEA, 2003).....	92
Tabela 2.31 Produção e vendas de nacionais e importados no Brasil (ANFAVEA, 2003).....	92
Tabela 2.32 Distribuição de habitantes por veículos de 1993 a 2000 (ANFAVEA, 2003).....	94
Tabela 2.33 Evolução das vendas internas de automóveis de 1000 cilindradas – nacionais e importados – 1990 a 2002 (ANFAVEA, 2003).....	95
Tabela 2.34 Unidades de automóveis mais vendidas no período de outubro de 2002 a outubro de 2003 versus participação no mercado e peso médio do veículo de cada modelo de automóvel vendido no último ano (FENABRAVE, 2003).....	97
Tabela 2.35 Unidades de comerciais leves mais vendidas no período de outubro de 2002 a outubro de 2003 versus participação no mercado e,	

peso médio do veículo proveniente de cada modelo de unidade vendida no último ano (FENABRAVE, 2003).....	98
Tabela 4.1 Detentores de tecnologias de reciclagem do resíduo da shredder de 1968 a 2003.....	115
Tabela 4.2 Dados bibliográficos da patente concedida sobre reciclagem de veículos em um Sistema Padrão Brasileiro.....	123
Tabela 4.3 Distribuição por tipo de material se reciclássemos 4.600.000 veículos nos dias atuais (2000).....	140
Tabela 4.4 Unidades de automóveis mais vendidas no período de outubro de 2002 a outubro de 2003 e quantidade em tonelada gerada quando do descarte em final de vida do veículo.....	141
Tabela 4.5 Unidades de comerciais leves mais vendidas no período de outubro de 2002 a outubro de 2003 e quantidade em tonelada gerada quando do descarte em final de vida do veículo.....	141
Tabela 4.6 Distribuição por tipo de material se reciclássemos as unidades mais vendidas no período de um ano (Outubro de 2002 a Outubro de 2003).....	142
Tabela 4.7 Emissões de DEHP, DIDP e DINP durante seus ciclos de vida quando presentes em produtos de PVC.....	146
Tabela 4.8 Emissões de DEHP, DIDP e DINP durante seus ciclos de vida quando presentes em produtos de PVC (em porcentagem).....	147
Tabela 4.9 Emissões de plastificantes à água durante o uso de produtos de PVC presentes externamente aos veículos, especificamente para a aplicação de revestimento externo do assoalho ( <i>underseal</i> ).....	150
Tabela 4.10 Principais detentores de tecnologias de reciclagem do PVC de 1973 a 2003.....	154
Tabela 4.11 Grupos mais freqüentes para a reciclagem do PVC.....	160
Tabela 4.12 Dados bibliográficos das patentes identificadas no INPI que tratam da reciclagem do PVC.....	162
Tabela 4.13 Mapa de Tópicos de Monitoramento e respectivas fontes de informação propostas para a reciclagem de veículos e seus respectivos materiais.....	165

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Índices de reciclabilidade, recuperabilidade e reutilização para veículos novos a serem atingidos nos próximos anos (DIRECTIVE, 2000).....	5
Figura 1.2 Principais desafios a serem alcançados para projetos de veículos novos (COMMISSION DECISION, 2002).....	6
Figura 2.1 Esquema simplificado dos estágios de reciclagem de veículos e a geração de resíduos (LOHSE J., SANDER K., WIRTS M., 2001).....	11
Figura 2.2 Distribuição de materiais no resíduo do processo de trituração de veículos ( <i>shredder</i> ) (BELLMANN, 1999).....	21
Figura 2.3 Indicador da evolução da utilização de plásticos na indústria automobilística (AUTOVINYLE ASSOCIATION, 2002).....	23
Figura 2.4 Tendência de utilização de Materiais em veículos por ano modelo (WILLIAMS, 2003).....	25
Figura 2.5 Principais aplicações do PVC na indústria automobilística (MAVEL,_____).....	32
Figura 2.6 Emissões e destino dos plastificantes e exemplos de aplicações em produtos de PVC (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001; INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ, 2001).....	42
Figura 2.7 Estimativa de disposição do PVC em diferentes setores (European Comission, 2000).....	56
Figura 2.8 Estimativa da quantidade de PVC a ser aterrada nos próximos anos (European Comission, 2000).....	60
Figura 2.9 Distribuição dos materiais que compõem o resíduo sólido urbano (INSTITUTO DO PVC, 2001).....	61
Figura 2.10 Distribuição média dos plásticos encontrados no volume total de resíduo disposto (INSTITUTO DO PVC, 2001).....	62
Figura 2.11 Composição da Coleta Seletiva (Média das cidades – em peso) (CEMPRE, 2004).....	66
Figura 2.12 Representação das definições de Reciclabilidade, Recuperabilidade e Reutilização, conforme ISO 22628 (INTERNATIONAL	

ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2002).....	75
Figura 2.13 Representação gráfica das exportações da indústria automobilística brasileira em unidades exportadas (ANFAVEA, 2003).....	85
Figura 2.14 Representação gráfica das vendas internas de nacionais em unidades(ANFAVEA, 2003).....	86
Figura 2.15 Exportações e vendas nacionais de 1993 a 2001(ANFAVEA, 2003).....	87
Figura 2.16 Principais continentes para os quais o Brasil exporta autoveículos, motores e componentes (ANFAVEA, 2003).....	89
Figura 3.1 Proposta de modelo analítico do emprego da inteligência competitiva como ferramenta para o presente trabalho.....	105
Figura 4.1 Concessão de patentes por país sobre reciclagem do resíduo da <i>shredder</i> de 1968 à 2003.....	112
Figura 4.2 Evolução da concessão de patentes por país sobre reciclagem do resíduo da <i>shredder</i> .....	113
Figura 4.3 Evolução das concessões de patentes sobre reciclagem do resíduo da <i>shredder</i> ao longo dos anos.....	114
Figura 4.4 Ano de depósito das patentes sobre reciclagem do resíduo da <i>shredder</i> depositadas por montadoras.....	116
Figura 4.5 Evolução da concessão de patentes sobre reciclagem de resíduo da <i>shredder</i> das classificações identificadas.....	118
Figura 4.6 Subclasses mais freqüentes das patentes sobre reciclagem do resíduo da <i>shredder</i> .....	119
Figura 4.7 Classificação das Patentes depositadas por montadoras.....	120
Figura 4.8 Tipos de classificações sobre reciclagem do resíduo da <i>shredder</i> por país de origem.....	122
Figura 4.9 Nível de conhecimento em reciclagem de veículos dos especialistas consultados.....	128
Figura 4.10 Nível atual da procura do consumidor brasileiro por veículos com apelo ecológico ambientalmente correto.....	128
Figura 4.11 Grau de importância dos programas de renovação de frota para o desenvolvimento da reciclagem de veículos no Brasil.....	129

Figura 4.12 Período para a reciclagem de veículos ocorrer no Brasil sem programas especiais de renovação da frota.....	129
Figura 4.13 Período para a reciclagem de veículos ocorrer no Brasil com programas especiais de renovação da frota.....	129
Figura 4.14 Grau de importância da demanda por produtos com apelo ecológico sobre a atratividade econômica atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos. ....	130
Figura 4.15 Grau de importância da regulamentação e legislação governamental favorável sobre a atratividade econômica atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos. ....	130
Figura 4.16 Grau de importância da disponibilidade de tecnologias sobre a atratividade econômica atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos. ....	130
Figura 4.17 Grau de importância da disponibilidade de financiamentos sobre a atratividade econômica atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos.....	131
Figura 4.18 Grau de importância de incentivos fiscais sobre a atratividade econômica atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos....	131
Figura 4.19 Grau de importância de investimentos para funcionamento legalizado de Centros de Desmontagem sobre a atratividade econômica atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos.....	131
Figura 4.20 Atratividade atual para a reciclagem de veículos.....	132
Figura 4.21 Atratividade futura para a reciclagem de veículos.....	132
Figura 4.22 Grau de importância aquisição de tecnologias do exterior na competência brasileira atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos.....	132
Figura 4.23 Grau de importância de desenvolvimento de tecnologias brasileiras na competência brasileira atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos.....	133
Figura 4.24 Grau de importância da capacidade de investimento na competência brasileira atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos.....	133

Figura 4.25 Grau de importância da capacitação de gestores na competência brasileira atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos.....	133
Figura 4.26 Grau de importância da capacitação de recursos humanos na competência brasileira atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos.....	134
Figura 4.27 Grau de importância da campanhas de marketing na competência brasileira atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos.....	134
Figura 4.28 Competência (capacidade de realizar) atual do Brasil para a reciclagem de veículos.....	134
Figura 4.29 Competência (capacidade de realizar) futura (dentro de 5 anos) do Brasil para a reciclagem de veículos.....	135
Figura 4.30 Impacto de programas de reciclagem de veículos no aumento de vendas de veículos com a implementação de programas especiais de renovação de frota.....	135
Figura 4.31 Impacto de programas de reciclagem de veículos no aumento de vendas de veículos sem a implementação de programas especiais de renovação de frota.....	135
Figura 4.32 Impacto de programas de reciclagem de veículos no aumento do número de empregos com a implementação de programas especiais de renovação de frota.....	136
Figura 4.33 Impacto de programas de reciclagem de veículos no aumento do número de empregos sem a implementação de programas especiais de renovação de frota.....	136
Figura 4.34 Impacto da reciclagem do metal dos veículos sobre o aumento da oferta de sucata metálica no mercado – influência no custo de novos veículos.....	136
Figura 4.35 Validade de se iniciar a reciclagem exclusiva da parte metálica do veículo sem o pré-tratamento por despoluição e desmontagem.....	137
Figura 4.36 Impacto ambiental relativo esperado com a reciclagem exclusiva da parte metálica do veículo sem o pré-tratamento por despoluição e desmontagem.....	137

Figura 4.37 Capacidade dos aterros brasileiros absorverem o resíduo formado pela reciclagem de veículos sem pré-tratamento por despoluição e desmontagem.....	137
Figura 4.38 Capacidade dos aterros brasileiros absorverem o resíduo formado pela reciclagem de veículos com pré-tratamento por despoluição e desmontagem.....	138
Figura 4.39 Representação gráfica da quantidade de resíduo a ser descartado se o veículo fosse reciclado nos moldes propostos pela Diretiva Européia versus a quantidade de resíduo gerada se somente a parte metálica fosse reciclada versus a quantidade de resíduo gerada se não houvesse nenhuma forma de reaproveitamento desse resíduo referente aos veículos vendidos no período de outubro de 2002 a outubro de 2003.....	143
Figura 4.40 Distribuição da quantidade de veículos da frota nacional por tipo de material e seu descarte.....	144
Figura 4.41 Comparação da quantidade emitida de plastificante em função da quantidade produzida para aplicação em veículos e para aplicações em geral.....	148
Figura 4.42 Contribuição das emissões de plastificantes provenientes dos veículos comparativamente com as emissões totais.....	149
Figura 4.43 Concentração de plastificantes no ar no interior de um veículo.....	150
Figura 4.44 Concessão de patentes por país sobre reciclagem do PVC.....	152
Figura 4.45 Evolução da concessão de patentes sobre reciclagem de PVC ao longo dos anos.....	152
Figura 4.46 Evolução da concessão de patentes por país ao longo dos anos.....	153
Figura 4.47 Número de patentes sobre reciclagem do PVC depositadas por montadoras por ano de depósito.....	156
Figura 4.48 Evolução da concessão de patentes de reciclagem do PVC por classificação ao longo dos anos.....	158
Figura 4.49 Classificações das patentes sobre reciclagem do PVC depositadas por montadoras.....	159
Figura 4.50 Tipos de classificações sobre reciclagem do resíduo da shredder por país de origem.....	161

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 A importância dos materiais e produtos ambientalmente corretos no contexto da indústria automobilística

Existe uma preocupação crescente com a compatibilização do desenvolvimento de materiais e produtos e o meio ambiente. Os produtos, fundamentais para a riqueza e qualidade de vida da sociedade têm sido consumidos de forma crescente, estando, direta ou indiretamente, na origem da maior parte da poluição e do esgotamento de recursos que a sociedade causa. O desafio enfrentado reside em conseguir um desenvolvimento equitativo para todos os seres humanos e para a vida em geral na terra, incluindo as gerações futuras, preservando a integridade do meio ambiente em escala mundial, conforme preconizou a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizado no Rio de Janeiro em 1992 (AGENDA 21, 1992). Uma das vias para este objetivo consiste em consolidar um novo paradigma de crescimento e uma qualidade de vida superior, mediante criação de riqueza e competitividade com base em produtos mais ecológicos. Os produtos do futuro devem utilizar menos recursos, comportar menos impactos e riscos para o ambiente e evitar a geração de resíduos ainda na fase de concepção.

Nesse contexto, podem ser encontradas diretrizes importantes no “Livro Verde” apresentado em 2001 pela Comissão das Comunidades Europeias (COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS, 2001), que trata da “Política Integrada Relativa aos Produtos” (IPP), aonde são apontados os desafios de tornar os produtos mais ecológicos e de serem assumidos primordialmente pelas empresas e pelos consumidores, visto que as principais decisões relativas aos impactos ambientais dos produtos devem ser tomadas durante o projeto e no estabelecimento comercial. Uma vez lançado no mercado, pouco se pode fazer para melhorar as características ambientais de um produto. Do mesmo modo, todos os esforços ao nível da concepção (isto é, do design) serão vão se os consumidores não adquirirem produtos mais ecológicos ou

não os utilizarem de um modo ‘amigo do ambiente’. Portanto, a abordagem IPP (‘Política Integrada Relativa aos Produtos’) concentra-se essencialmente no “*design*” (projeto) ecológico dos produtos e na promoção de informação e incentivo para aquisição dos mesmos.

Produtos como os veículos merecem atenção especial no que diz respeito a projetá-lo de maneira amigável ao meio ambiente. Dentre os possíveis impactos ambientais relacionados ao ciclo de vida dos veículos, a disposição final aparece como um dos destaques devido ao volume de sucata gerada.

Conforme parágrafo três da Diretiva 2000/53/EC do Parlamento e Council Europeu publicada no “*Official Journal of the European Communities*” (Diário Oficial da Comunidade Européia) em 21 de outubro de 2000, que trata sobre veículos no final da vida útil, a sucata gerada na Comunidade Européia proveniente dos veículos no final da vida útil gira em torno de 8 a 9 milhões de toneladas por ano. Essa proporção é bastante crítica, pois, além de possuírem fisicamente pouco espaço para regulamentação de mais aterros, o pioneirismo no avanço tecnológico cresceu demasiadamente em detrimento às questões ambientais. Os aterros autorizados encontram-se cada vez mais saturados, os metais pesados e as toxinas infiltram-se nos solos subterrâneos produzindo gases explosivos e tóxicos. Mais preocupante ainda é o número desconhecido, mas certamente muito elevado, de aterros ilegais cujos riscos são inquantificáveis.

Essa Diretiva para veículos no final da vida útil estabelece requisitos ambientais no projeto/concepção dos veículos colocados no mercado Europeu. Nesse contexto, os veículos abrangem os seguintes tipos de máquinas:

- aqueles utilizados para passeio que compreendem não mais do que oito assentos em adição ao do motorista conforme descritos na Diretiva Européia 70/156/EEC dos Estados Membros da Comunidade Européia publicada no “*Official Journal*” (Diário Oficial) L 042. 23 em fevereiro de 1970.

- aqueles utilizados para transporte que não excedam 3750 kg também conforme descritos na Diretiva Européia 70/156/EEC.
- e, veículos de três rodas descritos conforme Diretiva Européia 92/61/EEC publicada no “Official Journal” (Diário Oficial) L 225 em 10 agosto de 1992.

A Diretiva para veículos em final de vida estabelece medidas que visam, prioritariamente, a prevenção de emissões de resíduos provenientes dos veículos quando da reutilização e reaproveitamento de suas peças e componentes, e da reciclagem, como forma de reduzir os impactos relacionados à sua disposição final, bem como, a melhoria da performance ambiental de todas as operações envolvidas no ciclo de vida do veículo.

É importante que medidas preventivas sejam aplicadas durante a fase de concepção do veículo, principalmente relacionadas à redução e controle de substâncias perigosas e à facilitação do processo de reciclagem. Em particular, o uso de metais pesados é controlado.

Os materiais e componentes dos veículos colocados no mercado europeu a partir de 1<sup>o</sup> de julho de 2003 não devem conter os “metais pesados”, Chumbo (Pb), Mercúrio (Hg), Cádmio (Cd) e Cromo hexavalente (Cr<sup>+6</sup>), exceto aplicações específicas mencionadas no Anexo II da Diretiva (COMMISSION DECISION, 2002). Por exemplo, para o Cromo hexavalente (Cr<sup>+6</sup>) utilizado como revestimentos de proteção à corrosão, o uso está permitido até julho de 2007.

Essas substâncias, consideradas tóxicas ao meio ambiente e à saúde humana, podem ser encontradas em produtos como bateria, amortecedores, peso balanceador das rodas, etc., podem ainda ser encontradas na forma de elementos de liga em ligas metálicas, como estabilizantes de polímeros como o PVC, como estabilizante de tinta etc.

Esta restrição visa contribuir para se ter a garantia de que certos materiais e componentes não se tornem resíduos do processo de trituração através da *shredder* (equipamento de trituração de veículos e/ou outros produtos), que não sejam incinerados ou que não sejam dispostos em aterros.

Também é estabelecido pela Diretiva que os fabricantes de veículos devem garantir que o veículo seja projetado de maneira a atingir determinados índices de reciclabilidade, reutilização e recuperabilidade.

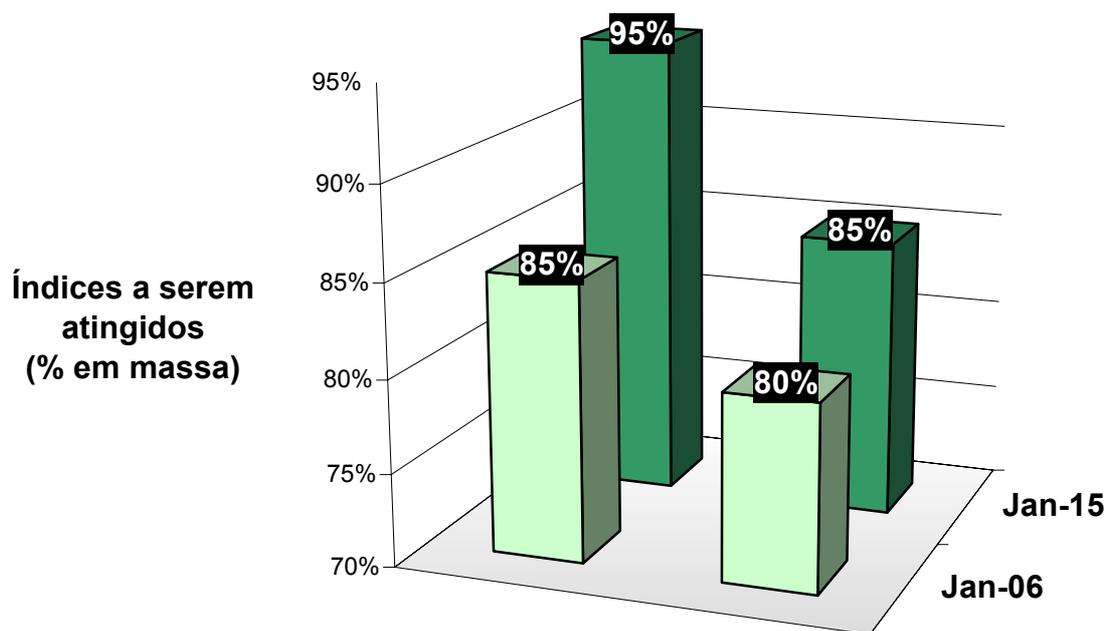
Para 1º janeiro de 2006, todos os veículos colocados no mercado devem atingir um mínimo de 85 % em peso por veículo no que se refere à reutilização e recuperabilidade, ou seja, os componentes, peças ou materiais do veículo devem ser passíveis de serem reutilizados ou, passíveis de serem recuperados. Reutilizar significa retornar ao uso com a mesma finalidade para que o item foi produzido (exemplo: reutilização do motor). Recuperar inclui reutilizar, reciclar mecanicamente ou quimicamente (feed stock), e reaproveitar o valor energético dos materiais e componentes para geração de energia através da incineração.

Também conforme Diretiva Européia, para 1º janeiro de 2006, o limite de reutilização e reciclabilidade deve atingir 80% em peso por veículo. Reciclar significa re-processar o material considerado como resíduo e retorná-lo à sua finalidade inicial ou outra finalidade qualquer, porém, a reciclagem exclui o processo de reaproveitamento energético (geração de energia).

Para veículos produzidos antes de 1º de janeiro de 1980, a taxa para reutilização e recuperabilidade deverá atingir um máximo de 75 % em peso por veículo e, para reutilização e reciclagem a taxa será de 70% em peso por veículo.

Para 1º de janeiro de 2015, para todos os veículos no final de vida, a reutilização e recuperabilidade deve atingir o valor mínimo de 95% em peso por veículo e, para reutilização e reciclagem, a taxa será de 85% em peso por veículo.

A Figura 1.1 resume os índices de reciclabilidade, reutilização e recuperabilidade que veículos “novos” devem atingir:



	Reutilizar/recuperar	Reutilizar/Reciclar
Jan-06	85%	80%
Jan-15	95%	85%

Figura 1.1 Índices de reciclabilidade, recuperabilidade e reutilização para veículos novos a serem atingidos nos próximos anos (DIRECTIVE, 2000).

Para isso, a diretiva estabelece que os fabricantes devem prover informações e requisitos de desmontagem, em particular, a presença de substâncias perigosas (metais pesados). Além disso, tecnologias de reciclagem de plásticos provenientes dos veículos devem ser melhoradas e, o uso de conteúdo de material reciclado em peças e componentes veiculares deve ser continuamente incentivado. No caso do PVC (poli-cloreto de vinila) em particular, grande atenção tem sido dada pela Comissão Européia, por haver grandes discrepâncias na avaliação dos seus impactos ao meio ambiente, o que deverá ser melhor caracterizado antes de futuras propostas quanto à sua utilização nos veículos.

Do ponto de vista social, as pessoas tornaram-se muito mais alertas sobre a necessidade de se gerenciar as conseqüências do crescimento populacional desde a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e

Desenvolvimento realizada no Rio de Janeiro em 1992. Sob o ponto de vista da indústria, o aumento da preocupação com o meio ambiente trouxe a aproximação mais integrada como participante direto, usuário e cidadão no que diz respeito à proteção ao meio ambiente e recursos naturais.

O atendimento à Diretiva Européia para veículos no final de vida útil é de extrema importância não só para a Comunidade Européia mas também para aqueles que exportam veículos à Europa, uma vez que, o não cumprimento desses requisitos pode significar uma barreira técnica à exportação.

Desse modo, a indústria automobilística, seus fornecedores e sub-fornecedores deverão encarar grandes desafios para a eliminação de metais pesados em seus materiais, peças e componentes, para o atendimento a índices de reciclabilidade para os próximos anos, e as incertezas quanto à substituição do PVC e seu impacto ao meio ambiente.

A Figura 1.2 representa sinteticamente as principais etapas a serem cumpridas para os próximos anos. Os itens contidos no Anexo II da Diretiva (COMMISSION DECISION, 2002) e que se referem exclusivamente a exceções para metais pesados não estão sendo representadas.

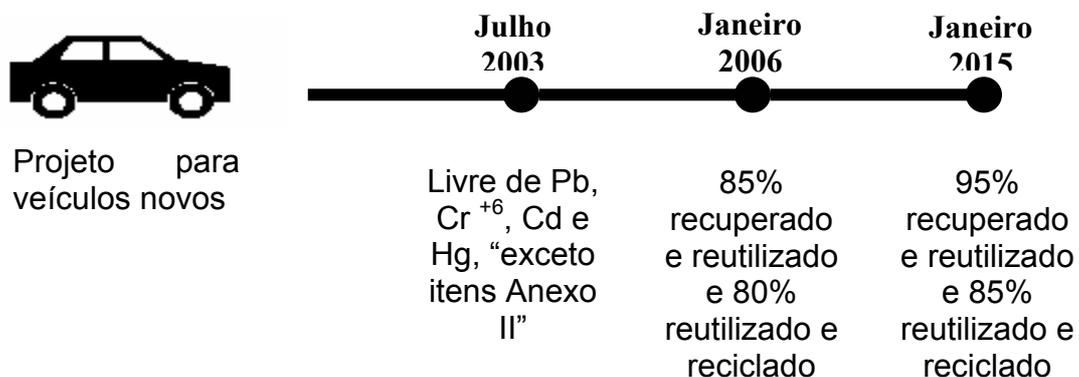


Figura 1.2 Principais desafios a serem alcançados para projetos de veículos novos (COMMISSION DECISION, 2002).

Enfim, a importância de se proteger e preservar o meio ambiente é mais acentuada em países desenvolvidos, mas afeta também os países em desenvolvimento que exportam para mercados mais exigentes. Além das

pressões de mercados externos, também as pressões internas geradas principalmente por legislações ambientais, pela necessidade de “aquecimento” da economia, pelo marketing das empresas como diferencial frente ao consumidor, bem como a preocupação e conscientização do consumidor, fazem aumentar a preocupação com o meio ambiente por parte de todos os envolvidos.

Nesse contexto, o campo da informação e prospecção tecnológica possui métodos e técnicas adequados para o monitoramento das medidas legislativas e regulatórias, bem como os fatos e eventos que podem afetar as decisões de desenvolvimento tecnológico das organizações, aplicáveis à indústria automotiva.

## **1.2 Objetivos**

A crescente preocupação tecnológica, econômica e social com o meio ambiente e preservação dos recursos naturais, associados à melhoria da qualidade de vida tem induzido o aumento das legislações ambientais. Tendo em vista a importância do processo evolutivo das legislações ambientais para a indústria automobilística, o presente trabalho tem o objetivo de contribuir para o desenvolvimento de métodos de análise de informação tecnológica para a caracterização e monitoramento de tendências e oportunidades no desenvolvimento sustentável para essa indústria, tomando como base as diretivas e legislações européias, que influenciam diretamente o desenvolvimento tecnológico de países em desenvolvimento. Os objetivos específicos são os seguintes:

- Estudar a situação atual, as tendências e oportunidades em reciclagem de veículos no Brasil e no mundo, caracterizados pela reciclagem do resíduo formado do processo de trituração (resíduo da *shredder*), tomando como base o contexto europeu da reciclagem de veículos;
- Avaliar os principais impactos dos metais pesados presentes nos veículos;

- Avaliar os principais impactos do PVC ao meio ambiente e à saúde humana, bem como, avaliar se o mesmo deve ser eliminado das peças e componentes dos veículos, além de estudar as tendências e oportunidades de reciclagem de PVC.
- Propor métodos de análise de informação tecnológica aplicáveis ao contexto brasileiro da reciclagem de materiais e produtos automotivos, com base na inteligência competitiva e no monitoramento e prospecção tecnológica.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Os materiais e produtos automobilísticos e o meio ambiente**

#### **2.1.1 Reciclagem de veículos e os impactos ambientais resultantes**

A reciclagem de veículos tem papel fundamental na preservação de recursos naturais, redução da poluição da água, ar e geração de resíduos sólidos. A indústria, nos Estados Unidos e Canadá, reciclam mais de quatro milhões de veículos anualmente (AUTOMOTIVE RECYCLERS ASSOCIATION, 2002).

No caso da Europa, que será tomado como referência, o início do processo do gerenciamento de reciclagem de um veículo se inicia com a coleta e entrega adequada de veículos a um local competente. Esse processo é denominado “escrapping” do veículo.

O procedimento para escrapar veículos no final da vida, ou seja, entregar o veículo obsoleto a um local competente, varia de país para país. Segundo a Diretiva Europeia, veículos no final da vida útil devem ser transferidos para centros de tratamento legalizados, e cada país da União Europeia deve introduzir um sistema de certificação de destruição, sendo condição para desregistrar o veículo e transformá-lo em sucata. O certificado é emitido para o proprietário do veículo quando o mesmo (o veículo) é transferido para o centro de tratamento.

O Custo para a disposição final de veículos varia de país para país (PLASTICS IN END OF LIFE VEHICLES, 2003). Em alguns países, o proprietário recebe pagamento e em outros uma taxa tem que ser paga para obter o certificado, porém, quando da entrada em vigor da Diretiva Europeia, os Estados Membros devem garantir que o proprietário do veículo a ser disposto deve entregar o seu veículo a um centro de tratamento autorizado sem nenhum custo independente do valor de mercado do veículo em final de vida, conforme DIRECTIVE 2000/53/EC publicada no “*Official Journal of the European Communities*” (Diário Oficial da Comunidade Europeia) em outubro de 2000. Alguns países da União Europeia introduziram sistemas de financiamento para

o tratamento de veículos no final da vida útil (PLASTICS IN END OF LIFE VEHICLES, 2003).

O processo de tratamento de um veículo no final de vida se inicia com a sua desmontagem e posterior trituração.

A desmontagem inicia-se com a despoluição do veículo. Isto envolve, drenagem de fluidos, bem como, a remoção de componentes ambientalmente perigosos, como a bateria e os pneus. A desmontagem, propriamente dita, baseia-se na remoção de peças e componentes que possam ser reutilizados. Esse processo gera renda, uma vez que podem ser vendidas peças reutilizáveis como motores, caixas de câmbio, etc.

Além disso, alguns componentes passíveis de serem reciclados são desmontados e enviados diretamente a empresas recicladoras.

Depois da despoluição, desmontagem de peças passíveis de serem reutilizadas e de peças passíveis de serem recicladas, o veículo é transportado para as trituradoras, mundialmente conhecidas como *shredders*.

As *shredders*, por sua vez, têm a função de triturar o veículo inteiro ou qualquer outro componente que contenha metal em combinação com outros materiais (ex. geladeira) e, separar a fração metálica para fins de reciclagem da não metálica.

A Figura 2.1 exemplifica os estágios de reciclagem de veículos, bem como, a geração de resíduos desse processo.

Nota-se que, para um veículo de peso de 1200 kilos, 100 kilos são compostos de fluidos, bateria etc. e peças que podem ser reutilizadas, 800 kilos são formados pela parte metálica do veículo e que podem ser facilmente reciclados, os 300 kilos restantes são resíduos de materiais diversos e de difícil reciclagem, cujo destino varia de país para país. O destino de grande parte desse resíduo ainda é o aterro.

Para se ter uma idéia da quantidade de sucata gerada de um processo de reciclagem de veículo, no Reino Unido, em 1998, existiam 27 milhões de veículos nas ruas, sendo que desse montante, 1,8 milhões de veículos foram descartados no ano seguinte (1999). O destino desses veículos foi os 3500 a

5000 desmontadores existentes, aonde, desse total, 60% desses estabelecimentos funcionavam legalmente (IMDS, 2002).

A quantidade de resíduos gerados do processo de reciclagem de veículos e a quantidade de peças recicladas foram as seguintes:

- Peso médio por veículo = 1030 kilos
- 1,9 milhões de toneladas de veículos para serem reciclados
- 0,19 milhões de peças foram reutilizadas (motores, caixas de câmbio, etc.).
- 1,3 milhões de toneladas de material foram recicladas: metais (ferrosos e não ferrosos) e não metais (pneus, fluidos, baterias e plásticos) e,
- 0,44 milhões de toneladas (23%) dos materiais foram aterrados: plásticos, borrachas, etc.

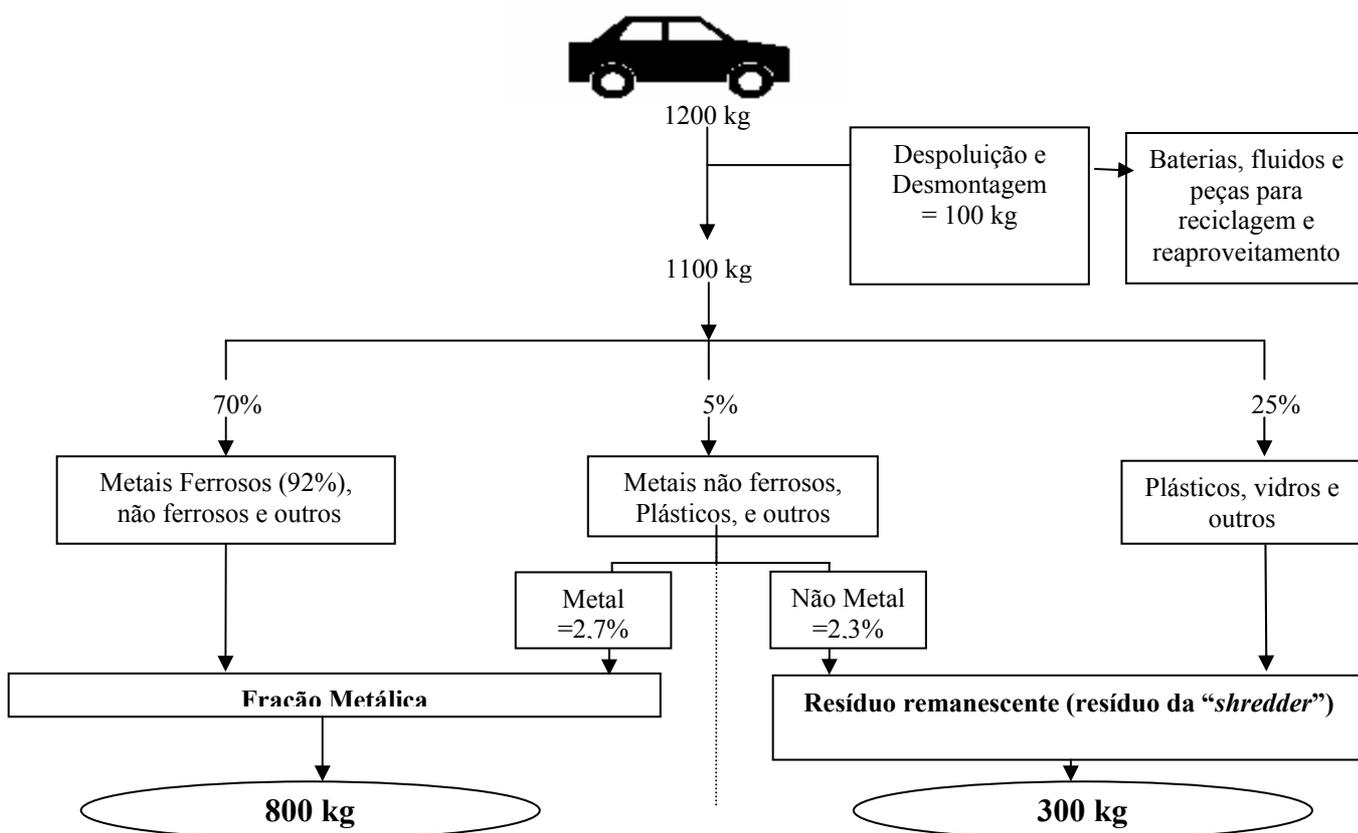


Figura 2.1 Esquema simplificado dos estágios de reciclagem de veículos e a geração de resíduos (LOHSE J., SANDER K., WIRTS M., 2001).

Os impactos ambientais dos processos de reciclagem não estão somente relacionados à quantidade de resíduo gerado em termos de ocupação física em aterros ou lixões, mas também e, principalmente, pelos efeitos negativos que esses causam ao meio ambiente. Além disso, as emissões durante a reciclagem e etapas posteriores também devem ser consideradas quanto aos impactos negativos por ela causados.

## **2.1.2 Impactos ambientais dos “metais pesados” e a sua eliminação**

### **a) Principais ocorrências de emissões**

As emissões dos “metais pesados” presentes nos veículos ocorrem somente no estágio final do ciclo de vida dessas substâncias, ou seja, podem ocorrer durante a fabricação do aço aonde a sucata metálica do automóvel é matéria-prima para a fabricação do aço e, excepcionalmente durante o processo de trituração (*shreddering*) do veículo quando alguns itens compactos e largos atingem altas temperaturas quando triturados (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001). Altas temperaturas propiciam emissões de metais pesados (JODY, 2001) e, como consequência, a fabricação do aço é a maior fonte de emissões dessas substâncias.

Anualmente, a indústria de reciclagem de metais reaproveita aproximadamente 55 a 60.10<sup>6</sup> toneladas de sucata para a produção de produtos de aço acabados. A maior fonte desta sucata é o automóvel obsoleto (HOFFMAN, 1993).

No processamento para obtenção de certos tipos de aço, o equipamento mais comumente usado é o “Forno Arco Elétrico, ou EAF.

Emissões particuladas de metais pesados são geradas em vários pontos durante o processo. Essas emissões, dependendo do processo de fabricação, são comumente capturadas no sistema de filtros e comumente conhecidas como “*EAF dust*” ou “*BOF dust*”. Este último, formado quando da utilização de outro tipo de forno, o Basic Oxygen Furnace - BOF (BLOM, 2001).

A Agência de proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) considera o “*EAF dust*” um resíduo perigoso quando aterrado devido à presença de metais pesados considerados tóxicos, como, cádmio, chumbo, níquel e cromo

hexavalente ( $\text{Cr}^{+6}$ ). O “*BOF dust*” não é considerado como resíduo perigoso devido à presença de somente traços desses elementos listados como tóxicos. Em média, o “*EAF dust*” contém um total de 6% contra 2% do “*BOF dust*”.

Tipicamente, o “*EAF dust*” pode conter diversos constituintes como exemplificado na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 Constituintes do “*EAF dust*” - emissões particuladas do processo de obtenção do aço (BLOM, 2001).

Constituinte	% em peso
ZnO	27%
PbO	2%
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	44%
C	6%
Derivados Halogenados	2 to 4%
Cd	220 ppm

O conteúdo de alguns metais pesados gerados por uma planta de processamento de aço na Dinamarca na metade dos anos noventa, está representado na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 Distribuição de metais pesados gerados do processamento do aço. (SANDER, 2000).

	Emissões em toneladas/ano				
	Emissão ao ar	Retidos no Filtro	Escória e outras frações de resíduos	Emissão à água	Acompanham o produto
<b>Mercúrio (1993)</b>	0,07	-	-	-	-
<b>Chumbo (1994)</b>	2,0	302	69	0,03	11
<b>Cádmio (1997)</b>	0,02	4,4	0,09	0,0002	≈ 0

Há indicação que a fonte de maior contribuição de emissões de “chumbo” é o processamento de aço, perfazendo 53% do total de emissões de chumbo nos Estados Unidos (U.S. EPA, 1990-1998).

Os danos causados pelos metais pesados são conhecidos e extensivamente expostos nas mais diversas literaturas. A maior preocupação no que se refere ao chumbo está relacionado com os impactos às crianças. O chumbo influencia o sistema nervoso, diminuindo a resposta do sistema nervoso central. Isto influencia as habilidades de aprendizado e comportamento das crianças. As crianças estão expostas ao chumbo antes de seu nascimento, recebendo chumbo através do sangue de suas mães. Estão também expostas através do ar e deposição no solo. Ao meio ambiente, o chumbo é conhecido ser tóxico às plantas, animais e microorganismos (EUROPEAN COMMISSION, 2002).

Quanto ao mercúrio, o foco está no metil mercúrio originário da dieta, em particular, através do consumo de peixe e produtos derivados do peixe. Nos humanos, o mercúrio afeta entre outros órgãos o cérebro e, está documentado que, assim como o chumbo, crianças são contaminadas pelo mercúrio ainda no estágio embrionário causando efeitos no desenvolvimento mental. No meio ambiente, o mercúrio (metil mercúrio), tem habilidade de se concentrar através da cadeia alimentar, em particular na cadeia alimentar marinha (EUROPEAN COMMISSION, 2002).

O cádmio se acumula principalmente nos rins conduzindo a disfunções. A ingestão de cádmio está ligada à ingestão de, em particular, vegetais e produtos de milho. A preocupação neste sentido está baseada no conhecimento de que um aumento de cádmio em solo para agricultura irá resultar em um aumento de contaminação de cádmio nas plantas. Para fumantes, o uso do tabaco também é fonte de preocupação. O cádmio também é tóxico a animais e microorganismos. Também para animais, danos no rim são os efeitos dominantes (EUROPEAN COMMISSION, 2002).

O Cromo está presente em diferentes estados de oxidação, porém o  $\text{Cr}^{3+}$  e o  $\text{Cr}^{6+}$  são os mais relevantes. Porém, há uma grande diferença no que diz respeito à toxicidade. Em geral,  $\text{Cr}^{3+}$  é consideravelmente menos tóxico que o

$\text{Cr}^{6+}$ . Este último confere um grande número de efeitos adversos à saúde, desde irritações até câncer (EUROPEAN COMMISSION, 2002).

Das etapas do ciclo de vida dos metais pesados, o estágio de disposição final é o maior destino dessas substâncias conforme mencionado anteriormente, embora, pequenas quantidades de emissões ocorram durante o uso de peças e componentes que utilizam essas substâncias. Essas emissões se dão por corrosão e desgaste.

Especificamente para o  $\text{Cr}^{6+}$ , existe uma alegação por parte dos fabricantes de veículos que, durante o período de vida do veículo, parte do  $\text{Cr}^{6+}$  é quimicamente transformada em  $\text{Cr}^{3+}$  significando que, uma menor quantidade de  $\text{Cr}^{6+}$  chegará até o estágio de disposição final (SANDER, 2000).

Na disposição final, os metais pesados são ou encaminhados para a reciclagem, ou dispostos em aterros ou incinerados. A reciclagem de metais pesados pode ser, por um lado, a mais vantajosa das opções em termos de impactos ambientais por ser ela a opção aonde se evita o envio desses metais ao meio ambiente (o que acontece com a incineração e aterro) e, evita também que novos materiais “virgens” entrem no circuito, o que aumentaria a quantidade de contaminantes no meio ambiente. Por outro lado, com a proibição gradativa do uso de metais pesados através das legislações de restrição dessas substâncias nas diversas aplicações e em todo o mundo, a reciclagem não será mais uma opção apropriada, pois, a oferta do material reciclado no mercado acabará sendo maior que a procura, o que inviabilizaria o processo de reciclagem dessas substâncias.

Por um longo período ainda conviveremos com a presença de metais pesados no meio ambiente proveniente dos veículos, porém, notadamente, a eliminação por completo dessas substâncias é a melhor solução, ou seja, já durante a fase de projeto do veículo, alternativas de substituição desses materiais devem ser essencialmente consideradas.

## **b) Eliminação de metais pesados em veículos**

A eliminação de metais pesados em veículos já está sendo praticada atualmente. Porém, conforme mencionado anteriormente, a Diretiva Européia

restringe o uso dos metais Pb, Cd, Hg e Cr<sup>+6</sup>, exceto as exceções listadas no Anexo II da mesma (COMMISSION DECISION, 2002). Estas exceções surgiram devido às dificuldades técnicas de substituição (admite-se que para as situações não consideradas exceções, a substituição é tecnicamente possível), porém, os fabricantes de veículos devem se antecipar a essas exceções e eliminar de maneira voluntária o uso dessas substâncias, conforme determinado no artigo 4 parágrafo 2B (iii) da diretiva.

Também, algumas exceções apresentam datas limites de expiração de prazos e deixam de se tornar exceções e passam a ser mandatárias. A Tabela 2.3 aponta os principais itens listados no Anexo II da Diretiva, as datas de expiração para os itens que deverão deixar de serem exceções, e apresenta uma avaliação da possibilidade técnica e financeira de substituição para cada item citado.

Tabela 2.3 Alternativas de substituição de metais pesados nos itens listados no Anexo II da Diretiva Européia sobre veículos em final de vida útil (SANDER, 2000).

Material ou Campo de Aplicação	Eliminação do Metal Pesado	Custo <10% = moderado < 20% = médio	Observações	Limites de expiração de prazos
<b>Chumbo em:</b>				
• ligas de aço	Tecnicamente possível. Alternativas: Ca, Sn, Bi	Aumento moderado	Necessários estudos para casos específicos	
• revestimentos de Zinco	Tecnicamente possível Alternativas: Bi e alteração de processo	Aumento moderado	Necessários estudos para casos específicos	
• ligas de Alumínio	Tecnicamente possível Alternativas: Bi	Neutro a aumento moderado	O chumbo em alumínio aparece, na maioria das vezes, como impurezas. Quando intencionalmente adicionado, o Bismuto pode ser seu substituto.	Quando intencionalmente adicionado: 01/07/2005 até 2% em peso e, 01/07/2008 até 1% em peso

• ligas de Cobre	Possível para algumas aplicações Alternativas: O estanho pode ser utilizado como substituto do chumbo em bronzinas e dobradiças.	Aumento moderado	São necessários estudos para casos específicos	
• ligas de bronze	-	-	Não é possível para a maioria dos casos	
• baterias	Não é possível		Atualmente, as baterias acionadoras dos veículos são à base de $H_2SO_4$ /chumbo. Nenhuma alternativa possível de substituição do chumbo em escala industrial está disponível no momento para "esse" tipo de bateria. Estudos com relação à substituição de bateria, por exemplo, por células de hidrogênio, já existem.	
• tanque de combustível	Possível Alternativas: Aços com revestimentos diferenciados e plásticos	Sem aumento	Para essa aplicação o Pb já está proibido	
• amortecedor de vibração	Possível para alguns casos Exemplo: quando o módulo do "air bag" é utilizado como compensador de vibração Ideal: projetar de maneira que a peça esteja acessível para o desmanche e	Sem aumento	Necessidade forte de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projetar para a reciclagem.</li> <li>• Prover informações de localização as desmontadoras.</li> <li>• Incentivos e/ou controle com o objetivo de evitar</li> </ul>	

	posterior reciclagem.		contaminação no resíduo da shredder.	
• mangueira de combustíveis	Não é possível		O chumbo é utilizado no processo de vulcanização da borracha.	01/07/2005 para elastômeros de condução de fluidos (mangueiras) e para elastômeros para aplicações em motores e transmissão
• estabilizador de tintas protetivas	Tecnicamente possível Alternativas: revestimento por eletrodeposição (cataforese) à base d'água	-		01/07/2005
• aditivo de plásticos	Possível Alternativas: substituição do PVC ou substituição do chumbo por Ca/Zn são preferíveis	Neutro a aumento médio (depende da aplicação)		
• peso balanceador das rodas	Possível Alternativas: • Com peso de até 30g: aço • Para pesos maiores o aço é somente possível quando da mudança de projeto (mudanças nas técnicas de balanceamento)			01/07/2005 para pesos balanceadores de roda direcionados à manutenção de veículos aprovados antes de julho de 2003.
• sistemas de ignição	Não possível no momento		Pesquisas estão sendo realizadas para substituir o chumbo pelo bismuto.	
• Outros componentes eletro-eletrônicos	Não possível no momento			
<b>Cromo hexavalente (Cr<sup>6+</sup>)</b> como revestimentos (proteção à	(1)	Moderado a aumento	Há dificuldade de substituir o Cr <sup>+6</sup> em parafusos que requerem ser facilmente	01/07/2007

corrosão)			desconectados mesmo após vários anos de uso.	
<b>Mercúrio</b> em lâmpadas dos faróis dianteiros	Tecnicamente possível Alternativas: Halogênio (porém, com características técnicas inferiores).		A análise de ciclo de vida é requerida com relação a consumo de energia. Há necessidade forte de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projetar para a reciclagem</li> <li>• Prover informações de localização às desmontadoras.</li> <li>• Incentivos e/ou controle com o objetivo de evitar contaminação no resíduo da <i>shredder</i></li> </ul>	
<b>Mercúrio</b> (instrumentos de iluminação como “displays” nos painéis – sistemas de navegação)	Não possível no momento			
<b>Cádmio</b> em baterias	Tecnicamente possível Alternativas: células de NiMH, células de lítio e, baterias de íon-lítio.	-	-	Após 31/12/2005 o uso de baterias de NiCd deverá somente ser permitido para reposição de peças em veículos colocados no mercado anteriores a essa data.

(1) Dependendo da aplicação, alternativas de revestimentos já foram desenvolvidas (fosfato de zinco hidratado, fosfato de zinco e alumínio hidratado, zinco metálico, metaborato de bário, cromo trivalente, cobalto ou níquel e outros).

Os custos para essas alternativas são ditas estar entre 10 a 20% maiores se comparadas com revestimentos de Cr<sup>6+</sup>.

### 2.1.3 Os impactos do resíduo da *shredder* e a sua reciclagem

#### a) Caracterização do resíduo *shredder*

O resíduo formado no processo de trituração de veículos para recuperação e reciclagem de metais é a fração não metálica separada. Esse resíduo é gerado em grande quantidade contribuindo para a contaminação do solo, embora, equivale somente com 1% do resíduo sólido municipal gerado na Europa (BELLMAN, 1999).

Esse resíduo é conhecido como *shredder fluff* ou ASR (Automotive Shredder Residue). O *shredder fluff* é o resíduo gerado do processo de trituração de itens diversos como geladeiras, ar condicionado, lavadoras, etc., aonde o veículo pode ou não estar presente. O ASR é o resíduo formado quando o processo de trituração é exclusivo para veículos.

Para cada tonelada de material metálico separado pelas *shredders*, aproximadamente 227 kilos de resíduos são produzidos (HOFFMAN, 1993).

O resíduo ASR é bastante heterogêneo, pois contém, plásticos (termoplásticos, termofixos e espuma de poliuretano), borracha, papel, tecidos, vidro, areia, terra, alguns pedaços de materiais ferrosos e não ferrosos e qualquer outro material proveniente do veículo “escrapeado” e corresponde à 25 a 30% do peso do veículo (BELLMANN, 1999). Em geral, o ASR consiste de materiais combustíveis (possui alto poder calorífico) e não combustíveis (inerte). O conteúdo de material plástico no ASR varia entre 15 a 30% em peso. Esta proporção deverá aumentar nos próximos anos devido ao aumento significativo do uso de plástico nos automóveis (HOFFMAN, 1993).

Os termoplásticos, tais como, PP, ABS e PVC, contribuem significativamente o total de plásticos contido no ASR. A Figura 2.2 apresenta uma distribuição aproximada da composição do ASR, aonde, segundo Bellmann e companheiros, o plástico contribui com 32% do total do resíduo formado.

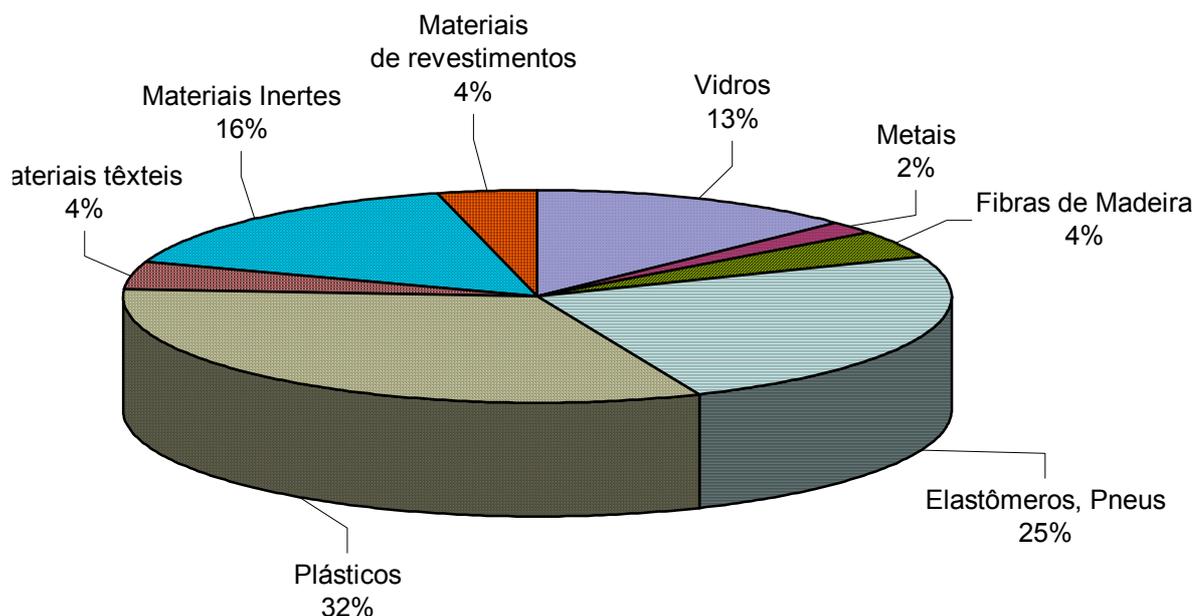


Figura 2.2 Distribuição de materiais no resíduo do processo de trituração de veículos (*shredder*) (BELLMANN, 1999).

Uma quantidade de metais pesados também segue o resíduo da *shredder* (ASR). Esse resíduo perfaz 10% do total de resíduos perigosos gerados anualmente na Europa. Este, por sua vez, foi classificado ser um resíduo “perigoso” pela European Waste Catalogue (Catálogo de Resíduos Europeus) por conter substâncias perigosas como o chumbo (LOHSE, 2001).

Na metade dos anos noventa uma planta de trituração e reciclagem da Dinamarca triturou cerca de 300.000 toneladas de sucata proveniente das mais variadas origens. O resíduo da *shredder* proveniente deste processo foi estimado conter aproximadamente 0,15 toneladas de mercúrio, 200 a 1000 toneladas de chumbo, e 0,5 a 2,5 toneladas de Cádmiio. A emissão do mercúrio ao ar foi estimado ser <0,05 toneladas (EUROPEAN COMMISSION, 2002).

Atualmente, o resíduo da *shredder* é normalmente disposto em aterros, entretanto, a rápida escalada de aumento no custo de aterramento, bem como, o fato de que esse resíduo pode ser de responsabilidade das indústrias fabricantes, devem mudar esse cenário.

A incineração com o objetivo de gerar energia é outra opção de destino final do resíduo do processo de trituração do veículo, porém, as impurezas contidas neste resíduo podem diretamente afetar o processo de incineração. Nas condições atuais, o conteúdo de chumbo no resíduo da *shredder* (ASR) varia entre 4.000 e 25.000 mg/kg e, o poder calorífico desse resíduo está entre 9 e 21MJ/kg (LOHSE, 2001). Porém, um nível de tolerância aceitável, ou seja, um nível em que a incineração seria viável em termos de poder calorífico, estaria em uma faixa entre 100 e 200 mg/kg de chumbo. Para isto, um total de somente 30 a 60 gramas de chumbo para os 300 kilos de ASR formado, seria aceitável (LOHSE, 2001). Nesse sentido, o projeto amigável ao meio ambiente ganha força em dois aspectos. O primeiro seria a eliminação progressiva de chumbo em peças e componentes veiculares. O segundo, mais favorecido pelas condições atuais, pois, a substituição de chumbo em alguns componentes ainda não é tecnicamente possível, seria a identificação de peças e componentes contendo chumbo para desmontagem e envio dessa substância à reciclagem, impedindo assim, que o mesmo se torne resíduo da *shredder*.

De maneira geral, a conversão do ASR em combustíveis e químicos representa uma perda do potencial valor dos plásticos que são derivados de químicos e combustíveis. O conceito de reaproveitamento de plásticos contidos no ASR é positivo devido aos seguintes fatores (JODY, 2001):

(1) o conteúdo de plásticos no ASR deve aumentar:

Isto devido ao aumento do uso de plásticos nos últimos anos. A porcentagem em massa de metais ferrosos nos veículos diminuiu de 73% em 1984 para 64,6% em 2001 enquanto que a porcentagem de metais não ferrosos aumentou de 5,5% em 1984 para 10% em 2001. Para os materiais plásticos, a proporção aumentou de 8,5% em 1984 para 10,3% em 2001 (AUTOBENCH PROGRAM, 2003).

A Figura 2.3 demonstra o desenvolvimento da utilização de plásticos na indústria automobilística.

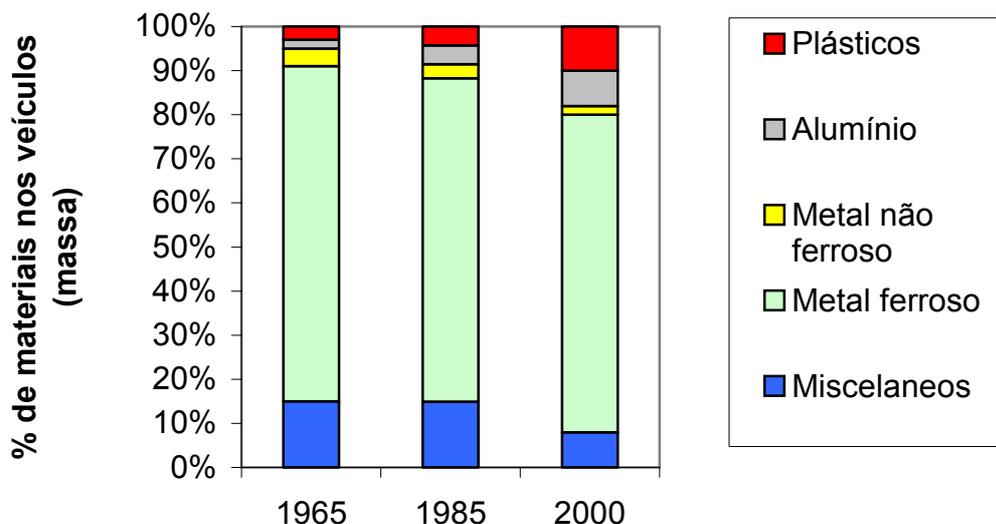


Figura 2.3 Indicador da evolução da utilização de plásticos na indústria automobilística (AUTOVINYLE ASSOCIATION, 2002).

A tendência do aumento de materiais plásticos no resíduo da *shredder*, bem como o aumento da utilização de metais não ferrosos e a diminuição da utilização de metais ferrosos para os próximos anos foram apresentadas por Ron Willians em 1999. A evolução da tendência de utilização desses materiais varia de 1963 até 2023, conforme mostrado na Figura 2.4.

(2) a indústria de reciclagem de plásticos, embora em fase embrionária, também está crescendo, e deverá continuar a crescer (JODY, 2001).

Um grande número de alternativas para disposição, tratamento e reciclagem do ASR são objeto de pesquisa e desenvolvimento.

Na verdade, a quantidade de ASR formado está diretamente relacionada com o projeto do veículo e o desenvolvimento de técnicas de reciclagem de materiais. A reciclagem de plásticos tem papel fundamental na redução da formação desse resíduo, uma vez que contribui com aproximadamente 30% do total de resíduo formado. Quando do projeto do veículo amigável ao meio ambiente, as peças passíveis de serem recicladas (quando há tecnologia de reciclagem desenvolvida) são extraídas facilmente e encaminhadas às

recicladoras e, como conseqüência, uma menor quantidade de material será triturada e, conseqüentemente, uma menor quantidade de ASR será formada.

Porém, as dificuldades de desmontagem e separação de componentes, peças e materiais ainda são grandes. As peças são consideradas passíveis de serem extraídas do veículo para serem recicladas, de acordo com o seu tipo, ou seja, dependem do seu tamanho, peso e habilidade de desmontagem. Dos 100 kg de peças plásticas contidas em um veículo - modelo de 1990, obtemos as seguintes opções relacionadas ao seu peso:

- ✓ Aproximadamente, 20 dos 100 kg de peças plásticas estão presentes na forma de peças grandes, portanto, é viável a sua reciclagem (AUTOVINYLE ASSOCIATION, 2002).
- ✓ Os 80 kg restantes representam aproximadamente 1500 peças, sendo que cada uma, em média, pesa cerca de 50 g. Estas peças são muito pequenas para serem desmontadas e, outros meios de reaproveitamento da mesma devem ser encontrados (AUTOVINYLE ASSOCIATION, 2002).

Além disso, existem vários tipos de plásticos diferentes encontrados nos veículos, o que torna um desafio para a reciclagem. Para tornar a reciclagem viável e eficiente, a variedade de diferentes famílias poliméricas e a combinação de diferentes materiais deve ser reduzida e, a utilização de materiais reciclados continuamente incentivada.

O plástico, de maneira geral, tem papel fundamental na indústria automobilística e um aspecto ambiental bastante favorável no que diz respeito a consumo de combustível. Peças plásticas são leves e tornam o veículo mais leve. O peso do veículo está diretamente relacionado com o consumo de combustível e com a quantidade de emissões geradas. Comparado com o metal, o plástico apresenta uma economia de peso de 20 a 30%. (BELLMANN, KHARE, 1999). Conforme a Autovinyle (Associação Francesa entre os fabricantes de veículos, fabricantes de equipamentos e produtores de PVC), foi estimado que, 100 kg de plásticos encontrados em um veículo fornece uma redução de consumo de combustível de 8 a 10%, representando uma

economia de 1.000 litros de combustível durante a vida útil do veículo (AUTOVINYLE ASSOCIATION, 2002).

Isto mostra ser evidente que a utilização de plásticos nos automóveis tem aspecto ambiental bastante favorável durante o uso do veículo, causando maior preocupação quando da sua disposição final. A recuperação do plástico do veículo através da reciclagem do material isolado ou da reciclagem do ASR tem papel fundamental nos seguintes aspectos:

- quanto ao atendimento da Diretiva Européia relacionados aos índices de reciclabilidade do veículo.
- e, quanto à utilização de materiais ambientalmente corretos aliados às características técnicas e ambientais favoráveis.

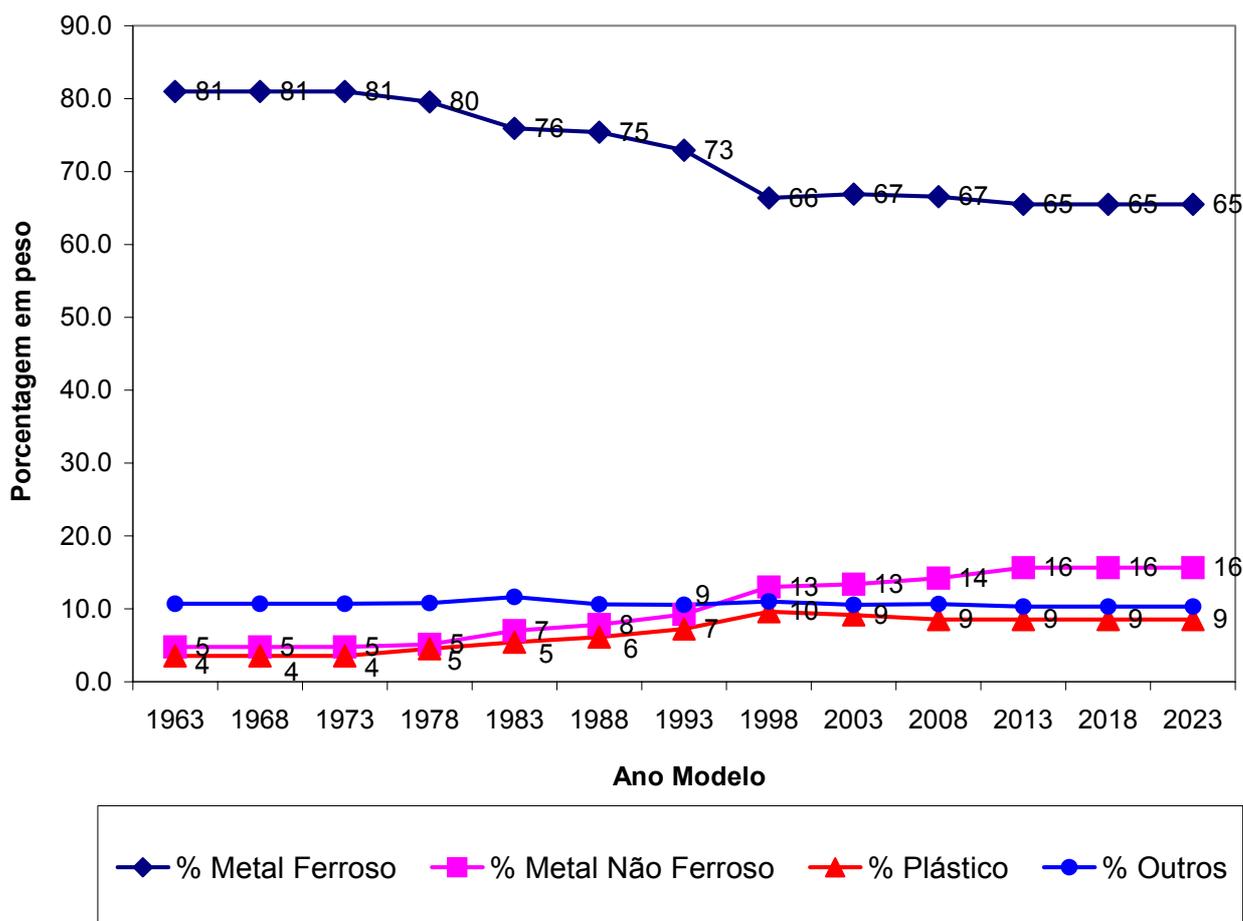


Figura 2.4 Tendência de utilização de Materiais em veículos por ano modelo (WILLIANS, 1999).

## **b) Monitoramento de Técnicas de Reciclagem do Resíduo da *Shredder***

É evidente que a importância em se apontar técnicas disponíveis para o reaproveitamento do resíduo da *shredder* contribuirá para que formas ambientalmente corretas da disposição final deste resíduo sejam encontradas e, sobretudo, para que os índices de reciclabilidade propostos pela Diretiva Européia, sejam atingidos.

O Grupo Galloo é uma importante companhia de reciclagem na Europa, porém, é uma empresa que não recicla o resíduo exclusivo do processo de trituração de veículos mais sim, o resíduo proveniente da trituração de outros produtos em conjunto com o veículo.

A Galloo desenvolveu um sistema próprio de tratamento do resíduo da *shredder* que consiste em separar o resíduo em 5 frações diferentes, a fração mineral, a fração combustível leve e a fração combustível pesada, a fração de resíduo remanescente onde o PVC pode estar presente e, a fração de materiais plásticos. Nota-se que do total de resíduo transformado, uma quantidade de mais de 40% ainda segue para o aterro, conforme abaixo (DEBAERE, 2002).

- fração mineral – cerca de 40% (destino: aterros)
- fração combustível leve com poder calorífico de 14 MJ/kg - cerca de 30% e composta de plásticos, espuma e tecidos (destino: geração de energia).
- fração combustível pesada com poder calorífico de 26 MJ/kg - cerca de 15% e composta de polímeros, borracha e madeira.
- resíduo remanescente (5%): composta de plásticos com alta quantidade de Cloro e pedras (destino pedras: rodovias – destino plásticos: aterro)
- fração plástica: são transformados em granulados e vendidos. – cerca de 10%

Também, a Daimler Chrysler, Ford e General Motors organizaram uma parceria Vehicle Recycling Partnership (parceria para reciclagem de veículos) e estão conduzindo pesquisas para a reciclagem do plástico proveniente do ASR (*automotive shredder residue* – resíduo automotivo proveniente da *shredder*). Esta parceria está investigando a separação automatizada de plásticos através

de um processo conhecido por “*skin flotation*” aonde famílias poliméricas podem ser flutuadas e separadas. Esta tecnologia pode separar materiais plásticos de alto valor comercial mesmo que eles possuam a mesma densidade (WINSLOW, 1999).

Também, algumas patentes referentes à reciclagem do resíduo da *shredder*, bem como suas referências bibliográficas, estão descritas na Tabela 2.4.

Tabela 2.4 Patentes sobre reciclagem do resíduo da shredder (UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE; THE EUROPEAN PATENT OFFICE, 2003) .

<b>• Número da Patente</b>	US6329436
<b>Título</b>	Process to recycle <i>Shredder</i> Residue
<b>Data</b>	11/12/2001
<b>Inventor/Depositante</b>	Jody et al./ University of Chicago
<b>Classificação Internacional</b>	C08J 11/04
<b>Resumo</b>	A invenção trata-se de um sistema e processo em que, primeiramente, são separados espumas de poliuretano seguidos de uma fração rica em materiais plásticos que, em seguida, entra em contato com uma série de solventes aonde são removidos fluidos automotivos e separados ABS, PVC, Polipropileno e Polietileno. Os solventes são recuperados e reciclados.
<b>• Número da Patente</b>	US5443157
<b>Título</b>	Automobile <i>shredder</i> residue (ASR) separation and recycling system
<b>Data</b>	22/08/1995
<b>Inventor/Depositante</b>	Naporano Joseph F (US); Baker Bennie (US); Woodruff Kenneth L (US) / Ninco Shredding Co. (US)
<b>Classificação Internacional</b>	B03B7/00
<b>Resumo</b>	Processo de separação de vários componentes do ASR ( <i>Automotive Shredder Residue</i> ) como materiais ferrosos e não ferrosos, espuma de poliuretano, plásticos fibras e elastômeros. Compreende 4 componentes principais. O primeiro refere-se a separação por tamanho de partícula em três frações distintas. O segundo componente refere-se a um subsistema de moagem. O terceiro

compreende a recuperação de plásticos e borracha e o quarto compreende a separação de espuma de poliuretano seguido de um sistema de limpeza.

- **Número da Patente** WO0234401
- Título** Unity and Method for the treatment of *shredder* residues
- Data** 05/02/2002
- Inventor/Depositante** Knust Michael (DE); Dunnen Bramden (DE); Goldmann Daniel (DE) / VOLKSWAGENWERK AG (DE); Knust Michael (DE); Dunnen Bramden; Goldmann Daniel (DE).

**Classificação Internacional** B03B9/06; B07B9/00; C22B7/00; B29B17/02

**Resumo** A invenção relaciona uma unidade e método de tratamento do *shredder residue*. Este resíduo é separado em dois outros tipos de resíduo, o “*shredder light fraction*” – fração leve do resíduo e, uma fração pesada (fração não ferrosa não separada magneticamente) denominada “*shredder heavy fraction*” – SSF.

- **Número da Patente** EP0566172
- Título** Method and apparatus for dismantling scrap cars
- Data** 20/10/1993
- Inventor/Depositante** Sattler Hans-Peter Dr (DE)/ METALLGESELLSCHAFT AG
- Classificação Internacional** B09B3/00
- Resumo** Inclui método e equipamentos para desmontagem de veículos em final de vida.

- **Número da Patente** US5451297
- Título** Treatment of automobile *shredder* residue by vacuum pyrolysis
- Data** 19/09/1995
- Inventor/Depositante** -
- Classificação Internacional** C10B53/00; C22B1/00
- Resumo** Metais são separados do resíduo da *shredder* submetendo o mesmo a uma pirólise à vácuo produzindo gases não condensáveis, vapores condensáveis de hidrocarbonetos, vapor d’água e, um resíduo sólido contendo metais não oxidados e material carbonáceo.

- **Número da Patente** US5080291
- Título** Method of recycling automobile waste residue

<b>Data</b>	30/10/1989
<b>Inventor/Depositante</b>	Dennis R Bloom
<b>Classificação Internacional</b>	B02C 023/00
<b>Resumo</b>	A invenção consiste em misturar o resíduo da <i>shredder</i> com material plástico a fim de se obter uma mistura na proporção de 50:50 de materiais plásticos e não plásticos. A mistura pode ser processada e transformada em outros produtos.
<b>• Número da Patente</b>	US6070733
<b>Título</b>	Treatment of waste material
<b>Data</b>	06/06/2000
<b>Inventor/Depositante</b>	Osing; Dirk (Meerbusch, DE) / Heckert Multiserv PLC (London, GB)
<b>Classificação Internacional</b>	B03C 001/00; B02C 007/00
<b>Resumo</b>	Trata-se da conversão do resíduo da <i>shredder</i> em material injetável. O Cobre e/ou o Silício também são recuperados através de separação magnética.

---

#### 2.1.4 O PVC automotivo e seus impactos ambientais

O PVC, dentre os materiais plásticos, merece atenção especial no que diz respeito não só à sua disposição final, mas também à sua utilização em veículos.

A Comissão Europeia comprometeu-se a avaliar o impacto ambiental do PVC, incluindo os aspectos relacionados com a saúde humana, de uma forma integrada. Na diretiva relativa a veículos em fim de vida útil (Diretiva 2000/53/EC), é afirmado que “a Comissão está examinando os impactos do PVC ao meio ambiente e irá, com base neste trabalho, fazer propostas ao uso apropriado do PVC incluindo considerações para os veículos”.

O PVC é um material plástico de grande utilização na indústria automobilística devido à sua versatilidade, no entanto, desde 1987 o Greenpeace está liderando uma campanha para conseguir a eliminação progressiva de produtos organoclorados.

Segundo este órgão, a produção destes compostos libera substâncias bioacumulativas e tóxicas para o meio ambiente e para a saúde humana. Cerca

de 37% da produção mundial de cloro é utilizado no processo de fabricação do PVC, portanto, a maior fonte destas substâncias perigosas. Por esta razão, desde 1990, o Greenpeace se centra especialmente na produção do PVC e demanda a substituição deste plástico por materiais mais seguros (GREENPEACE, 2001).

Algumas das principais alegações do Greenpeace e que servem de base para o combate ao uso do PVC são:

**1) Presença do Cloro:** A composição do PVC consiste em 57% de cloro. Todos os precursores clorados do PVC (cloro, dicloroetano, monômero de cloreto de vinila) são altamente tóxicos e sua produção gera emissões e resíduos tóxicos. A combustão do PVC, através de incêndios acidentais e incineração conduzem a formação de ácido clorídrico e dioxinas. Quando da incineração o conteúdo de cloro presente no PVC é transformado em ácido clorídrico que precisa ser neutralizado. Isto conduz a um efeito absurdo aonde a incineração de uma tonelada de PVC pode conduzir a formação de mais de uma tonelada de resíduo secundário – resíduos classificados como tóxicos. Finalmente o cloro faz com que a reciclagem do PVC seja incompatível com outros materiais plásticos.

**2) Presença de aditivos:** O PVC puro não tem utilidade. O PVC requer a adição de estabilizantes (alguns metais pesados como o chumbo) e plastificantes (ftalatos) que tendem a migrar do PVC durante o uso e disposição final. Os ftalatos tornaram-se uma substância química abundante no meio ambiente. A reciclagem do PVC resulta em uma liberação não controlada dessas substâncias em novos produtos.

Os fabricantes de PVC, por outro lado, ressaltam o aspecto ambiental favorável do PVC e afirmam que:

- O PVC é o único material plástico que não é 100% originário do petróleo, portanto, é um dos materiais plásticos que mais economiza fontes de recursos naturais não renováveis (ABIVINILA, 1995). Além de consumir pouco combustível fóssil, mesmo considerando a etapa de produção do cloro por eletrólise, apresenta baixo consumo de energia durante o

processo de manufatura e conversão (MAVEL, 1999). Para se fabricar o PVC, são necessários 67 MJ/kg, enquanto que outros materiais plásticos, consomem mais que 80 MJ/kg (BESSE, 1998).

- As muitas aplicações do PVC são caracterizadas por uma grande variedade de tempos de vida, que oscilam entre vários meses e mais de 50 anos, no caso de alguns produtos de construção. Para embalagens o tempo de vida médio é de apenas um ano. Para veículos, o tempo de vida médio passa a ser 12 anos (PLINKE, 2000).

As aplicações do PVC e respectivos tempos de vida médios são ilustrados na Tabela 2.5, de acordo com dados da Europa no ano de 1999. Verifica-se que, para os veículos, o tempo de vida útil é da ordem de 12 anos, intermediário em relação aos maiores valores (~21 anos na construção) e menores valores (embalagens e outras, que podem ter vida de 1-2 anos).

Especificamente para a indústria automobilística, as principais aplicações do PVC estão ilustradas na Figura 2.5.

Tabela 2.5 Aplicações do PVC (PLINKE, 2000).

<b>Utilização/aplicação</b>	<b>Porcentagem m (%)</b>	<b>Tempos de vida médio (anos)</b>
Construção	57	10 a 50 anos
Embalagens	9	1
Mobiliário	1	17
Outros aparelhos domésticos	18	11
Equipamentos elétricos/eletrônicos	7	21
Veículos	7	12
Outras	1	2 – 1 0

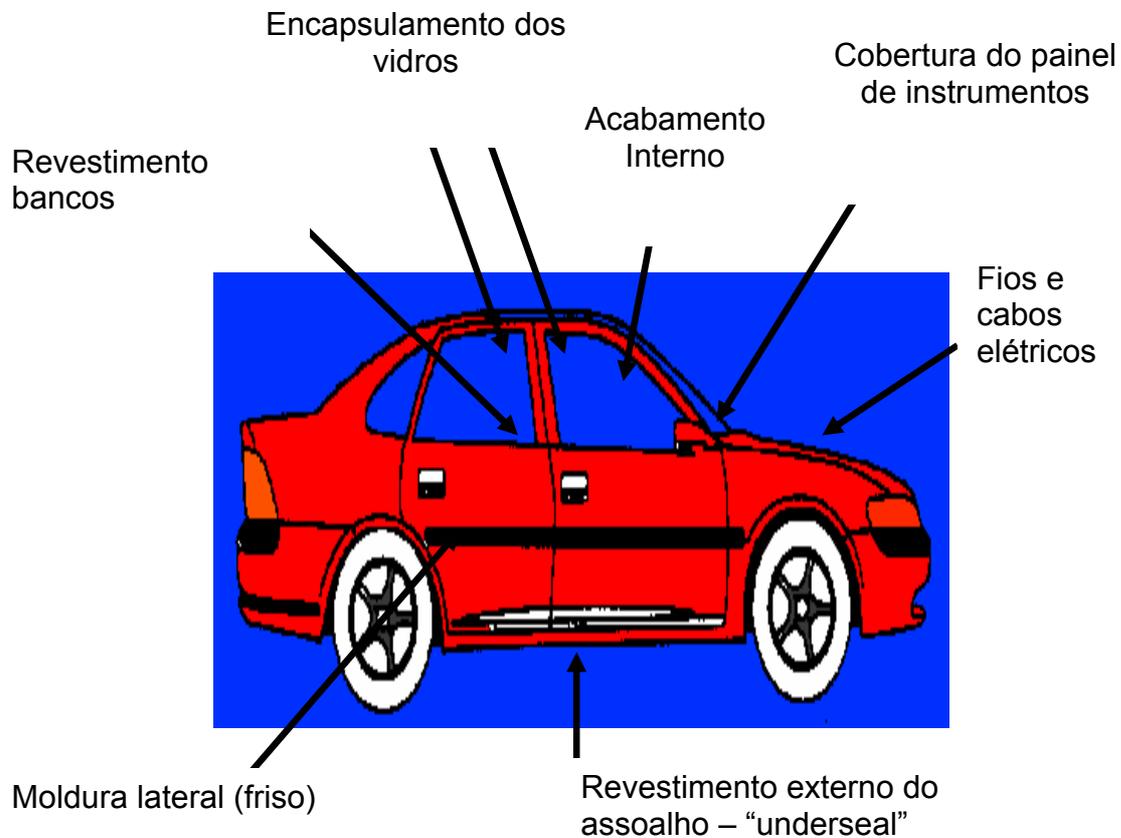


Figura 2.5 Principais aplicações do PVC na indústria automobilística (MAVEL, 1999).

Em 1996, um veículo fabricado na Europa continha, em sua composição, aproximadamente 16 kilos de PVC distribuídos como mostra a Tabela 2.6.

O consumo de produtos de PVC na Europa e em alguns Estados Membros é mostrado na Tabela 2.7, de acordo com os diferentes setores de aplicação.

Na Europa, aproximadamente 170.000 toneladas métricas de PVC são consumidos anualmente pela indústria automobilística. Na Alemanha, em 1990, 95.000 toneladas de PVC foram utilizadas para a fabricação de cabos. Os cabos em veículos correspondem a uma divisão de mercado de 9% (8550 toneladas) (EUROPEAN COMMISSION, 2000).

Tabela 2.6 Média de consumo de compostos de PVC para os veículos europeus fabricados em 1996 (MAVEL, 1999).

Aplicação automotiva	Exemplos de Ocorrência	Média de consumo por veículo, em kg	Total de consumo em toneladas, t
Acabamento externo	Friso da carroceria, guarnições, etc.	0,8	11.000
Acabamento Interno	Sombreira, freio de mão, alavanca de transmissão, carpetes, etc.	2,5	27.000
Encapsulamento de vidros	-	0,3	4.000
Cobertura do Painel de instrumentos	-	0,7	9.000
Revestimento de tecidos	Revestimento dos bancos e painéis de porta	0,8	11.000
Sistemas de fios e cabos	Parte elétrica – chicotes	1,6	21.000
Selantes	Isolação, revestimento do assoalho (“underseal”).	9	117.000
<b>Total</b>	-	<b>16</b>	<b>200.000</b>

Tabela 2.7 Distribuição do consumo de produtos de PVC na Europa e em alguns Estados Membros (EUROPEAN COMMISSION, 2000).

	Europa	Áustria	Alemanha	Dinamarca	França
Construção	53%	81%	60%	69%	50%
Embalagem	16%	2%	11%	8%	30%
Cabos	9%	8%	8%	-	8%
Veículos	3%	4%	4%	-	6%
Mobiliário	3%	2%	3%	-	-
Outros	16%	3%	14%	23%	6%

#### **2.1.4.1 Produção do PVC**

Emissões de substâncias tóxicas podem ser verificadas durante o processo produtivo do PVC. Verificam-se emissões de cloro, etileno, 1,2-dicloroetano, HCl, MCV (monômero de cloreto de vinila) e subprodutos clorados, incluindo dioxinas, para o ambiente de trabalho ou o ambiente exterior (ar e água). No processo de transformação do PVC (processo aonde há a mistura dos aditivos e posterior extrusão ou calandragem ou moldagem, etc.) também são observadas emissões de várias substâncias, porém, as quantidades produzidas são pequenas e têm poucas possibilidades de produzir efeitos adversos no ambiente (COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS, 2000).

Porém, tal como em outros setores da indústria química, os processos de produção estão sendo continuamente aperfeiçoados ao longo dos anos. Em 1995, a associação de produtores europeus de PVC (European Council of Vinyl Manufacturers, ECVM) assinou um acordo voluntário com relação à produção do PVC em suspensão (80% do PVC produzido na Europa se dá através do processo de suspensão, conforme dados obtidos pela ECVM nos anos de 1992 e 1993. Foram estabelecidos valores-limite de emissão rigorosos, em relação a vários produtos químicos, que tinham de ser cumpridos até 1998 (COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS, 2000)). Esse cumprimento foi verificado através de uma auditoria independente, que atestou uma conformidade global de 88% com todas as normas (COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS, 2000).

Quanto às dioxinas especificamente, estas não estão presentes somente na produção do PVC, como também e principalmente, são sub-produtos dos processos de incineração. A quantidade produzida no processamento e transformação do PVC é pequena e parte dela é possível de ser capturada durante o processo (BESSE, 1998).

#### **2.1.4.2 Aditivos de PVC**

Neste item, serão considerados somente dois tipos de aditivos de PVC, os estabilizantes e os plastificantes por serem eles os de maior interesse quanto aos seus impactos ambientais.

Os estabilizantes empregados para o PVC são ingredientes geralmente adicionados pra prevenir a degradação térmica e evolução da formação de ácido clorídrico (HCl) durante o processamento e, conferir ao produto acabado, características como estabilidade ao calor e raios ultravioletas. Aproximadamente 1 a 8% de estabilizante pode ser adicionado ao PVC (EUROPEAN COMMISSION, 2000). Atualmente, 60 a 75% dos estabilizantes para PVC utilizados na Europa são compostos de chumbo, 10 a 15% compreendem os organo-estanhados e o restante são uma combinação de cálcio com zinco e de bário com zinco (Ca/Zn, Ba/Zn) (EUROPEAN COMMISSION, 2000).

Uma vez que o estabilizante, chumbo na maioria dos casos, interage com o PVC, o que não acontece com os plastificantes, a sua migração é extremamente baixa, portanto, emissões durante o uso do produto acabado de PVC são negligenciáveis. Porém, mais importante que as emissões ocorridas durante o uso, são as emissões ocorridas quando o carro se incendia em acidente ou na incineração do PVC. Além das emissões atmosféricas de chumbo durante a incineração, o chumbo pode estar presente, na forma sólida, nos resíduos finais do processo.

Quanto ao aterramento do PVC, estudos preliminares do impacto ambiental dos produtos de PVC indicam que esses não contribuem significativamente com as concentrações de metais pesados em aterros e não são considerados como risco ao meio ambiente quando aterrados. Uma visão geral dos estudos que investigam a liberação dos estabilizantes de PVC quando aterrados, mostram que a taxa de migração e a mobilidade do chumbo no PVC é bastante baixa. Entretanto, a liberação dos metais pesados, provenientes do PVC, não deve ser totalmente negligenciada quando aterrados. De maneira bastante lenta e progressiva, esses materiais devem contribuir para a contaminação dos aterros (EUROPEAN COMMISSION, 2000).

Regulamentações relacionadas ao uso de sais de chumbo (estabilizante de PVC mais comum) variam em toda a Europa. O uso do chumbo não é autorizado na França e Bélgica em tubulações de água potável. Suécia e Áustria desejam a eliminação voluntária. A Dinamarca deseja bani-lo (EUROPEAN COMMISSION, 2000).

Nos veículos, os campos de aplicação de PVC com chumbo estão indicados a seguir:

- ✓ Revestimento externo do assoalho (“underseal”): atualmente são livres de chumbo (EUROPEAN COMMISSION, 2002).
- ✓ Revestimento de fios e cabos: atualmente, 90% de todos os revestimentos de fios e cabos dos veículos são de PVC. Nesta aplicação, os compostos de chumbo são freqüentemente utilizados como estabilizadores. Algumas alternativas de substituição do PVC são plásticos fluorados, polipropileno ou poliamidas (EUROPEAN COMMISSION, 2002).
- ✓ Revestimentos de bancos: compostos de chumbo são freqüentemente utilizados para esta aplicação (EUROPEAN COMMISSION, 2002).
- ✓ Vedação e Acabamento interno: Materiais livres de PVC já estão sendo utilizados para essas aplicações. Estes materiais são o polipropileno e poliuretanos e outros. O custo adicional desta substituição varia entre 0 a 200%, dependendo da aplicação (EUROPEAN COMMISSION, 2002).

As possíveis alternativas para os estabilizadores de chumbo são sistemas baseados em Ca/Zn devido a sua não toxicidade ao homem e ao ecossistema. Sistemas baseados em Ba/Zn são menos preferidos pela toxicidade moderada do bário no homem. O uso de compostos organo-estanhados não pode ser recomendado, pois não há evidências confiáveis de seu comportamento em relação ao meio ambiente (COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS, 2000).

Os plastificantes adicionados ao PVC têm por finalidade conferir propriedades elastoméricas, uma vez que reduzem as forças de atração entre as suas moléculas (forças de Van der Waals) permitindo que elas deslizem uma

sobre as outras, aumentando assim, a flexibilidade das cadeias poliméricas, obtendo-se então o tipo de PVC conhecido como “PVC flexível”.

O PVC flexível pode conter até 60% do peso total de plastificantes (EUROPEAN COMMISSION, 2000).

De maneira geral, os plastificantes não estão quimicamente ligados à matriz polimérica do PVC, e, portanto, a concentração de plastificantes do produto acabado deverá diminuir durante o seu ciclo de vida.

O grupo dominante de plastificantes de PVC em termos de quantidade e cujos riscos ambientais e sanitários estão a ser principalmente avaliados são os ésteres de ácidos ftálicos (ftalatos) (EUROPEAN COMMISSION, 2000).

Na Europa Ocidental produzem-se cerca de um milhão de toneladas de ftalatos por ano e aproximadamente 900.000 toneladas são utilizadas para plastificar o PVC. Em 1997, 93% dos plastificantes do PVC eram ftalatos (COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS, 2000).

Os plastificantes mais comuns são os seguintes: o di-2-etil hexilftalato (DEHP), o di-isodecilftalato (DIDP) e o di-isononilftalato (DINP). Nos últimos anos, a utilização do DEHP diminuiu, enquanto a do DIDP e do DINP aumentou (COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS, 2000). Em 1993, 50% do consumo total de ftalato na Europa Ocidental foi de DEHP e 40% foi de DINP e DIDP (COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS, 2000).

Cinco tipos de ftalatos, no entanto, foram incluídos nas três primeiras listas prioritárias para elaboração do estudo de avaliação de riscos à saúde humana e meio ambiente, em conformidade com o Regulamento nº 793/93 relativo às substâncias existentes. O Regulamento nº 793/93 fornece uma sistemática de trabalho para a avaliação de riscos à saúde humana e meio ambiente de substâncias que são produzidas ou importadas na Europa em volumes acima de 10 toneladas (COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS, 2000).

Os cinco ftalatos são os seguintes:

- di-2-etil hexilftalato (DEHP), também conhecido como dioctilftalato (DOP) relator: Suécia;
- di-isononilftalato (DINP), relator: França;

- di-isodeciltalato (DIDP), relator: França;
- dibutilftalato (DBP), relator: Países Baixos;
- butilbenzilftalato (BBP), relator: Noruega

Os relatórios de análise de riscos de maior interesse à indústria automobilística são os pertencentes aos ftalatos DEHP, DINP e DIDP por serem eles os de maior utilização para plastificar o PVC.

#### □ Volume de Produção dos plastificantes DEHP, DIDP e DINP

A Tabela 2.8 aponta os valores de produção de ftalatos utilizados somente para plastificar PVC na Europa.

Tabela 2.8 Produção de plastificantes na Europa (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001; INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ, 2001)

DEHP (toneladas por ano)	DIDP (toneladas por ano)	DINP (toneladas por ano)
476.000 (1997)	200.000 (1994)	107.200 (1994)

#### □ Propriedades Físicas dos plastificantes DEHP, DIDP e DINP

Tabela 2.9 Propriedades físicas do DEHP, DIDP e DINP (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001; INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ, 2001).

	DEHP	DIDP	DINP
<b>Nomenclatura</b> <sup>(1)</sup>	di(2-etil hexilftalato)	di-isodeciltalato	di-isononilftalato
<b>Fórmula Química</b>	C <sub>24</sub> H <sub>38</sub> O <sub>4</sub>	C <sub>28</sub> H <sub>46</sub> O <sub>4</sub>	C <sub>26</sub> H <sub>42</sub> O <sub>4</sub>
<b>Peso Molecular</b>	390,57 g/mol	446,68 g/mol	420,6 g/mol
<b>Pressão de Vapor, Pa – 20°C</b>	3,4.10 <sup>-5</sup> Pa	2,8 x 10 <sup>-5</sup>	6 x 10 <sup>-5</sup>
<b>Solubilidade em água, µg/l – 20 °C</b>	3	0,2	0,6
<b>Ponto de Ebulição, °C</b>	230	>400	>400

(1) Plastificantes similares e com a mesma nomenclatura, porém, com diferentes CAS no. (Chemical Abstracts Registry Numbers – Número de Registro no “Chemical Abstracts”) (por exemplo, diferentes isômeros) são encontrados no mercado, no entanto, para a análise de risco, essas variações não foram consideradas.

#### □ **Emissões ao meio ambiente dos plastificantes DEHP, DIDP e DINP**

Os diferentes estágios de emissão dos plastificantes durante seu ciclo de vida são:

1. Emissão industrial: ocorre durante a produção e o transporte do plastificante, durante a formulação (mistura) e o processamento do PVC e durante o uso de produtos acabados que contenham o plastificante.
2. Emissão durante a utilização do produto de PVC acabado.
3. Emissão durante a disposição final.

A Figura 2.6 descreve a rota de emissões dos plastificantes em todo seu ciclo de vida, o destino dessas emissões ao meio ambiente e dá exemplos de alguns produtos de PVC que dão origem às emissões durante o estágio de “uso” do produto.

As quantidades estimadas de emissões dos plastificantes nos diferentes compartimentos (ar, solo e água) em todos os estágios do ciclo de vida, estão apontadas na Tabela 2.10.

#### □ **Emissões ao meio ambiente proveniente dos veículos dos plastificantes DEHP, DIDP e DINP.**

Para a quantificação de emissões ao meio ambiente nos diferentes compartimentos (ar, água e solo), o Relatório de Análise de Risco dos três plastificantes utilizou somente como referência a utilização de maior aplicação externa ao veículo, ou seja, o revestimento externo do assoalho, esse, contribui com 9 kilos para um total de 16 kilos de PVC por veículo, conforme Tabela 2.6. As emissões ao meio ambiente são provenientes das peças e componentes localizadas externamente ao veículo.

O consumo de DEHP para revestimento externo de assoalhos para veículos aparece como quinto maior contribuinte do volume total consumido de DEHP

na Europa. Porém, a quantidade de emissões dessa substância tende a diminuir nos próximos anos. O uso de DEHP para essa aplicação diminuiu cerca de 90% desde 1995, no entanto, veículos produzidos anteriormente a essa data ainda circulam nas ruas e continuam a liberar DEHP ao meio ambiente. Em contrapartida, o consumo de DIDP e DINP tende a aumentar.

As emissões ao meio ambiente provenientes do revestimento externo do assoalho do veículo ocorrem por duas maneiras: por evaporação que são as emissões descontroladas que geram o resíduo remanescente no meio ambiente ou por lixiviação.

As emissões provenientes dos veículos, prioritariamente provenientes do revestimento externo do assoalho (“underseal”), que ocorrem por lixiviação, foram estimadas. Vikelsoe et al. (1998) mediu a quantidade de liberação de DEHP, DIDP e DINP à água em centros de lavagem de carros. As concentrações de ftalatos foram determinadas em duas estações de lavagem de carros na Dinamarca em 1996 e 1997. Emissões de DEHP por lavagem simples de carros variaram de <0,5 a 110 mg/lavagem (média de 16 mg/lavagem). Os valores encontrados médios para DIDP e DINP foram de 38 mg/por lavagem para cada um respectivamente (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001; INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ, 2001).

Assumindo que, a frota europeia de  $120.10^6$  de veículos lavem carros duas vezes por mês e que todos os veículos possuam revestimento externo do assoalho plastificado com DEHP (estimativa para pior caso), a quantidade total de DEHP emitido à água é de 46 toneladas por ano. Fazendo a mesma comparação para DIDP e DINP teremos uma emissão de 109 toneladas por ano respectivamente (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001; INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ, 2001).

Uma quantidade desconhecida de emissões por evaporação ocorridas durante o uso dos produtos irá acabar em “qualquer lugar” do meio ambiente (resíduo remanescente no meio ambiente). Exemplos disso são as emissões do revestimento externo do assoalho de veículos causadas por efeitos climáticos. Essas emissões são amplamente dispersas e sem nenhum

gerenciamento e controle. Este resíduo que permanece no meio ambiente é uma importante fonte de exposição às substâncias em questão.

Outras fontes de emissão de plastificantes ao meio ambiente são os sítios de reciclagem de veículos, ou seja, os processos de trituração e separação de materiais (*shredding*) dos veículos em final de vida útil. As emissões estão divididas entre solo e ar. Emissões à água não são esperadas, exceto aqueles sítios que utilizam o processo de separação por flotação. A frequência, no entanto, é bastante baixa (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001; INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ, 2001)

Emissões de partículas também são esperadas ocorrer para as redondezas dos sítios de reciclagem e, é importante fonte do total de emissões de resíduos remanescentes no meio ambiente (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001; INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ, 2001).

O volume consumido desses plastificantes na Europa para utilização em “*underseal*” e, utilizado para a quantificação de emissões ao meio ambiente provenientes dos veículos são:

- **DEHP** = 7000 toneladas/ano (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001).
- **DIDP** = 14516 toneladas/ano (INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ, 2001).
- **DINP** = 7714 toneladas/ano (INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ, 2001).

A Tabela 2.11 apresenta as quantidades estimadas de emissões de plastificantes durante todos os estágios de ciclo de vida para os veículos. A Tabela 2.12 mostra uma comparação resumida dos resultados obtidos da Tabela 2.11.

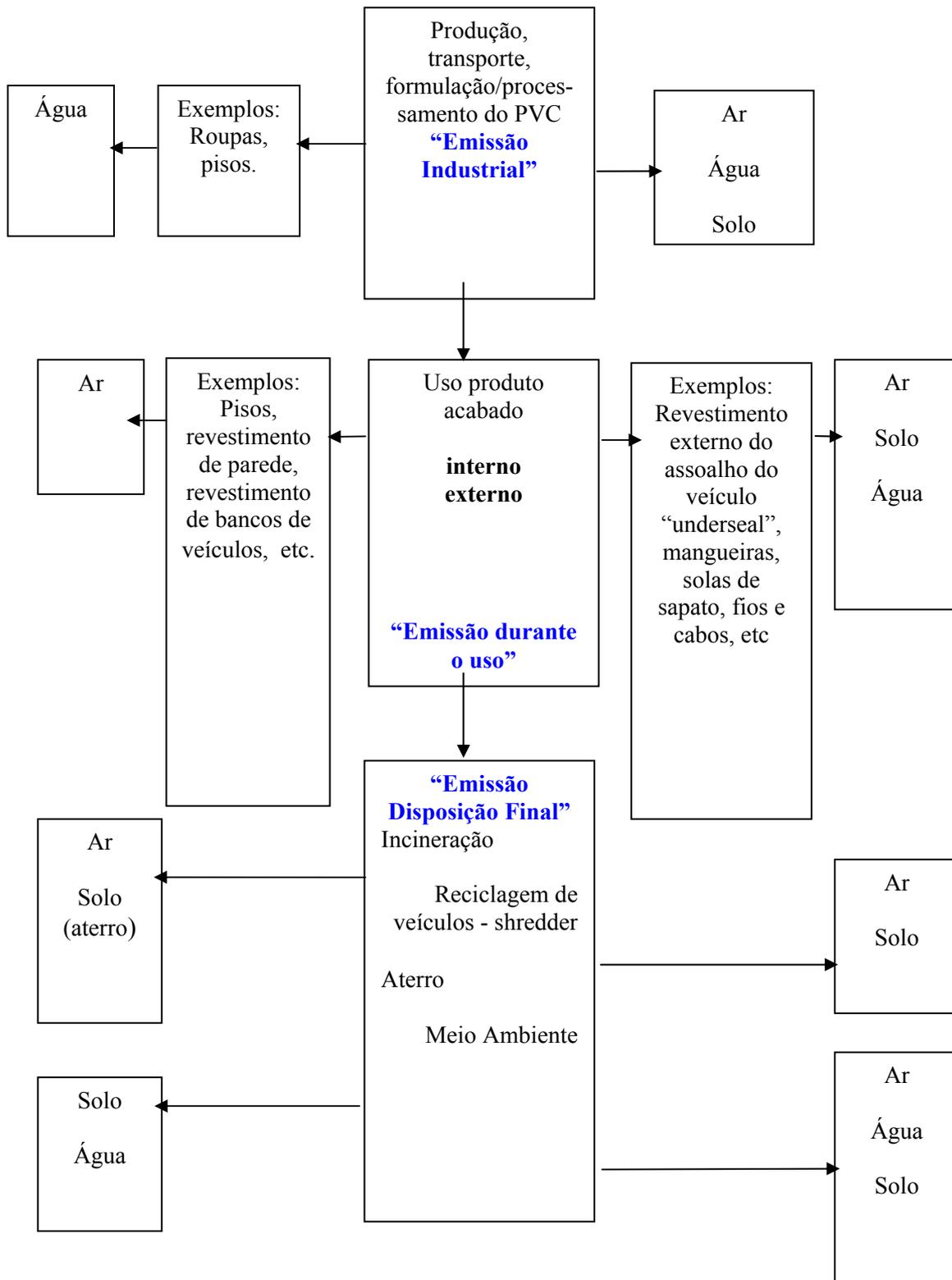


Figura 2.6 Emissões e destino dos plastificantes e exemplos de aplicações em produtos de PVC (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001; INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ, 2001).

Tabela 2.10 Emissões de plastificantes de produtos de PVC ao meio ambiente (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001; Institut National de Recherche et de Sécurité, 2001).

Estágios do ciclo de vida do plastificante	Distribuição das emissões toneladas/ano								
	Ar			Água			Solo Urbano		
	DEHP	DIDP	DINP	DEHP	DIDP	DINP	DEHP	DIDP	DINP
Produção	2	0,25	-	682	213	70	7	-	-
Transporte	0	-	-	50	17,5	9,44	0	-	-
Processamento /Formulação PVC	197	73,4	45,14	197	73,4	45,14	0	-	-
<b>Total (industrial) <sup>(1)</sup></b>	<b>199</b>	<b>73,6</b>	<b>45,1</b>	<b>929</b>	<b>377,5</b>	<b>124,6</b>	<b>7</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
Uso Interno	181	74,5	39,6	1316	444	236,3	0	-	-
Uso Externo	6	4,03	2,14	688	279,9	199,5	642	279,7	199,5
<b>Total (durante o uso) <sup>(1)</sup></b>	<b>187</b>	<b>79,5</b>	<b>38,7</b>	<b>2004</b>	<b>723,9</b>	<b>435,8</b>	<b>642</b>	<b>279,7</b>	<b>199,5</b>
Shreddering (veículos)	5,5	42,7	24,5	0	0	0	62	-	-
Incineradores	5,5	5,7	5,67	0	-	-	0	-	-
Aterros	0	0	-	15	-	-	0	-	-
Resíduo remanescente no Meio ambiente <sup>(2)</sup>	9	5,83	3,1	2413	-	-	7240	-	-
<b>Total (disposição final) <sup>(1)</sup></b>	<b>20</b>	<b>54,2</b>	<b>33,3</b>	<b>2428</b>	<b>1460</b>	<b>788,9</b>	<b>7302</b>	<b>4379</b>	<b>2322</b>
<b>Total (ciclo de vida) <sup>(1)</sup></b>	<b>406</b>	<b>207,3</b>	<b>117,1</b>	<b>5361</b>	<b>2561,4</b>	<b>1349,3</b>	<b>7951</b>	<b>4658,7</b>	<b>2521,5</b>
<b>Total por compartimento</b>	<b>730,4</b>			<b>9271,7</b>			<b>15131,2</b>		

<sup>(1)</sup> O Plastificante também pode ser utilizado em materiais não poliméricos, porém, este dado não está sendo avaliado.

<sup>(2)</sup> Considera-se como resíduo remanescente no meio ambiente a emissão ao meio ambiente proveniente do uso dos produtos durante a sua vida útil sem nenhum gerenciamento de controle (exemplo: emissões causadas pelo efeito climático em “underseals”)

Tabela 2.11 Contribuição dos Veículos para o total de emissões (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001; INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ, 2001).

Estágios do ciclo de vida do DEHP	Distribuição das emissões toneladas/ano								
	Ar			Água			Solo Urbano		
	DEHP	DIDP	DINP	DEHP	DIDP	DINP	DEHP	DIDP	DINP
Produção	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Processamento /Formulação PVC	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total (industrial)</b>									
Uso Interno	(*)	-	-	0	-	-	0	-	-
Uso Externo	0,42	1,03	0,54	46	109	109	23	109	109
<b>Total (durante o uso)</b>	0,42	1,03	0,54	46	109	109	23	109	109
Shreddering (veículos)	5,5	42,7	24,5	0	0	0	62	- (1)	- (1)
Incineradores	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aterros	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Resíduo remanescente no Meio ambiente (2)	0,75	(*)	(*)	188	(*)	(*)	563	(*)	(*)
<b>Total (disposição final)</b> (1)	6,25	42,7	24,5	188	-	-	625	-	-
<b>Total (ciclo de vida) por compartimento</b> (1)	75,71			452			866		

(\*) Não há informação específica para veículos neste item

(1) Do processo de trituração de veículos (shredder), para o DEHP, as emissões foram divididas entre solo e ar, para o DIDP e DINP as emissões foram concentradas nas emissões ao ar, ou seja, o item “solo” durante “shreddering” não foi computado separadamente, e sim como um todo.

(2) Considera-se como resíduo remanescente no meio a emissão ao meio ambiente proveniente do uso dos produtos durante a sua vida útil sem nenhum

gerenciamento de controle (exemplo: emissões de DEHP causadas pelo efeito climático em “*underseals*”).

Tabela 2.12 Resumo do total de emissões provenientes dos veículos(NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001; INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ, 2001).

	DEHP (ton/ano)	DIDP (ton/ano)	DINP (ton/ano)
<b>Industrial</b> <sup>(1)</sup>	-	-	-
<b>Uso Externo</b> <sup>(1)</sup>	69,42	219,3	218,5
<b>Disposição final</b>	819,2	42,7	24,5
<b>Total</b>	<b>888,62</b>	<b>262,0</b>	<b>243,0</b>

<sup>(1)</sup> Informação referente somente a revestimento do assoalho (“underseal”)

#### □ Fontes de Exposição dos plastificantes DEHP, DIDP e DINP

De maneira geral, os humanos estão expostos aos plastificantes por inalação, contato dérmico, via oral (ingestão de água, peixes e frutos do mar, alimentos que estejam embalados com materiais que utilizem plastificantes) e durante certos procedimentos médicos, como transfusão de sangue, hemodiálises, etc. (SMITH, 2001).

A exposição ao plastificante pode ocorrer em cada estágio do seu ciclo de vida, desde a produção até a disposição final. A população humana exposta aos ftalatos são operários de plantas industriais que fabricam ou manipulam a substância, consumidores de produtos de PVC plastificado com esses ftalatos e o homem de maneira geral através do meio ambiente.

Considerando o ciclo de vida dos plastificantes para serem utilizados em veículos, humanos estão **diretamente** expostos a esta substância por inalação e contato dérmico durante a produção e uso industrial e, através do ar ambiente e contato dérmico quando internamente ao veículo. **Exposição combinada proveniente de diferentes rotas de exposição não estão sendo consideradas na avaliação do ciclo de vida presente no veículo.**

Quando da inalação, a penetração pulmonar pode ser significativa se gotículas menores de 5 µm forem respiradas. Fato esse que ocorre após a recondensação do ftalato. A penetração pulmonar também pode ocorrer quando da condensação das partículas de vapor nas partículas já existentes no ar.

#### □ Fonte de Exposição Industrial

São consideradas fontes de exposição industrial, as três situações a seguir:

1. Produção do plastificante.
2. Produção de produtos que contenham o plastificante (formulação e processamento do PVC).
3. Uso de produtos acabados que contenham o plastificante.

As três situações foram avaliadas e os valores encontrados para os três plastificantes são iguais e baseados em uma exposição de 8 horas de dia de trabalho para uma pessoa de peso médio de 70 kg e considerando que 75% da dose inalada é absorvida. As concentrações estimadas como “pior caso”, estão descritas na Tabela 2.13.

Tabela 2.13 Exposição de plastificantes em ambiente industrial (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001; INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ, 2001).

	DEHP mg/m <sup>3</sup>	DEHP mg/kg/dia	DIDP mg/m <sup>3</sup>	DIDP mg/kg/dia	DINP mg/m <sup>3</sup>	DINP Mg/kg/dia
<b>Inalação</b>						
• Produção	5	0,53	5	0,53	5	0,53
• Uso Industrial	10	1,06	10	1,06	10	1,06
• Uso Industrial de produtos acabados	10	1,06	10	1,06	10	1,06
<b>Dérmico</b>						
• Produção	-	0,46	-	0,46	-	0,46
• Uso Industrial	-	0,3	-	0,3	-	0,3
• Uso Industrial de produtos acabados	-	0,928	-	0,928	-	0,928

□ **Fonte de exposição ao Consumidor dos plastificantes DEHP, DIDP e DINP: Interiores dos Veículos**

A intensidade de liberação dos plastificantes durante o uso de produtos de PVC não é linear durante todo o tempo de vida do produto. Produtos novos propiciam maior exposição do que produtos “velhos” até que o plastificante atinja um nível constante de liberação da matriz do produto ao meio.

As emissões em ambientes fechados de produtos acabados ao ar se dão por volatilização, exceto para pisos aonde a emissão pode ocorrer por abrasão. Internamente ao veículo, a liberação do plastificante ocorre por “*fogging*” aonde peças em PVC internamente ao veículo são aquecidos pelo sol. Portanto, a liberação do plastificante ao interior do veículo está diretamente relacionada com a temperatura. O aumento da temperatura está relacionado com o aumento da pressão de vapor do plastificante concomitante ao aumento da concentração de gás saturado. O gás por sua vez liberado condensará a temperaturas mais baixas em forma de aerossol, ou condensará em superfícies diferentes, como partículas de poeira presentes no ar ou em superfícies do interior do veículo. Todas as situações a que o homem está exposto ao plastificante via inalação, são uma combinação de três formas: gás, aerossol ou a partículas com o plastificante condensado em sua superfície.

Alguns estudos de quantificação das concentrações de plastificantes no interior dos veículos foram apontados nos Relatórios de Análise de Risco do DEHP e DIDP, como descritos a seguir.

3 amostras coletadas no interior de veículos foram analisadas e a concentração de DIDP não excedeu 20 ng/m<sup>3</sup>. Não há nenhum outro dado disponível com relação ao DIDP em interiores de veículos (INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ, 2001).

Concentrações de DEHP em interiores de veículos foram reportadas em 1998. A concentração de DEHP em 6 diferentes carros foi medida à temperatura ambiente. DEHP foi detectado em 6 carros. A concentração em um carro novo foi de 9,6 µg/m<sup>3</sup>. Depois de 20 dias 5,2 µg/m<sup>3</sup> e depois de 40 dias 1,8 µg/m<sup>3</sup>. Valores medidos de concentração de DEHP em interiores de veículos de 1973 (Mieure, 1973), 1977 (McEwen D.J, 1977 cited in General

Motors, 1982b) e 1987 (Wams, 1987) foram submetidas. O número de amostras no estudo não foram reportadas. No estudo Miere, concentrações menores de  $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à  $25^\circ\text{C}$  e  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à  $60^\circ\text{C}$  foram medidas. No estudo de McEwen, concentrações de 0,2 a  $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  foram identificadas interiormente em um veículo Opel de ano de fabricação 1975. No estudo de Wams, a concentração de  $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  está reportada (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001).

□ **Estimativa das concentrações de DEHP, DIDP e DINP internamente ao veículo**

Os valores demonstrados na Tabela 2.14 são referência para a estimativa da concentração do plastificante presente internamente ao veículo.

Tabela 2.14 Principais características dos plastificantes para quantificação da concentração interna do veículo (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001; INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ, 2001).

	<b>Pressão de Vapor à <math>20^\circ\text{C}</math></b>	<b>Concentração de Vapor Saturado à <math>20^\circ\text{C}</math></b>
<b>DEHP</b>	$3,4 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$	$5,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>DIDP</b>	$2,8 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$	$5,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>DINP</b>	$6,0 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

E os seguintes dados foram assumidos:

- 75% da dose inalada é absorvida pelos adultos e 100% para crianças;
- Volume de inalação diária de  $20 \text{ m}^3$  para adultos e  $9,3 \text{ m}^3$  para crianças;
- Peso corpóreo médio de 60kg para adultos e 8kg para crianças e;
- 4 horas diárias de um adulto gastas dentro de um veículo e uma criança 2 horas.

Os resultados estão apresentados na Tabela 2.15.

No relatório de Análise de Risco do DEHP, a concentração de  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $0,9 \mu\text{g}/\text{kg}$  (massa corpórea)/dia) não foi considerada como “pior caso” pois a concentração de vapor saturado de  $5,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à  $20^\circ\text{C}$  pode ser uma estimativa

fora da realidade, pois a temperaturas maiores é esperado haver concentrações bastante maiores. Além disso, a pior forma de inalação se dá através da inalação de aerosol ou através da inalação de partículas presentes no ar contaminadas com o plastificante. Essas situações ocorrem a temperaturas mais altas.

O Comitê Científico de Toxicidade, Ecotoxicidade e Meio Ambiente, CSTEE (Scientific Committee on Toxicity, Ecotoxicity and the Environment), por outro lado, afirma que a concentração de 5,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para cálculo da concentração de DEHP internamente ao veículo não é confirmada pelos dados já medidos. Segundo o CSTEE, números de 0,1 a 5% desse valor seriam melhores representados.

Tabela 2.15 Valores estimados de concentração do DEHP, DIDP e DINP internamente ao veículo para adultos e crianças (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001; INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ, 2001).

	<b>Concentração do ar (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Exposição diária (<math>\mu\text{g}/\text{kg}</math> massa corpórea)/dia</b>
<b>Adultos</b>		
DEHP	21	0,9
DIDP	21	0,8
DINP	40	1,7
<b>Crianças</b>		
DEHP	21	2,0
DIDP	21	1,9
DINP	40	3,9

□ **Caracterização de risco dos plastificantes DEHP, DIDP e DINP – saúde humana**

Os relatores dos Relatórios de Análise de Risco do DEHP, DIDP e DINP calcularam valores conhecidos como “MOS” (Margin of Safety) que indicam a margem de segurança à que um indivíduo possa estar exposto sem nenhum

efeito adverso à saúde. Esses valores foram calculados tomando-se como base o nível de exposição de um indivíduo (conforme estimado e demonstrado nas Tabelas 2.13 e 2.15) e seus valores de NOAEL (no observed adverse effect level/valor limite estabelecido que indica a concentração máxima à que um indivíduo possa estar exposto sem nenhum efeito adverso à saúde).

□ **Industrial**

As três situações de exposição industrial para cada um dos plastificantes em questão foram avaliadas e os respectivos Relatórios de Análise de Risco obtiveram as conclusões apresentadas na Tabela 2.16.

Tabela 2.16 Caracterização de riscos do DEHP, DIDP e DINP à saúde humana durante exposição em processo industrial (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001; INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ, 2001).

<b>DEHP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Há uma preocupação no que diz respeito a defeitos de desenvolvimento, reprodutivos (fertilidade e testiculares), e RDT (Repeated Dose Toxicity – Toxicidade a doses repetidas).</i></li> <li>• <i>Não há nenhuma preocupação quanto a efeitos agudos (curto prazo de exposição), irritação e sensibilidade, carcinogenicidade, e mutagenicidade.</i></li> </ul>
<b>DIDP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Não há nenhuma preocupação quanto a efeitos agudos (curto prazo de exposição), irritação e sensibilidade. Apresentam-se da mesma forma para mutagenicidade, toxicidade a doses repetidas, efeitos de reprodutibilidade (fertilidade defeitos de desenvolvimento) e efeitos endócrinos.</i></li> </ul>
<b>DINP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Não há nenhuma preocupação quanto a efeitos agudos (curto prazo de exposição), irritação, corrosividade e sensibilidade. Apresentam-se da mesma forma para mutagenicidade, toxicidade a doses repetidas, efeitos de reprodutibilidade (fertilidade e defeitos de desenvolvimento) e efeitos endócrinos.</i></li> </ul>

Para o DEHP há necessidade para limitar os riscos através de medidas de redução dos mesmos em comparação com as que já são aplicadas atualmente.

O CSTEÉ analisou e concordou com o resultado encontrado quanto à exposição de trabalhadores ao DEHP nas atividades industriais (CSTEÉ, 2002).

Não há nenhuma preocupação para trabalhadores quando expostos ao DIDP e DINP em todas as situações e, não há necessidade para redução de riscos além daqueles já aplicados.

□ **Consumidor (Interior de veículos)**

Os valores de MOS calculados são suficientes para proteger consumidores adultos e crianças e levaram a conclusão descrita na Tabela 2.17.

Tabela 2.17 Caracterização de riscos do DEHP, DIDP e DINP à saúde humana durante exposição internamente ao veículo (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001; INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ, 2001).

<b>DEHP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Não há nenhuma preocupação à saúde humana quando da exposição de adultos ao DEHP internamente ao veículo.</i></li> <li>• <i>Nenhum risco quanto à saúde humana foi identificado quando crianças estão expostas ao DEHP internamente ao veículo.</i></li> <li>• <i>Não há nenhuma preocupação quanto a efeitos agudos (curto prazo de exposição), irritação e sensibilidade, carcinogenicidade, e mutagenicidade</i></li> </ul>
<b>DIDP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Não há nenhuma preocupação à saúde humana quando da exposição de adultos e crianças ao DIDP internamente ao veículo</i></li> </ul>
<b>DINP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Não há nenhuma preocupação à saúde humana quando da exposição de adultos e crianças ao DINP internamente ao veículo</i></li> </ul>

Portanto, não há nenhuma preocupação para consumidores expostos ao DEHP, DIDP e DINP quando internamente ao veículo e, não há necessidade para redução de riscos além daqueles já aplicados.

O “CSTEÉ” analisou e concordou com o resultado encontrado quanto à exposição de adultos e crianças ao DEHP internamente ao veículo (CSTEÉ, 2002).

### □ Caracterização de risco – meio ambiente

As partículas dos plastificantes estão distribuídas no meio ambiente de acordo com seu tamanho. As menores estão presentes no ar, as maiores estão distribuídas no solo e sedimentos. Podem estar presentes em microorganismos aquáticos, no lodo (resíduo de tratamento de água), etc. A Tabela 2.18 demonstra a caracterização de riscos ao meio ambiente apontados nos três relatórios de Análise de Risco versus a opinião a cada uma das conclusões que os relatórios apontaram. As opiniões foram coletadas através de relatórios emitidos pelo CSTE (CSTE, 2001) Os principais aspectos avaliados estão relacionados com a preocupação de imposições de medidas de redução de riscos a serem tomadas.

Tabela 2.18 Caracterização de risco ao meio ambiente dos plastificantes (NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE, 2001; INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ, 2001; CSTE, 2001).

	Relatório de Análise de Risco	Opinião do “CSTE”
<b>Compartimento Aquático</b>	<p><b>DEHP</b> • devido à “aparente” baixa solubilidade do DEHP em água (3 ug/L), não há indicativo de riscos a organismos aquáticos.</p> <p>• quanto a sedimentos (moradia de certos organismos), não há no momento necessidade de mais informações relacionadas a esse assunto e não há necessidade de se aplicar medidas de redução de riscos além daquelas já aplicadas.</p> <p><b>DIDP</b> • nenhum efeito tóxico em peixes, invertebrados, plantas, microorganismos e a moradores de sedimentos foram observados.</p> <p><b>DINP</b></p>	<p>• se a aparente solubilidade for confirmada com maior base científica, a hipótese de baixa preocupação com risco ao compartimento aquático pode ser aceita.</p> <p>• a conclusão não é aceita devido à alta persistência dos plastificantes em sedimentos (baixa solubilidade em água, porém, alta afinidade por matéria orgânica). Acredita-se que há necessidade de mais informações relacionadas ao assunto.</p> <p>a conclusão não é aceita devido à alta persistência dos plastificantes em sedimentos (baixa solubilidade em água, porém, alta afinidade por matéria orgânica). Acredita-se que há necessidade de mais informações relacionadas ao assunto.</p>

<b>Atmosfera (ar)</b>	<b>DEHP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• não há dados indicando riscos para o compartimento atmosférico, portanto, não há no momento necessidade de mais informações relacionadas a esse assunto e não há necessidade de se aplicar medidas de redução de riscos além daquelas já aplicadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• a conclusão é aceita.</li> </ul>
	<b>DIDP</b> <b>DINP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nenhum dos experimentos mencionados permitiu concluir a ausência ou não de toxicidade dos mesmos a plantas, porém, a ausência de efeitos adversos com estudos em outros plastificantes (exceto para o DBP – di-butiphtalate) demonstram que não há preocupação imediata quanto à toxicidade a plantas levando a concluir que não há no momento necessidade de mais informações relacionadas a esse assunto e que não há necessidade de se aplicar medidas de redução de riscos além daquelas já aplicadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• a conclusão não é aceita. Acredita-se que há necessidade de mais informações relacionadas ao assunto para a concordância a essa conclusão.</li> </ul>
<b>Compartimento terrestre</b>	<b>DEHP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• não há dados indicando riscos para o compartimento terrestre. Não há no momento necessidade de mais informações relacionadas a esse assunto e não há necessidade de se aplicar medidas de redução de riscos além daquelas já aplicadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• a conclusão não é aceita. Acredita-se que há necessidade de mais informações relacionadas ao assunto para a concordância a essa conclusão.</li> </ul>
	<b>DIDP</b> <b>DINP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• concluíram que não há dados indicando riscos para o compartimento terrestre. Afirmam também que, não há no momento necessidade de mais informações relacionadas a esse assunto e que não há necessidade de se aplicar medidas de redução de riscos além daquelas já aplicadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• a conclusão não é aceita, Acreditam que mais estudos de toxicidade de longo prazo devem ser realizados para concordância a essa conclusão.</li> </ul>
<b>Cadeia Alimentar</b>	<b>DEHP</b> <sup>(1)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cadeia alimentar de organismos aquáticos: há necessidade de maiores informações do que as já existentes para a conclusão de risco à cadeia alimentar de organismos aquáticos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• suporta a conclusão</li> </ul>

- 
- cadeia alimentar terrestre: não há no momento necessidade de mais informações relacionadas a esse assunto e que não há necessidade de se aplicar medidas de redução de riscos além daquelas já aplicadas.
  - a conclusão não é aceita. Acredita-se que há necessidade de mais informações relacionadas ao assunto para a concordância a essa conclusão.
- DIDP** • concluíram que não há nenhum risco para predadores da cadeia alimentar e que não há no momento necessidade de mais informações relacionadas a esse assunto e que não há necessidade de se aplicar medidas de redução de riscos além daquelas já aplicadas.
- DINP** • a conclusão não é aceita. Acredita-se que há necessidade de mais informações relacionadas ao assunto para a concordância a essa conclusão.

---

<sup>(1)</sup> A cadeia alimentar proposta para avaliação de risco do DEHP é que mamíferos comem peixes, peixes se alimentam de *zooplanktons* baseado na exposição aquática. Na cadeia alimentar terrestre, mamíferos são supostos a se alimentar de larvas.

### 2.1.4.3 Disposição Final do PVC

A quantidade de PVC descartado na Europa está demonstrada na Tabela 2.19, bem como, a Figura 2.7 demonstra uma estimativa da quantidade de PVC a ser disposta, por setor de aplicação, nos próximos anos. Esses dados, além de apontar os setores que mais contribuem para geração de resíduos de PVC, passam a ter fundamental importância para o estabelecimento do gerenciamento sustentável dos resíduos de PVC.

Com o estabelecimento de medidas preventivas através de suas Diretivas, a Comunidade Européia estima reduzir a quantidade de PVC a ser disposto nos próximos anos, conforme Tabela 2.20. Com base nessas informações, a quantidade de PVC a ser disposta está demonstrada na Figura 2.8.

Tabela 2.19 Disposição do PVC na Europa baseados em informações fornecidas pelos Estados Membros que compõe a Europa (EUROPEAN COMMISSION, 2000).

<b>Estados Membros</b>	<b>Ano</b>	<b>Disposição do PVC (ton)</b>	<b>Porcentagem do total</b>	<b>População 1997 (Milhões)</b>
Áustria	1995	45.200	1,7	8,1
Bélgica		66.000	2,5	10,2
Dinamarca	1999	34.000	1,3	5,3
Finlândia	Anualmente	30.000	1,1	5,1
França		450.000	16,8	58,4
Alemanha	1995	683.000	25,6	82,0
Grécia		68.000	2,5	10,5
Irlanda		24.000	0,9	3,7
Itália		450.000	16,8	57,5
Luxemburgo		2.600	0,1	0,4
Portugal		64.000	3,2	9,9
Espanha		250.000	2,4	39,3
Suécia	1996	40.000	9,4	8,8
Holanda	1996	86.000	1,5	15,6
Reino Unido		380.000	14,2	58,9
Total		2.672.800	100,0	374

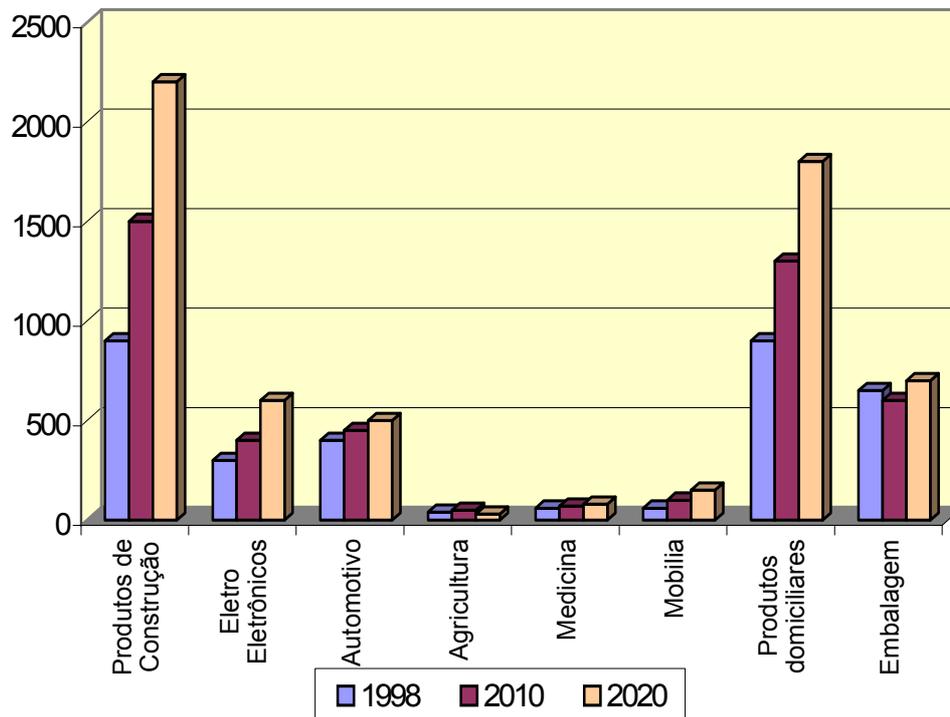


Figura 2.7 Estimativa de disposição do PVC em diferentes setores (EUROPEAN COMISSION, 2000).

Os métodos mais comuns aplicáveis à disposição final do PVC são a incineração, disposição em aterros e reciclagem. A incineração seja ela com objetivo de gerar energia ou não, é objeto de maior preocupação. Em comparação com outros polímeros, o PVC tem menor poder calorífico (15,4MJ/kg contra 36,7 do polietileno) e uma alta concentração de cloro (47% do total de PVC). Isto faz com que a incineração seja menos atrativa em termos de ganho de energia uma vez que o cloro presente no PVC forma ácido clorídrico podendo gerar dioxinas (dependendo da temperatura de combustão). Além disso, requer caros e sofisticados sistemas de tratamento dos gases gerados. A incineração de 1 kg de PVC gera entre 2 a 5 kg de resíduos tóxicos (resíduo do tratamento do gás gerado) (MAVEL, 1999). A incineração do PVC deve ser realizada em equipamentos com condições adequadas para o tratamento dos gases. As condições de operação do incinerador são o ponto importante para o controle da formação das dioxinas. As dioxinas não são fabricadas (a não ser para fins de pesquisa), portanto, não são produtos ou ingredientes comerciais. Ou tem origem natural, ou são subprodutos

indesejáveis de processos industriais. São substâncias químicas complexas formadas nas reações que envolvem Carbono, Hidrogênio, Oxigênio e Cloro na presença de calor. As dioxinas são encontradas em vários compartimentos do meio ambiente, são persistentes e tendem a se acumular em certos animais e em humanos. A sua resistência à degradação e semivolatilidade significa que elas podem ser transportadas ao longo do tempo e permanecem no meio ambiente por muitos anos (BUCKLEY-GOLDER, 1999). Há alguns anos, a formação de dioxinas era associada somente a processos industriais que envolvessem combustão ou queima (motores de carros, fusão de metais, incineradores etc.) Hoje já se conhecem várias outras fontes de dioxinas. Segundo Dr. Christoffer Rappe, da Universidade de Umeå/Suécia, a formação de dioxinas num processo de incineração está ligada às condições de operação do equipamento como temperatura, tempo de residência e turbulência (BESSE, 1998).

Um aspecto positivo da incineração do PVC está relacionado com o poder calorífico deste material. Apesar de o PVC possuir poder calorífico menor que a maioria dos outros materiais plásticos, ele possui poder calorífico similar ao do carvão proporcionando assim economia de combustíveis fósseis na geração de energia. Esquemas de reaproveitamento de energia e reutilização em residências e indústrias são aplicadas em vários países da Europa.

O cloro possui uma contribuição positiva quando da incineração de materiais plásticos, pois auxilia na limpeza da escória formada por metais pesados sendo coletados como sais metálicos.

Quanto ao aterramento, de acordo com estudo "The behaviour of PVC in Landfill" (O comportamento do PVC nos aterros), realizado pela Comissão Europeia DGXI.E.3, os produtos de PVC provavelmente não são fontes significantes de cloreto de vinila encontrados nos aterros. O PVC não despolimeriza e forma cloreto de vinila e/ou em outros produtos de degradação a menos que colocados em condições favoráveis (térmicas, químicas como em meio ácido ou condições fotolíticas). O polímero de PVC é, portanto, resistente às condições de aterramento. Quanto aos estabilizantes contidos nos produtos de PVC, esses não contribuem significativamente com as concentrações de

metais pesados presentes nos aterros. Somente baixos níveis de concentrações foram reportados. Uma visão geral dos estudos que investigam a liberação dos estabilizantes de PVC mostra que, além de estarem quimicamente ligados à matriz, a taxa de migração e a mobilidade do chumbo no PVC é bastante baixa. Entretanto, a liberação dos metais pesados provenientes do PVC não deve ser totalmente negligenciada. De maneira bastante lenta e progressiva, esses materiais devem contribuir para a contaminação dos aterros. Quanto aos plastificantes, a ocorrência de ftalatos no solo, bem como, em emissões gasosas não é necessariamente um resultado direto da presença de PVC nos aterros.

Quanto à reciclagem, a maior dificuldade em se reciclar o PVC é a sua versatilidade e, na maioria das vezes, estar presente em combinação com outros materiais.

Em alguns países como Reino Unido, Holanda, França e Alemanha, a Indústria de PVC estabeleceu projetos de reciclagem e sistemas de reciclagem. O principal foco é a reciclagem mecânica, porém, projetos de “feedstock recycling” (reciclagem termoquímica), também estão sendo desenvolvidos (PLINKE, 2000).

As técnicas de reciclagem de PVC estão baseadas em processos mecânicos ou químicos. A reciclagem mecânica se refere ao processo aonde o material é tratado de forma exclusivamente mecânica. Outros processos de reciclagem e recuperação do PVC, conhecidos como “feedstock recycling”, como a decomposição térmica controlada para recuperação do HCl que pode ser reutilizado para a produção do cloro e, subseqüentemente ser utilizado na fabricação do PVC ou, um processo conhecido como “Viniloop” que foi recentemente desenvolvido pela Solvay (produtora de PVC), envolvem tratamento químico dos resíduos de PVC. Esse processo inclui a dissolução dos resíduos de PVC em um solvente com o subseqüente reaproveitamento do PVC puro (PLINKE, 2000).

A substituição do PVC é outra alternativa para minimizar a quantidade de PVC a ser descartado nos próximos anos. Maurice Keyzer e Maria Armand Vervoort, através da Shell Int Reasearch patentearam, sob o número

EP0546635, em 16/06/1993 uma mistura livre de PVC que substitui o revestimento externo do assoalho. Esta mistura além de atender aos requisitos de performance para revestimento externo do assoalho é totalmente reciclável.

Outras patentes também propõem a substituição do revestimento externo do assoalho por outros materiais, entre elas podemos destacar a JP57091776 de NISHIGAKI EIICHI publicada em 08/06/1982 e depositada por NIPPON OIL & FATS CO LTD e a US 4282131 de Trousil E. G., depositada por CHAPMAN ENTERPRISES CORP e publicada em 04/08/1981.

Tabela 2.20 Perspectiva de redução da quantidade de disposição de resíduos de PVC com a implementação de Diretivas Européias (EUROPEAN COMMISSION, 2000).

<b>Diretivas</b>	<b>Perspectiva de redução</b>
Embalagens	A quantidade de embalagens sendo aterrada na Europa foi atualmente reduzida em 15%. Assume-se que esta quantidade está sendo reciclada
Aterros	Tem como principal objetivo estimular a prevenção da geração de resíduos através da reciclagem ou recuperabilidade e, portanto, terá uma influência indireta no gerenciamento do resíduo de PVC desencorajando assim esquemas de tratamento e disposição final em aterros devido a um esperado aumento de custo para se aterrar o PVC.
Veículos em final de vida	Assume-se que com as restrições de reciclabilidade para veículos europeus, os resíduos de PVC a serem dispostos provenientes dos veículos serão 25% recuperados em 2005 e 67% em 2015. Atualmente, apenas 5% do PVC em automóveis estão sendo reaproveitados.
Equipamentos domésticos como geladeiras, freezer, etc.	80% do PVC proveniente desses equipamentos serão recuperados, devido à obrigatoriedade de recuperação imposta pela respectiva diretiva.

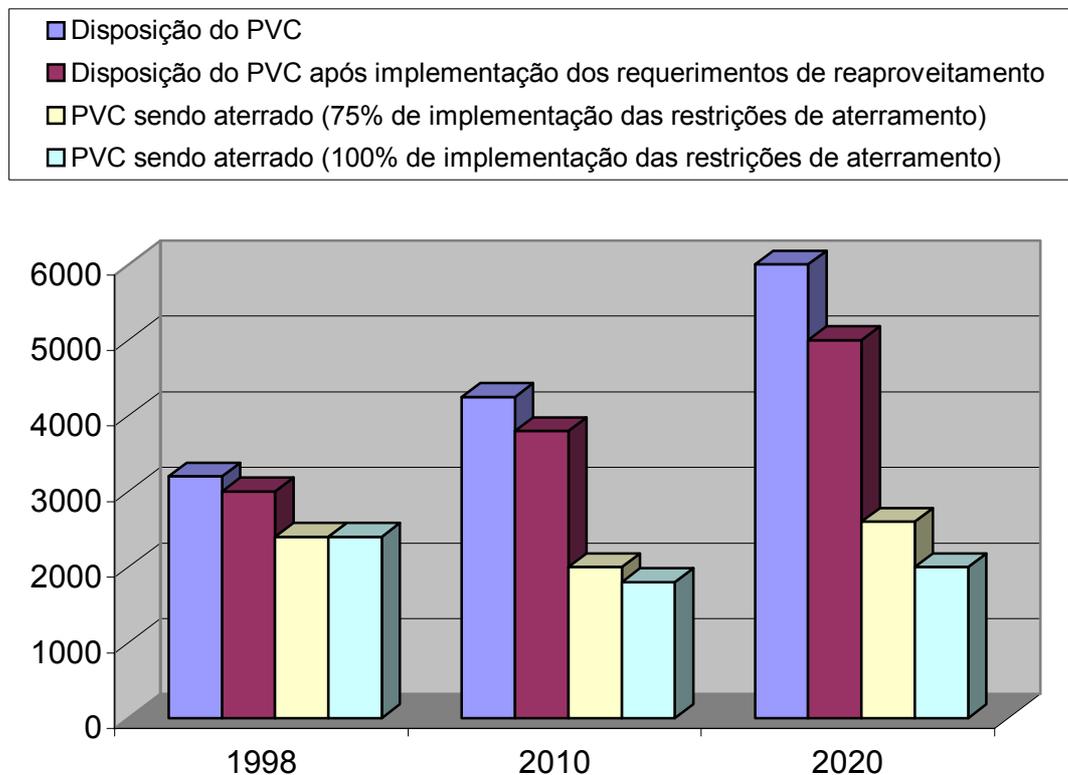


Figura 2.8 Estimativa da quantidade de PVC a ser aterrada nos próximos anos (EUROPEAN COMMISSION, 2000).

### 2.1.5 Situação e tendências para o desenvolvimento sustentável no Brasil

O Desenvolvimento Sustentável, ou sustentabilidade é definido como uma atividade econômica que atende às necessidades da geração atual sem afetar a capacidade de gerações futuras satisfazerem as suas necessidades. A sustentabilidade baseia-se em três componentes: econômico, social e ambiental. Porém, o desenvolvimento sustentável baseado no contexto ambiental é o foco do presente estudo. Portanto, entende-se aqui que, desenvolvimento sustentável está relacionado com o “meio ambiente” incluindo impactos ao ar, água, solo, saúde humana e esgotamento de recursos naturais não renováveis.

O impacto ao meio ambiente está relacionado a tudo que é indevidamente descartado sejam na forma de vapor, líquido ou sólido. Alguns

índices de quantidade de resíduos sólidos gerados, bem como a contribuição do PVC para a quantidade total de resíduo descartado, são mostrados a seguir:

1. A cidade de São Paulo gera cerca de 15.000 toneladas/dia de resíduos sólidos, dos quais possivelmente mais de 700 toneladas são constituídas por embalagens plásticas descartáveis, fabricadas em diversas resinas (INSTITUTO DO PVC, 2001).
2. Nos Estados Unidos, o material plástico como resíduo sólido urbano constitui cerca de 7,3% (em peso) do volume total de resíduo disposto. Deste percentual, o PVC contribui com apenas 7%, sendo, portanto, menor que 0,5% a contribuição deste material no resíduo sólido urbano (INSTITUTO DO PVC, 2001).
3. Das 570 mil toneladas de resíduos plásticos industriais, agrícolas e urbanos gerados no Brasil por ano, os mesmos perfazem apenas uma pequena parcela (6 a 10% em peso) do volume total dos resíduos sólidos que se distribuem conforme Figura 2.9. A maior parcela destes é constituída por material orgânico (52%). O restante compreende papel e papelão, vidro, metais e diversos, como entulho de construções habitacionais (material inorgânico) (INSTITUTO DO PVC, 2001).

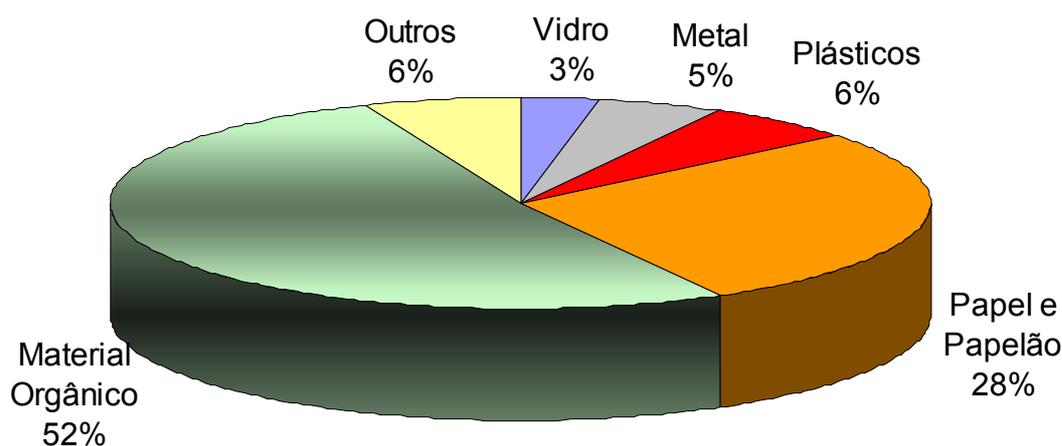


Figura 2.9 Distribuição dos materiais que compõem o resíduo sólido urbano (INSTITUTO DO PVC, 2001).

4. A contribuição do plástico, no entanto, embora pequena frente ao volume total de resíduos descartados, traz consigo um aspecto negativo que é o volume aparente ou chamado lixo visual. Dos 6 % que correspondem os materiais plásticos da Figura 2.10, estima-se que 14% sejam resíduos de PVC, ou seja, o PVC tem uma contribuição de cerca de 0,8% no resíduo sólido urbano, sendo a porcentagem das outras resinas distribuída conforme Figura 2.10.

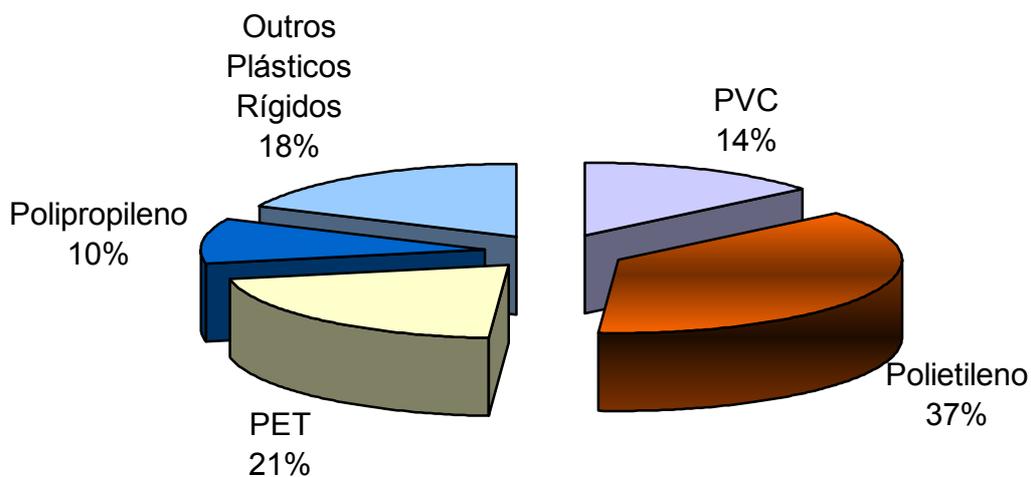


Figura 2.10 Distribuição média dos plásticos encontrados no volume total de resíduo disposto (INSTITUTO DO PVC, 2001).

Por outro lado, indícios de comprometimento com o desenvolvimento sustentável já começam a surgir no Brasil. Os resultados da pesquisa elaborada pela Secretaria de Assuntos Estratégicos – SAE – no quadro do Projeto Brasil 2020 (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2000) indicando os marcos abrangentes de referência para as prioridades e direcionamentos desejados para o país até o ano de 2020, indicam a tendência de o Brasil promover a proteção do meio ambiente e dos ecossistemas graças a uma competência tecnológica específica. Esse é o cenário futuro desejado, no qual a ciência e a tecnologia estariam a serviço do desenvolvimento sustentável, em conjugação com os principais documentos internacionais da literatura ambiental internacional. O esforço da SAE tem o mérito de procurar influenciar os decisores sobre a urgência de orientarem suas práticas em prol do

desenvolvimento sustentável, apoiado no conhecimento científico e tecnológico disponível no país (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2000).

Devem ser também destacados dois estudos do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. O primeiro, de 1994, “O Brasil no fim de século: desafios e propostas para a ação governamental” (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2000) aborda, em alguns capítulos, temas relativos à tecnologia, à ciência e ao desenvolvimento. Não obstante, há menção direta ao papel indutor das ciências e tecnologias para a concretização da sustentabilidade no modelo de desenvolvimento (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2000).

O segundo documento do IPEA de 1997, “O Brasil na virada do milênio”, dedica especial atenção aos desafios da proteção ao meio ambiente e da modernização tecnológica (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2000). Constata o crescimento das exigências de controle ambiental nos países industrializados, exacerbando pressões sobre a imposição de padrões semelhantes nos países em desenvolvimento, mediante a utilização de mecanismos como o selo ecológico, a reciclagem, o controle ambiental e a inserção nas normas de qualidade – ISO 9000 e ISO 14000. Questão ambiental e tecnologia são abordadas separadamente, ainda que, implicitamente, estejam em estreita interação no arcabouço teórico do documento (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2000).

Além disso, ações voluntárias por parte de instituições como a AEA (Associação de Engenharia Automotiva) representadas por um grupo formado por engenheiros das indústrias automotivas instaladas no Brasil, realizam e promovem eventos com o intuito de disseminar e integrar informações relacionadas à Reciclagem de Veículos e seus materiais. A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), representada pelo Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental – CB-38 e de suas Comissões de Estudo (CE) formadas por representantes dos setores envolvidos, como produtores, consumidores e neutros (universidades e outros), publicam normas relacionadas à Gestão ambiental e técnicas de avaliação de ciclo de vida de produtos manufaturados e consumidos como ferramenta para a contribuição ao desenvolvimento sustentável.

Também, podem ser destacados como contribuição para o desenvolvimento sustentável, a ciência que tem como base a pesquisa e o desenvolvimento realizados nas Universidades brasileiras.

Com o objetivo de desenvolver materiais de custo menor, substituir materiais poluentes e, pela possibilidade da demanda de economia de recursos fósseis, a utilização de fibras naturais como reforço de polímeros, tem encontrado um grande interesse na sociedade e na indústria e, têm se tornado tema de vários estudos como forma de contribuição para o desenvolvimento sustentável. Entre eles destacam-se:

- a avaliação de diferentes técnicas de incorporação de fibra natural a um polímero, utilizando-se como matriz polimérica o polipropileno isotático e como reforço a fibra de sisal,
- as caracterizações das propriedades químicas, térmicas, mecânicas e morfológicas de diferentes variedades de fibras de sisal cultivadas no Brasil com o objetivo de identificar a qualidade e o desempenho das mesmas para aplicação industrial e,
- o desenvolvimento de um processo contínuo de incorporação de fibras de sisal em matrizes termoplásticas e sua aplicação em compósitos polipropileno/fibras de sisal.

Estes estudos foram temas de defesa de dissertações de mestrado ou teses de doutorado na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar, 2003).

Além da utilização de recursos naturais renováveis a contribuição ao desenvolvimento sustentável também está relacionada com a reciclagem de resíduos pós-consumo. Também, como parte integrante e responsável para integralização do desenvolvimento sustentável, mais uma vez, os estudos desenvolvidos nas Universidades são fatores que impulsionam este conceito. Nesse contexto, podem ser apontados os seguintes estudos:

- A viabilidade da reciclagem de filmes plásticos provenientes de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) (UFSCar, 2003).
- Avaliação do processo de reciclagem de Poli(tereftalato de etileno) (PET), do Polietileno de alto densidade (HDPE) e do

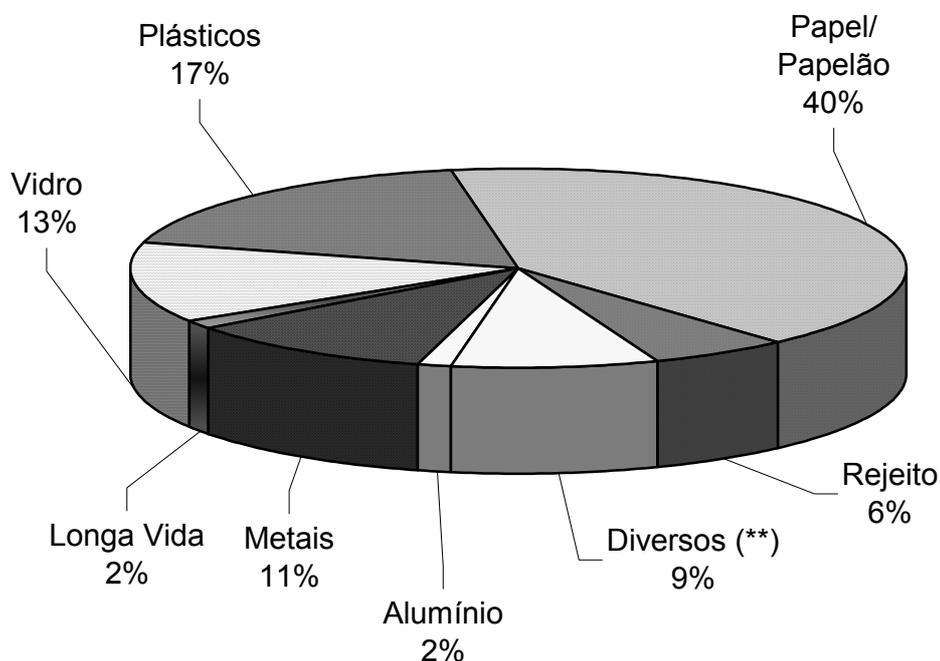
Polipropileno (PP), advindos de plásticos rígidos urbanos (UFSCar, 2003).

De maneira geral, a reciclagem e coleta seletiva no Brasil têm aumentado nos últimos anos. Em 2002, o setor de reciclagem de latas de alumínio no Brasil, segundo dados da Associação Brasileira de Alumínio (Abal), reciclou um total de 121 mil toneladas de latas de alumínio através de 35 recicladores (entre eles, produtores de alumínio secundário), a maioria concentrada em São Paulo e Minas Gerais, proporcionando 152 mil empregos diretos e indiretos gerados e faturamento de R\$ 850 milhões. Os números mostram que o país reciclou 87% de todas as latas de alumínio consumidas, o que representa mais de 9 bilhões de unidades. De acordo com a Abal, desde 2001, o Brasil é o campeão na reciclagem de latinhas entre os países onde a atividade não é obrigatória por lei. Há dois anos, o índice brasileiro alcançou 85% contra 83% do Japão que mantinha a liderança. Estima-se que haja mais de 6.000 pontos de compra de sucata de alumínio espalhados pelo Brasil, facilitando o acesso dos recicladores. A reciclagem de latas de alumínio proporcionou em 2002 uma economia de cerca de 1.700 GWh/ano. Um quilo de latas equivale a 70 latinhas – cada brasileiro consome, em média, 51 delas anualmente. Nos Estados Unidos, o consumo per capita é de 375 latas por ano (CEMPRE, 2003).

Em 2002, cinco milhões de toneladas de sucatas de aço foram usadas no Brasil, sendo que 3,3 milhões de toneladas se destinaram à produção de novo aço. A fabricação de folhas metálicas para embalagens de aço consumiu 1 milhão de toneladas. Esses números indicam que o Brasil já dispõe de capacidade instalada para absorver 100% da sucata de embalagens de aço. Com relação à produção direta da Companhia Siderúrgica Nacional – CSN, 5,2 milhões de toneladas de aço líquido em 2002 - a principal matéria-prima é o ferro gusa, apenas 15,61% foi proveniente da sucata de aço. Por outro lado, a Gerdau, maior produtora de aços longos do continente americano, utilizou mais de dois milhões de toneladas de sucata metálica para a produção de 5,9 milhões de toneladas de aços longos no ano passado (CEMPRE, 2003).

Radiografando a coleta seletiva no Brasil, em 1999, 135 municípios operavam programas de Coleta Seletiva sendo que 6 milhões de brasileiros tinham acesso a serviços de coleta seletiva. Em 2002, 192 municípios operavam programas de coleta seletiva, com uma concentração na Região Sul e Sudeste. De 1994 a 2002, houve um aumento de 111 municípios a operarem com programas de Coleta Seletiva. A média de custo da coleta seletiva entre os municípios que operam coleta seletiva é de US\$ 70 por tonelada, sendo que o custo da coleta seletiva é 5 vezes maior que o custo da coleta convencional. Porém, o custo da coleta seletiva tem diminuído nos últimos anos. Em 1994 o custo era de US\$ 240 por tonelada, em 1999 era de 154 e em 2002 o valor passou para US\$ 70 por tonelada. (CEMPRE, 2004)

Os materiais coletados em 2002 estão distribuídos conforme apresentado na Figura 2.11.



(\*\*) Inclui outros tipos de materiais recicláveis: baterias, pilhas, borracha, madeira, livros (reutilização) entre outros.

Figura 2.11 Composição da Coleta Seletiva (Média das cidades – em peso) (CEMPRE, 2004)

### **2.1.6 Tendências no Projeto de veículos com vistas ao meio ambiente**

Durante o processo de desenvolvimento de um veículo, as empresas, conscientemente ou inconscientemente, tomam um grande número de decisões que afetam o meio ambiente, tornando-as responsáveis não somente pela performance técnica do produto, mas também pela performance ambiental.

Para veículos e produtos duráveis fabricados durante longo período, as conseqüências de um projeto não focado aos possíveis impactos ambientais, podem durar vários anos. O projeto de um novo veículo dura entre 3 e 4 anos e são fabricados durante um período de 7 a 8 anos. São utilizados por aproximadamente 10 a 12 anos, conforme informação da BMW, fabricante de veículos na Alemanha (Mildenberger, 1999). Concluindo, uma decisão tomada hoje pode apresentar efeitos por até um quarto de século. Esses efeitos podem ter repercussão ainda maior quando da disposição irresponsável de peças e componentes veiculares.

Com o objetivo de sistematicamente considerar os aspectos ambientais na concepção de um projeto, a Pesquisa e Desenvolvimento tem que possuir aspectos ecológicos, econômicos e técnicos envolvendo os aspectos de desenvolvimento e produção.

Esforços atuais relacionados à melhoria da sustentabilidade ambiental estão largamente baseados nos conceitos de análise de ciclo de vida (ACV), ou seja, estão relacionados à análise dos impactos durante todos os estágios de ciclo de vida de um produto (ENVIRONMENTAL SUSTENTABILITY CONFERENCE, 2002). O conhecimento do ciclo de vida de um produto é o primeiro passo na busca do desenvolvimento sustentável. Inicialmente, o ciclo de vida inicia-se quando os recursos para a fabricação de produtos são extraídos da sua origem, a natureza, e termina quando o material retorna à natureza como forma de produto descartado. É, propriamente dito, a avaliação do “berço ao túmulo”. A ferramenta ACV traz inúmeros benefícios de aspecto amplo e tem se tornada ferramenta decisória na escolha de materiais e processos ideais. Por exemplo, uma análise do ciclo de vida de um automóvel

mostrou que a utilização do mesmo, ou seja, o uso do veículo pelo consumidor, corresponde a 80% do consumo total de energia de todos os estágios do ciclo de vida do veículo (MILDENBERGER, 1999).

Empresas como a Daimler Crysler, Ford e Volvo utilizam a ferramenta de análise de ciclo de vida (ACV) para a avaliação da performance ambiental de seus produtos, inclusive durante a fase de concepção (projeto) do veículo. A Volvo, conduziu 150 estudos de análise de ciclo de vida em um período de 12 anos, a Ford conduziu centenas e a Daimler Crysler também conduziu vários estudos de análise de ciclo de vida durante 10 anos e, no momento, possui uma equipe que conduz estudos de análise de ciclo de vida baseados no “Design for Environment” (projeto para o meio ambiente) com intuito de suportar a escolha de materiais e processos adequados utilizados em todos os projetos de veículos novos (ENVIRONMENTAL SUSTENTABILITY CONFERENCE, 2002).

A escolha de materiais e processos está relacionada também e principalmente, com o “projetar para a reciclagem”.

Os requerimentos da Diretiva Europeia quanto aos índices de reciclabilidade de 80% para o ano de 2005, segundo Bellmann e companheiros, pode ser alcançado através da reciclagem dos vidros e de peças e componentes grandes como os pára-choques e os bancos (BELLMANN, 1999). Porém, a implementação de centros integrados (despoluição, desmontagem, *shredding*, e tratamento do resíduo da *shredder*) irá substancialmente aumentar a reutilização e reciclagem do veículo e seus componentes no final de vida. Isto deverá aumentar a disponibilidade de material reciclado no mercado e, também, a diminuição do custo deste material (BELLMAN, 1999).

Entretanto, atualmente, o custo para desmontagem (etapa essencial para a reciclagem do veículo) de veículos no final da vida útil é alto (BELLMAN, 1999). A desmontagem requer extensivo trabalho manual tornando-se um dos estágios mais caros no processo de reciclagem. Certamente, esse custo pode ser minimizado. Empresas fabricantes de veículos têm trabalhado com o projeto voltado à reciclagem que inclui, além de sistemas de desmontagens

eficientes através do projeto de componentes e peças de fácil desmonte, a elaboração de manual de desmontagem de interesse às empresas que realizam o “desmanche” do veículo (BELLMAN, 1999). Inclui ainda, o incentivo constante à utilização de materiais reciclados nas peças e componentes veiculares.

A Daimler Chrysler e a Ford realizaram significantes progressos quanto à utilização de material reciclado em suas peças. A Ford europeia incorpora aproximadamente 6000 toneladas por ano de material não metálico em 800 peças de produção. A fonte desse material reciclado inclui os pára-choques em TPO, carcaças da bateria, pneus velhos e carpetes. A Daimler Chrysler desenvolveu um trabalho com a *NRI Industries* relacionado ao processo de reciclar pneus usados e transformá-los em um elastômero termoplástico e, incorpora aproximadamente 2000 toneladas de conteúdo reciclado derivado do pneu reciclado em 40 a 50 componentes de seus veículos. A NRI está reciclando 15.000.000 pneus/ano. A Daimler Chrysler também desafiou 60 dos seus fornecedores a desenvolver um processo de reciclagem da borra de tinta. Este trabalho resultou em uma patente aonde 270 toneladas de borra de tinta são reaproveitadas (ENVIRONMENTAL SUSTENTABILITY CONFERENCE, 2002).

Também, fabricantes europeus estão trabalhando para incorporar materiais de fontes renováveis em peças de produção e minimizar o consumo de recursos naturais. A Ford incorpora de 5 a 16,5 kilos/veículo de materiais renováveis em seus componentes incluindo, porta pacotes, sombreiras, peças de acabamento interno, materiais de isolamento e carpetes (ENVIRONMENTAL SUSTENTABILITY CONFERENCE, 2002).

Como exemplo de sucesso de um veículo projetado de maneira amigável ao meio ambiente, em Agosto de 1998, especialistas da Associação Alemã de Trânsito selecionaram o SMART (carro micro-compacto da Daimler Chrysler, uma das maiores fabricantes de veículos na Alemanha) como o vencedor do prêmio “ecologic check” por estar no topo da lista dos veículos ambientalmente corretos (MILDENBERGER, 1999). As razões para este prêmio, entre outras, estão no consumo de combustível que é de 5,8 litros para

cada 100 km rodados na cidade com emissões de CO<sub>2</sub> menores que 120 gramas por quilômetro. Além disso, o veículo pode ser montado em apenas 4 horas e meia indicando que pode também ser desmontado facilmente. A utilização do conceito de peças e componentes fixados de maneira mais simples possível foi utilizado.

Somente plásticos puros, ou seja, plásticos que são utilizados de maneira fácil de separar, fácil de desmontar e, fácil de reciclar, foram utilizados.

As juntas selantes da carroceria e o revestimento externo do assoalho (“underseal”) são livres de PVC. O processo de pintura não utiliza chumbo e, os subseqüentes processos de pintura não envolvem o uso de metais pesados como Cádmiu ou Cromo.

Em adição, o carro Smart contém material reciclado em sua composição perfazendo 15% do total do veículo. O painel interior das portas consiste de 100% de material reciclado. O veículo é 95% reciclável (MILDENBERGER, 1999).

De maneira geral, forçadas por imposições governamentais ou não, as empresas automobilísticas já iniciam processos de projetos amigáveis ao meio ambiente. As empresas Audi, BMW, DaimlerChrysler, Ford, Opel, Porsche, Volkswagen, Volvo e EDS (empresa da área de informática) desenvolveram um sistema conhecido como IMDS (Information Material Data Sheet) para que todos os fornecedores de materiais, peças e componentes, forneçam informações detalhadas sobre a composição de materiais, incluindo a declaração de substâncias perigosas e proibidas e o conteúdo de material reciclado utilizado. Inicialmente, esforços estão sendo feitos para o atendimento à Diretiva Européia no que diz respeito à eliminação de metais pesados.

## **2.2. Cenário Mundial e Nacional em Reciclagem de Veículos**

### **2.2.1 Cenário Mundial em Reciclagem de Veículos**

Havia, em 1995, quase 648 milhões de veículos circulando em todo o mundo. Este já elevado número de veículos que compõe a frota mundial torna-se ainda mais preocupante quando se sabe que a produção mundial de

veículos é anualmente cerca de 51 milhões, e que no ano de 2015 essa produção é estimada em 92 milhões. Assim, a frota mundial projetada para o ano de 2015 é de 1 bilhão de veículos. Este é um dos motivos que conduz as administrações de muitos países em todo o mundo, a adotar medidas restritivas à circulação e reciclagem de veículos (SINDICATO DOS METALÚRGICOS DO ABC, 1998).

Anteriormente à Diretiva Européia, a reciclagem de veículos já era praticada em vários países do mundo. Legislação referente ao correto sucateamento do veículo em final de vida existem desde 1975 na Suécia (KVIST, HERNBORG, 1999). Na Itália, desde 1997, existe uma lei que trata de resíduos em final de vida, aonde seu artigo 46, trata especificamente sobre veículos em final de vida. Também na Itália, existem aproximadamente 4500 desmontadores, aonde somente 1500 funcionam legalmente, além de 16 *shredders* com capacidade para triturar 500 carros por dia (SERRA, 1999). No Reino Unido, no ano de 1998, foram sucateados 1.800.000 unidades de veículos em final de vida. Desse total, 193.000 toneladas de peças foram reutilizadas e, 1.205.500 toneladas de materiais foram recicladas (HOPE, 1999). Na França, no ano de 1998, 255 desmontadoras e mais 32 *shredders* trataram 268.000 veículos em final de vida. Nesse mesmo ano, para cada veículo de peso médio de 895 kg, foram reutilizados, reciclados e recuperados 742 kg. Somente 153 kg foram dispostos em aterros (RENAULT, 1999). Na Espanha, existiam em 1999, 89 desmontadoras e 21 *shredders*. Também na Espanha, a capacidade para se reciclar plásticos em 1999 era de 242.000 toneladas métricas por ano, aonde o potencial para se reciclar plásticos provenientes de veículos em final de vida será de 5000 toneladas métricas até o ano de 2005 (SALAS, 1999). Nos Estados Unidos, nenhuma regulamentação específica em nível federal existe para tratamento de veículos em final de vida (WILLIAMS, 1999). Porém, a indústria, nos Estados Unidos e Canadá, reciclam mais de quatro milhões de veículos anualmente (AUTOMOTIVE RECYCLERS ASSOCIATION, 2003). A indústria de reciclagem de veículos dos Estados Unidos emprega mais que 46.000 pessoas e possui aproximadamente 6.000 empresas que trabalham com a reciclagem de veículos. 86% das empresas

empregam não mais do que 10 pessoas cada. A maioria dessas empresas podem localizar rapidamente peças para reposição pois são conectadas por telefone, satélite ou computadores que possuem sistemas de comunicação com os recicladores em todo o mundo (AUTOMOTIVE RECYCLERS ASSOCIATION, 2003). Além disso, iniciativas voluntárias, como a associação “Vehicle Recycling Partnership” (Parceria para reciclagem de veículos) procuram incentivar a performance de desmontadores provendo ferramentas que facilitem a desmontagem de veículos através de um sistema conhecido como IDIS (International Dismantling Information System – Sistema Internacional de Informação para Desmontagem). Além disso, investigam e documentam as possibilidades para redução da quantidade de “ASR” que são encaminhadas aos aterros através da reciclagem de seus materiais. Também possui como objetivo, procurar e prover informações relacionadas à quantidade de materiais poliméricos puros extraídos dos veículos (ORR, 1999).

Na Coreia, em 1999 já existiam 255 desmontadoras e, 7 a 8 *shredders*. Também, 2 leis relacionadas à reciclagem e tratamento de veículos em final de vida já existiam. Uma delas, em vigor desde 1993, trata da redução e geração de resíduos além de promover a reciclagem. A outra, em vigor desde 1982, trata do controle de peças provenientes de veículos destinados à reutilização, além de controlar o processo de tratamento de veículos em final de vida (DAEWOO, 1999).

Na Austrália, em 1999, foi registrada a existência de 1.700 desmontadoras, aonde aproximadamente 100 funcionavam ilegalmente. Quanto as *shredders*, somente duas foram identificadas aonde operam em empresas recicladoras de material metálico. Nessas empresas, não há separação de nenhum tipo de material antes do envio às *shredders*. Também na Austrália, não há nenhuma legislação vigente quanto a reciclabilidade de veículos (HERNBORG, 1999).

No Japão, existem 3500 a 5000 empresas desmontadoras e 140 *shredders*. 800.000 toneladas de resíduos da *shredder* são gerados anualmente, aonde 25% desse total são encaminhados aos aterros. Até o ano de 2008, a capacidade dos aterros no Japão será esgotada. Além disso, o

custo de aterramento subiu em 300% de 1994 a 1999 (TOHATA, 1999). As iniciativas de reciclabilidade por parte das empresas automobilísticas no Japão chegam a um total de 90% de reciclabilidade para veículos colocados no mercado a partir de Janeiro de 2002. Também, a partir de janeiro de 2002 todos os veículos em final de vida devem atingir um índice de 85% de reciclabilidade e, 95% ou mais para janeiro de 2015 (TOHATA, 1999).

De acordo com o Ministério da Economia, Indústria e Comércio do Japão, aproximadamente 5 milhões de veículos em final de vida são sucateados anualmente. Desse total, 80% são reciclados. Por outro lado, estima-se que 23.000 veículos são dispostos ilegalmente a cada ano (SHIMBUN, 2001).

Quando da entrada em vigor da Lei de Reciclagem de Automóveis no Japão, os fabricantes de automóveis serão obrigados a coletar e reciclar o ASR proveniente de veículos em final de vida. Essa lei entrará em vigor em Janeiro de 2005. E, com o objetivo de cumprir a exigência dessa Lei, a Nissan Motor Co., Ltd. anunciou em Junho de 2003 que irá começar a reciclar o ASR proveniente de seus veículos em final de vida até o final de 2003. Será o primeiro caso no mundo em que uma indústria automobilística irá reciclar seu próprio ASR em um incinerador dentro de sua própria planta. Para o futuro, a Nissan pretende recuperar o ASR proveniente de outras 9 empresas fabricantes de veículos (SHIMBUN, 2003).

### **2.2.2 Cenário Nacional em Reciclagem de Veículos**

No Brasil, a sucata metálica proveniente de vários itens como geladeiras, eletrodomésticos velhos e resíduos industriais provenientes da indústria automobilística, naval e usinagem são amplamente reaproveitados. A empresa Belgo Mineira consome cerca de 120.000 toneladas por mês de sucata para abastecer suas quatro siderúrgicas. Nos mesmos moldes, a Gerdau, maior reciclador de sucata da América Latina, possui duas *shredders* e, recicla por volta de 2 milhões de toneladas de sucata metálica por ano. A sucata, para essa empresa, representa 70% da matéria-prima para a Gerdau (PAIVA, 2000).

Também no Brasil, não há nenhuma lei específica sobre reciclagem de veículos em final de vida, porém A Agência Nacional de Petróleo (ANP) e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) através de portarias e resoluções regulamentam as atividades referentes à quantidade de certos tipos de resíduos gerados, conforme apresentado na Tabela 2.21 e, que têm ligação com a destinação final de resíduos pertencentes a veículos em final de vida.

Tabela 2.21 Portarias e resoluções referentes à classificação, coleta, recolhimento e destinação final de resíduos.

Portaria/Resolução	Data	Definições
PORTARIA ANP N <sup>o</sup> 81	30/04/1999	Estabelece definições para rerrefino e coleta de lubrificantes usados ou contaminados.
PORTARIA ANP N <sup>o</sup> 125	30/07/1999	Regulamenta a atividade de recolhimento, coleta e destinação de final do óleo lubrificante usado.
PORTARIA ANP N <sup>o</sup> 127	30/07/1999	Estabelece a regulamentação de coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado a ser exercida por pessoa jurídica sediada no País, organizada de acordo com as leis brasileiras.
RESOLUÇÃO CONAMA N <sup>o</sup> 9	31/08/1993	Dispõe sobre o gerenciamento, reciclagem, descarte, disposição, combustão, industrialização e comercialização de óleos lubrificantes usados.
RESOLUÇÃO CONAMA N <sup>o</sup> 257	31/06/1999	Dispõe sobre o gerenciamento adequado de pilhas e baterias usadas no que tange à coleta, reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final.
RESOLUÇÃO CONAMA N <sup>o</sup> 258	26/08/1999	Estabelece prazos e quantidades para a coleta e destinação final de pneus.

Também nesse sentido, podem ser destacadas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), como a NORMA NBR 10004 que trata

de “Resíduos Sólidos” e os classifica quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que estes possam ter seu manuseio e destinação adequados. Dentre eles, podem ser destacados alguns resíduos que contenham chumbo, cromo hexavalente ( $\text{Cr}^{6+}$ ), mercúrio, cádmio e cloreto de vinila.

Além dessa, pode ser apontada a NBR ISO 14040 de novembro de 2001, que tem como título – “Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura” e que descreve os princípios e a estrutura para se conduzir e relatar estudos de Análise de Ciclo de vida e inclui certos requisitos mínimos.

Especificamente relacionado à Reciclagem de veículos, a ISO 22628 que teve como voto de aprovação, representantes da ABNT formados também por especialistas da indústria automobilística brasileira, e que devem ser adotados por elas, especifica uma metodologia para calcular a taxa de reciclabilidade e de recuperabilidade de veículos novos, expressos em porcentagem em massa, e que podem ser potencialmente:

- Reciclados, reutilizados ou ambos (taxa de reciclabilidade), ou
- Recuperados, reutilizados ou ambos (taxa de recuperabilidade).

Para efeitos dessa norma, os itens de reutilização, reciclabilidade e recuperabilidade têm a mesma definição da Diretiva Européia que trata de veículos em final de vida e podem ser melhores compreendidas conforme Figura 2.12.

	Reutilizar	Reciclar	Reaproveitar o valor energético dos materiais
Reutilização			
Reciclagem			
Recuperabilidade			

Figura 2.12 Representação das definições de Reciclabilidade, Recuperabilidade e Reutilização, conforme ISO 22628 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2002).

Embora não exista nenhuma legislação que regulamente a reciclagem de veículos no Brasil, bem como o gerenciamento de resíduos sólidos (exceto

Tabela 2.21), em julho de 2001, a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA) emitiu memorando informando os projetos de lei em tramitação na Câmara dos Deputados e no Senado Federal, que tratavam da Reciclagem de Materiais. Os Projetos de Lei (PL) em tramitação na Câmara dos Deputados no Congresso Nacional são:

- PL 2949/97 de autoria do então Deputado Eduardo Jorge. Dispõe sobre a obrigatoriedade de reciclagem dos materiais plásticos, metálicos e borracha utilizados na fabricação de automóveis e veículos automotores. Obriga as fábricas de veículos no Brasil a manter obrigatoriamente unidade de reciclagem próprias ou em convênio com outras firmas especializadas. A reciclagem abrangerá obrigatoriamente os materiais plásticos e borracha. As montadoras sem unidades produtivas no País só serão autorizadas a importar veículos se seguirem as mesmas obrigações das montadoras aqui instaladas. A partir de 20 anos de uso, o consumidor tem direito a devolver o veículo à fábrica de origem, que o destinará à reciclagem e indenizará o proprietário por um valor, na forma de carta de crédito a ser devolvida ao consumidor. O crédito recebido só será válido na compra de outro veículo novo ou usado do mesmo fabricante (LEMOS, 2001).
- O PL 1.016/99, de autoria da Comissão de Economia, Indústria e Comércio (CEIC) presidida na época pelo então Deputado Aloísio Mercadante, institui o Programa de Renovação e Reciclagem, de Veículos Automotores. Esse Programa consiste de ampla participação governamental e iniciativa privada, e se destina a estimular a substituição programada de veículos automotores de fabricação nacional em circulação no país com tempo de uso igual ou superior a quinze anos. Os objetivos do Programa incluem a geração de renda, de impostos e de empregos, além da melhoria das condições de vida da população, especialmente nas grandes concentrações urbanas. Os veículos destinados ao sucateamento, conforme tal Projeto de Lei, deverão ser entregues em Centros de Reciclagem, a serem criados e devidamente catalogados pelo governo federal mediante licitação pública (ALMEIDA, 2002).

- PL 4709/01 de autoria do então Deputado Ivânio Guerra. Dispõe sobre a renovação da frota de veículos automotores. Este PL foi apresentado em 17/05/01 e anexado ao PL 1.016/99 (LEMOS, 2001).

Outro Projeto de Lei, também relacionado à Reciclagem de Veículos, é o PL 0114/2000 de autoria do então Deputado autor Jorge Caruso que dispõe sobre a implantação do “Programa Estadual de Reciclagem de Veículos Automotores”. Esta lei institui o Programa Estadual de Reciclagem de Veículos Automotores, definindo diretrizes e normas para:

1. instalação de Unidades Receptoras e/ou Centros de Recepção Integrados, para coleta de veículos automotores, cuja vida útil já se encontra exaurida;
2. redução e prevenção da poluição do meio ambiente, melhorando a qualidade de vida e a degradação da biodiversidade;
3. responsabilização do produtor pelo produto ofertado e/ou descartado após consumo;
4. promoção de padrões ambientalmente sustentáveis de produção e consumo;
5. cooperação e integração das ações do Poder Público, agentes econômicos, segmentos sociais e comunidade científica.

O PL 0144/2000 considera com vida útil exaurida, os veículos com idade igual ou superior a 15 anos da data de fabricação ou aqueles em má conservação. Também para efeitos dessa Lei, entende-se como veículos automotores: automóveis, caminhões, ônibus, motos e qualquer outro com propulsão mecânica. Este projeto de Lei foi publicado em 11/03/2000 recebeu pareceres favoráveis em 15/09/2001 da Comissão de Constituição e Justiça, da Comissão de Defesa do meio Ambiente e da Comissão de Finanças e Orçamento. Encontra-se em regime de Tramitação Ordinária e a situação atual é “Pronto para a ordem do dia” (fase em que a proposição já conta com os pareceres das Comissões competentes e, portanto, apta a ser discutida e votada em Plenário) (ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2003).

Também, projetos relacionados a gestão integrada de resíduos sólidos estão em tramitação. O PL 0281/2003 da Assembléia Legislativa do Estado de

São Paulo de autoria do Deputado Rodolfo Costa e Silva, publicado em 25/04/2003 dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá providências correlatas. Nessa lei, considera-se resíduo sólido qualquer material, substância ou objeto descartado, resultante de atividades humanas e animais, ou decorrente de fenômenos naturais, que se apresentam no estado sólido, incluindo-se os particulados. Para os fins desta lei, dentre os resíduos sólidos que se enquadram na categoria quanto à origem, podem ser destacados os resíduos especiais pós-consumo: as embalagens e os produtos que, após o encerramento de sua vida útil, por suas características necessitem de recolhimento e destinação específica (ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2003).

Dentre os princípios da Política Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, podemos destacar:

- I. a responsabilidade compartilhada entre o Poder Público, os geradores e a sociedade civil, assegurando a participação da população na gestão, controle e acompanhamento da prestação dos serviços de limpeza urbana e no gerenciamento dos resíduos sólidos, nos termos da legislação pertinente;
- II. a cooperação interinstitucional entre os órgãos da União, do Estado e dos Municípios;
- III. a adoção de uma visão sistêmica na gestão dos resíduos sólidos que leve em consideração as variáveis ambientais, sociais, culturais, econômicas e tecnológicas;
- IV. a integração da Política Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos com as políticas estaduais de Saneamento, Recursos Hídricos e Meio Ambiente;
- V. a integração da Política Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos às políticas sociais dos governos federal, estadual e municipais e de erradicação do trabalho infantil;
- VI. a regularidade, continuidade e universalidade dos sistema de coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos;

- VII. a adoção de ações que promovam a redução ou eliminação de resíduos na fonte geradora, o incentivo às práticas ambientalmente adequadas de reutilização, reciclagem e recuperação desses resíduos e a racionalidade no processo de seu gerenciamento, otimizando as ações e reduzindo os custos;
- VIII. a responsabilidade dos produtores ou importadores de matérias primas, de produtos intermediários ou acabados, transportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, coletores e operadores de resíduos sólidos em qualquer das fases de seu gerenciamento;
- IX. a adoção do princípio do gerador poluidor pagador;

São objetivos da Política Estadual de Gestão Integrada de Resíduos

Sólidos:

- I. proteger a saúde pública;
- II. proteger o ambiente, garantir seu uso racional e estimular a recuperação de áreas degradadas;
- III. disciplinar a gestão, reduzir a quantidade e a nocividade dos resíduos sólidos, evitar o agravamento dos problemas ambientais por eles gerados e erradicar os lixões;
- IV. estabelecer políticas governamentais integradas para a gestão dos resíduos sólidos;
- V. ampliar o nível de informações existentes de forma a integrar ao cotidiano dos cidadãos a questão de resíduos sólidos;
- VI. estimular e valorizar as atividades de coleta de resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis e fomentar o reaproveitamento de resíduos como matéria prima e fonte de energia;
- VII. exigir a implantação de sistemas de tratamento e disposição final de resíduos sólidos, cujos impactos ambientais negativos sejam de baixa magnitude;
- VIII. incentivar e promover ações que visem a racionalizar o uso de embalagens, principalmente, em produtos de consumo direto;

- IX. reconhecer o resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico, gerador de trabalho e renda, e dar conhecimento aos cidadãos desse valor.

Nos mesmos moldes, em nível nacional, tramita a Política Nacional de Resíduos Sólidos que tinham como presidente e relator da comissão especial, respectivamente os deputados José Índio (PMDB – SP) e o Dep. Emerson Kapaz (PPS-SP), porém, não foram reeleitos. Estão sendo editados novos Projetos de Lei que seguem o trâmite das comissões da Câmara dos Deputados (SUB-COMISSÃO FONTES FIXAS, 2003).

Outro Projeto de Lei que pode ser destacado é o P.L. nº 407/2002 que disciplina a gestão de pneus e seus resíduos no Estado de São Paulo. Esta lei é aplicável a todos os pneus comercializados no mercado paulista, bem como aos resíduos depositados ou valorizados no Território do Estado. Também, para efeitos dessa lei, entre outras, aplica-se a qualquer pessoa física ou jurídica que importe ou introduza pneus novos ou de segunda mão no mercado paulista, incluindo as que fabriquem, importem ou comercializem veículos, aeronaves ou outros equipamentos que os contenham. Vale destacar que esse P.L. se aplica inteiramente aos fabricantes de veículos, atribuindo aos mesmos a responsabilidade ambiental pela destinação correta dos pneus que acompanham os veículos produzidos ou importados (ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2003).

Da situação atual brasileira relacionada a veículos, no entanto, encontram-se apreendidos nos pátios do DETRAN da cidade de São Paulo aproximadamente 10.500 veículos e, considerando os pátios regionais, este número sobe para 35.000 veículos. De acordo com a legislação atual, os proprietários dos veículos recolhidos em “blitz” pela polícia rodoviária ou, acidentados, têm 90 dias de prazo para requerer re-integração de posse. Após este período, os veículos são leiloados em lotes. Muitos desses veículos estão em situação irregular e para serem regulamentados, podem chegar a um valor maior que o próprio bem, por isso, são abandonados no pátio. O DETRAN, através de uma portaria, quer regulamentar a situação através da prensagem e compactação de veículos (FAGA, 2002). De acordo com o P.L. do então

Deputado Valdomiro Lopes que tem por finalidade regulamentar a compactação de veículos, esse apresentaria uma alternativa para resolver os problemas de superlotação dos pátios do DETRAN e acabar com os desmanches de peças de automóveis roubados. Esse Projeto de Lei dispõe sobre a compactação e destruição dos documentos de todos os veículos apreendidos por mais de 90 dias pelo DETRAN e CIRETRAN (DIÁRIO DO COMÉRCIO, 2002). Já a Portaria proposta pelo DETRAN dispõe sobre a compactação de veículos destinados a venda em hasta pública, decorrente de apreensão ou remoção, nos termos do art. 328 do Código de Trânsito Brasileiro. A compactação compreende o processo de redução ou compressão das partes, peças e componentes aproveitáveis do veículo, mediante a utilização de maquinários ou equipamentos especialmente destinados para tal fim, seguindo normas e metodologias usualmente empregadas. Ou seja, os veículos apreendidos ou removidos a qualquer título, em decorrência do cometimento de infrações de trânsito, poderão ser compactados pela administração pública, desde que enquadrados nos seguintes conceitos (FAGA, 2002):

- I. cujo valor total dos débitos for superior ao apurado na avaliação, tornando inviável sua arrematação e posterior regularização;
- II. não atendam aos requisitos e condições de segurança e circulação, definidos como irrecuperáveis ou sucata;
- III. a propriedade não venha a ser identificada pela unidade de trânsito, decorrido o prazo de 06 meses da data da apreensão e depósito.

Com a implantação de Programas de Renovação da Frota e Reciclagem de Veículos propostos nos diversos Projetos de Lei apresentados, estima-se que 200.000 a 400.000 veículos seriam reciclados por ano. Essa situação favoreceria a criação de 50.000 novos empregos e melhoria da qualidade de vida devido à redução na poluição atmosférica, além de uma maior segurança do trânsito devido a grande quantidade de veículos que circulam irregularmente (FAGA, 1999). Especificamente para a cadeia produtiva de veículos (montadoras, autopeças e da cadeia produtiva em geral) o Sindicato dos Metalúrgicos estimou os benefícios trazidos com um projeto dessa magnitude

em termos de criação/manutenção de empregos. Admitindo-se que a produção varie entre 100 a 400 mil veículos adicionais por ano destinados à renovação da frota e que o nível de produtividade varie entre 24,2 a 32,2 veículos/trabalhador/ano, da previsão menos otimista o Sindicato estima que 3.106 postos de trabalho seriam gerados nas montadoras e 11.138 na cadeia produtiva como um todo. Da previsão mais otimista (maior produção de veículos e menor produtividade por trabalhador) um total de 18.182 postos de trabalho seriam gerados nas montadoras e 65.200 em toda a cadeia produtiva (SINDICATO DOS METALÚRGICOS DO ABC, 1998).

O Programa Nacional de Renovação da Frota e Reciclagem propõe a redução de IPI, ICMS e IPVA para cada veículo adquirido no âmbito do programa. O aumento de vendas, no entanto, compensaria a perda de arrecadação de tributos por parte do governo conforme apresentado na Tabela 2.22.

Existem duas propostas de redução de tributos (NASSIF, 1999):

1. Incentivo de Redução de IPI e ICMS de R\$ 700,00 para cada tributo e isenção de IPVA.
2. Incentivo de Redução de IPI e ICMS de R\$ 1000,00 para cada tributo e isenção de IPVA.

As projeções para os cálculos de arrecadação final de tributos se basearam nas seguintes premissas (NASSIF, 1999):

- Na hipótese de que não haja o programa, a produção nacional será de 1,35 milhão de veículos.
- Com a introdução do programa, a produção de veículos ficará entre 1,55 e 1,75 milhão de veículos.
- Metade dos veículos vendidos e destinados ao programa seria de veículos à álcool.

Tabela 2.22 Estimativa de arrecadação final de tributos sem a implementação do Programa Nacional de Renovação da Frota versus a arrecadação final de tributos com a implementação do Programa (NASSIF, 1999).

<b>Receita Tributária sem o programa – bilhões de reais <sup>(1), (2)</sup></b>	<b>Estimativa de aumento de produção com o programa</b>	<b>Aumento da receita tributária com a implementação do programa <sup>(2)</sup></b>	
<b>9,6 (1<sup>o</sup> ano) 18,3 (5<sup>o</sup> ano)</b>	<b>Mais otimista = 400 mil veículos</b>	<b>10,7 (1<sup>o</sup> ano) 21,5 (5<sup>o</sup> ano)</b>	<b>Redução de R\$ 700,00 de IPI e de R\$ 700,00 de ICMS</b>
	<b>Menos Otimista = 200 mil veículos</b>	<b>9,8 (1<sup>o</sup> ano) 19,6 (5<sup>o</sup> ano)</b>	
	<b>Mais otimista = 400 mil veículos</b>	<b>10,5 (1<sup>o</sup> ano) 21,3 (5<sup>o</sup> ano)</b>	<b>Redução de R\$ 1000,00 de IPI e de R\$ 1000,00 de ICMS</b>
	<b>Menos Otimista = 200 mil veículos</b>	<b>9,6 (1<sup>o</sup> ano) 19,3 (5<sup>o</sup> ano)</b>	

<sup>(1)</sup> – produção de 1,35 milhão de veículos

<sup>(2)</sup> – arrecadação do 1<sup>o</sup> ao 5<sup>o</sup> ano de vida do veículo

Além dos benefícios ambientais, econômicos e sociais que programas de reciclagem e projetos amigáveis ao meio ambiente trariam, o não atendimento a índices de reciclabilidade propostos na Diretiva Européia, por parte das empresas automobilísticas brasileiras, podem significar uma barreira técnica à exportação.

Em 2001, a indústria automobilística brasileira teve um faturamento de 16 milhões de dólares, 12,5% inferior ao faturamento de 1997 que foi de 18 milhões de dólares.

A Tabela 2.23 indica o faturamento da indústria automobilística nos últimos anos.

Tabela 2.23 Faturamento anual da Indústria automobilística (ANFAVEA, 2003).

<b>ANO</b>	<b>FATURAMENTO LÍQUIDO (milhões de US\$)</b>
1993	12.751
1994	15.257
1995	15.345
1996	16.578
1997	18.177
1998	17.432
1999	14.482
2000	15.774
2001	16.034

As exportações brasileiras de automóveis, veículos comerciais leves (Vans, jeeps, pick ups, etc.) e veículos comerciais pesados (caminhões e ônibus), nesse mesmo período, são apresentadas na Tabela 2.24 e Figura 2.13.

Tabela 2.24 Exportações da indústria automobilística de automóveis, veículos comerciais leves e veículos comerciais pesados brasileira em unidades exportadas (ANFAVEA, 2003).

<b>Ano</b>	<b>Automóveis (unidades)</b>	<b>Comerciais Leves (unidades)</b>	<b>Comerciais Pesados (unidades)</b>	<b>Total (unidades)</b>
1993	249.607	62.913	19.002	331.522
1994	274.815	79.996	22.816	377.627
1995	189.721	58.489	14.834	263.044
1996	211.565	70.951	13.757	296.273
1997	305.647	91.712	19.513	416.872
1998	291.788	87.743	20.713	400.244
1999	204.024	57.789	12.986	274.799
2000	283.449	72.529	15.321	371.299
2001	321.490	55.700	13.664	390.854

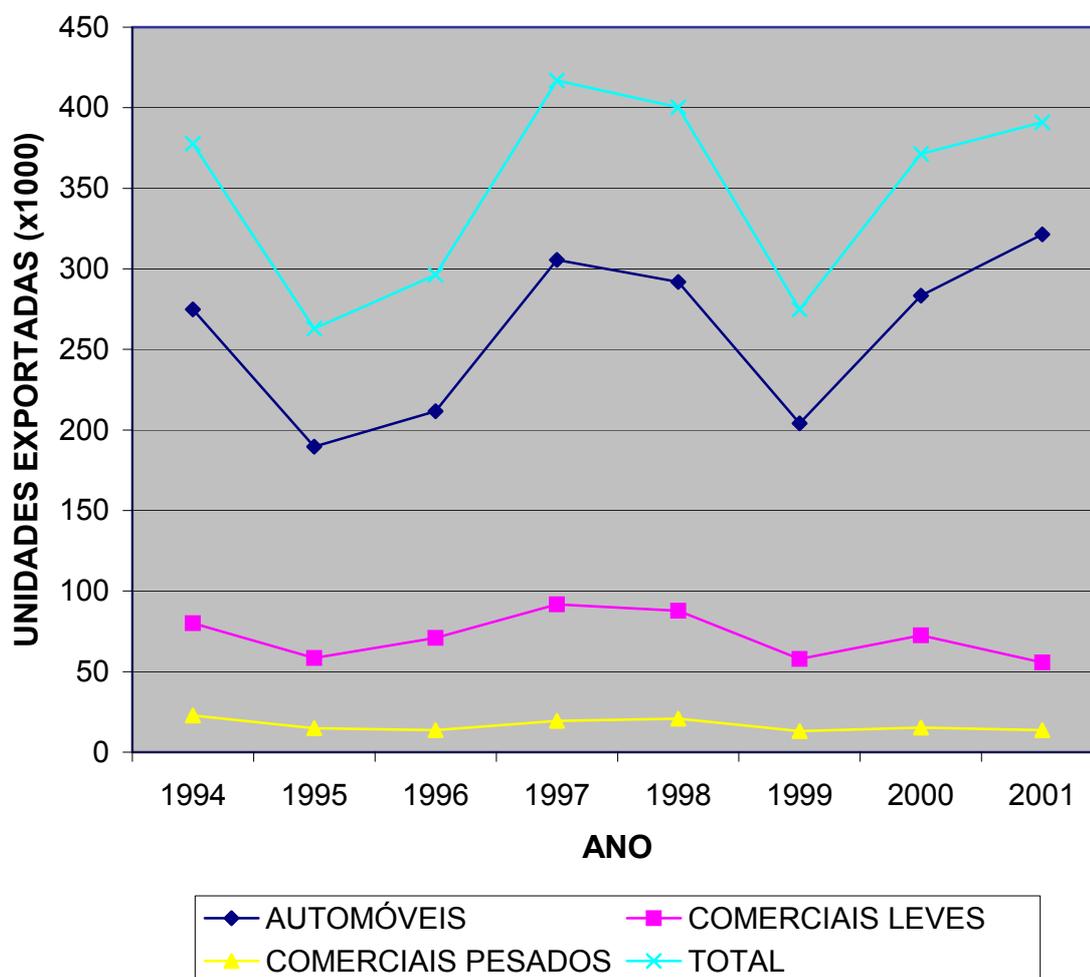


Figura 2.13 Representação gráfica das exportações da indústria automobilística brasileira em unidades exportadas (ANFAVEA, 2003)

Também, as vendas internas de nacionais estão representadas na Tabela 2.25 e Figura 2.14.

Tabela 2.25 Vendas internas de nacionais em unidades (ANFAVEA, 2003)

Ano	Automóveis (unidades)	Comerciais Leves (unidades)	Comerciais Pesados (unidades)	Total (unidades)
1993	850.562	161.746	49.159	1.061.467
1994	975.697	170.404	60.722	1.206.823
1995	1.106.591	180.939	71.802	1.359.332
1996	1.245.972	207.649	53.162	1.506.783
1997	1.361.106	212.741	63.396	1.640.243
1998	967.055	155.535	65.147	1.187.737
1999	898.584	122.051	57.580	1.078.215
2000	1.075.832	161.464	78.007	1.315.303
2001	1.176.557	159.375	87.034	1.422.966

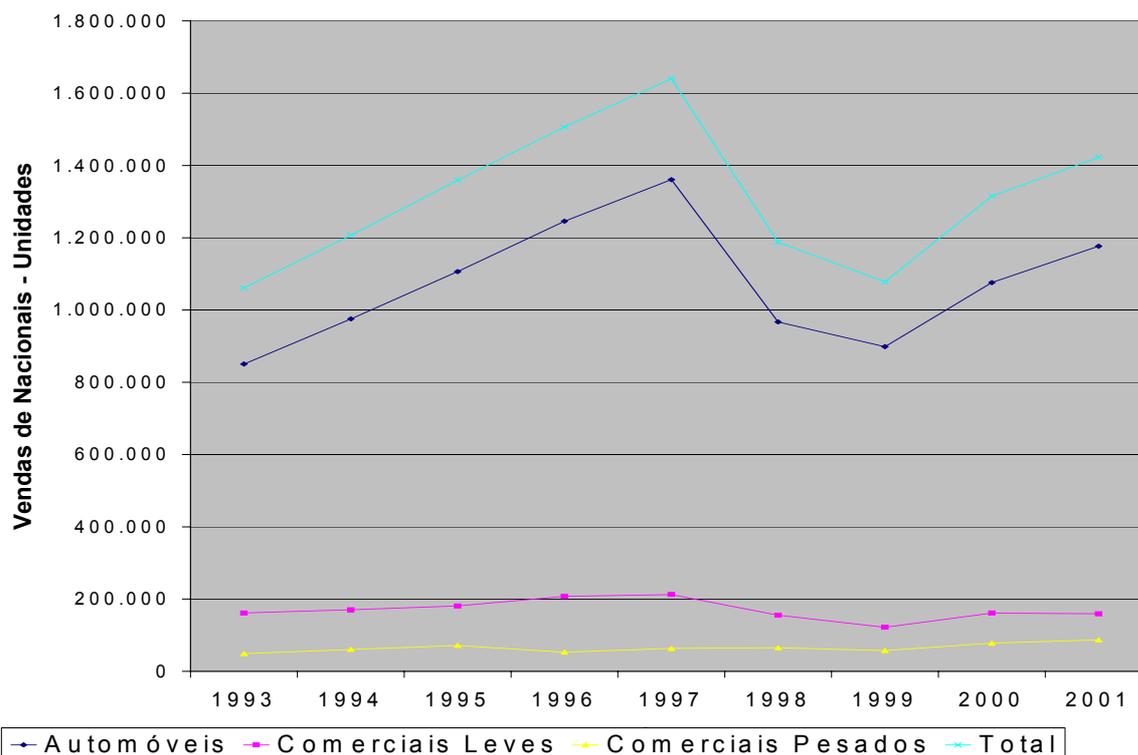


Figura 2.14 Representação gráfica das vendas internas de nacionais em unidades (ANFAVEA, 2003).

Comparativamente, conforme representado na Figura 2.15, as exportações, em média, acompanharam o ritmo das vendas nacionais, indicando que o aumento das vendas internas foi proporcional ao aumento das exportações.

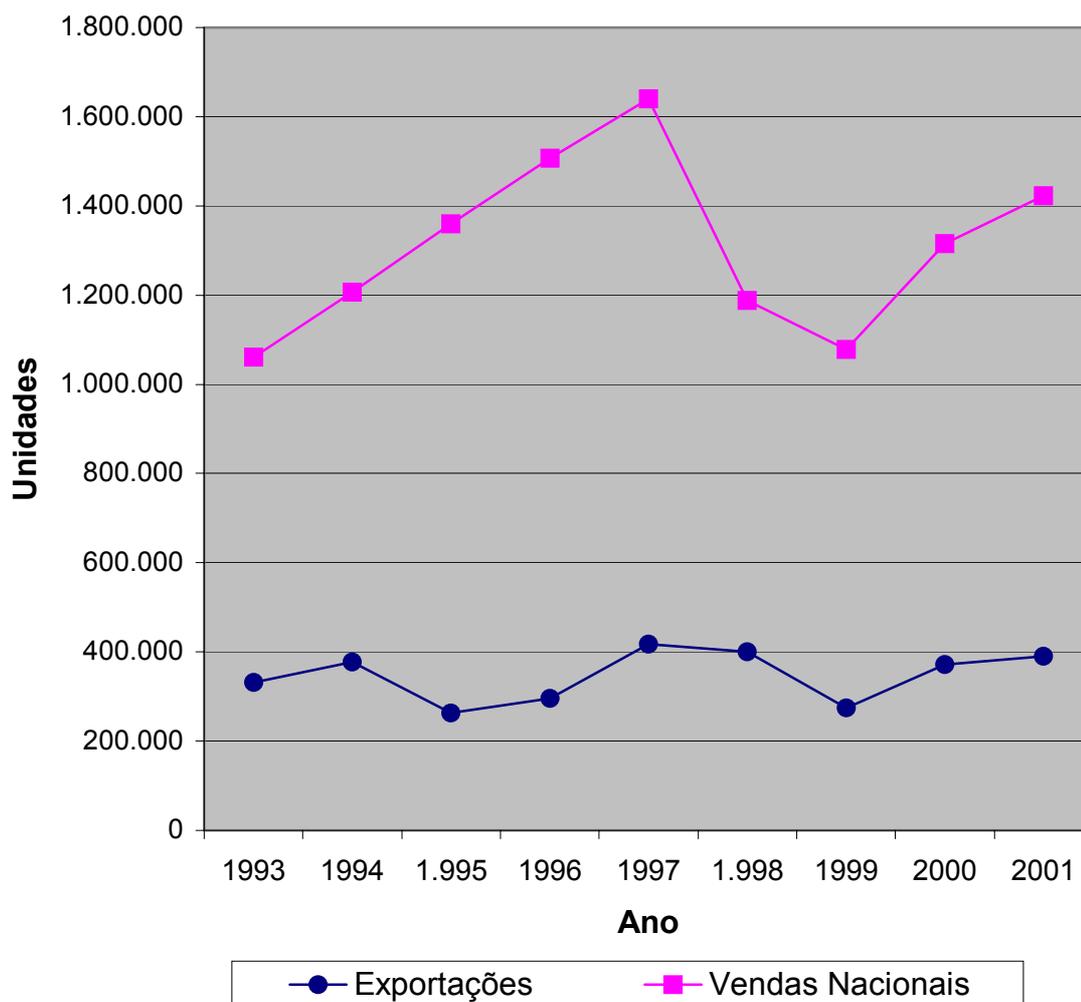


Figura 2.15 Exportações e vendas nacionais de 1993 a 2001 (ANFAVEA, 2003).

As exportações brasileiras tiveram uma participação média de 27% do total de unidades vendidas durante o período de 1993 a 2001. As exportações brasileiras, em 2001 giraram em torno de 19% do total de faturamento da indústria automobilística, pois, em 2001, foram exportados mais de 3 milhões

de dólares em autoveículos, motores e componentes. Sendo que, os principais países para os quais o Brasil exportou esses produtos foram, México com 21,2% do total do “valor” exportado, Argentina com 18,6%, Estados Unidos com 15,6%, Venezuela com 9,4%, Chile com 4,6% e China e Itália com 3,6%, seguidos por Canadá, Alemanha, Colômbia, África do Sul e Nigéria. Especificamente para a Europa, em 2001, o total de exportação entre autoveículos, motores e componentes foi de pouco mais que 300 mil dólares, o que corresponde por volta de 9 a 10% do total exportado, conforme representado na Figura 2.16. Os principais países europeus para os quais o Brasil exportou autoveículos em 2001, motores e componentes estão demonstrados na Tabela 2.26.

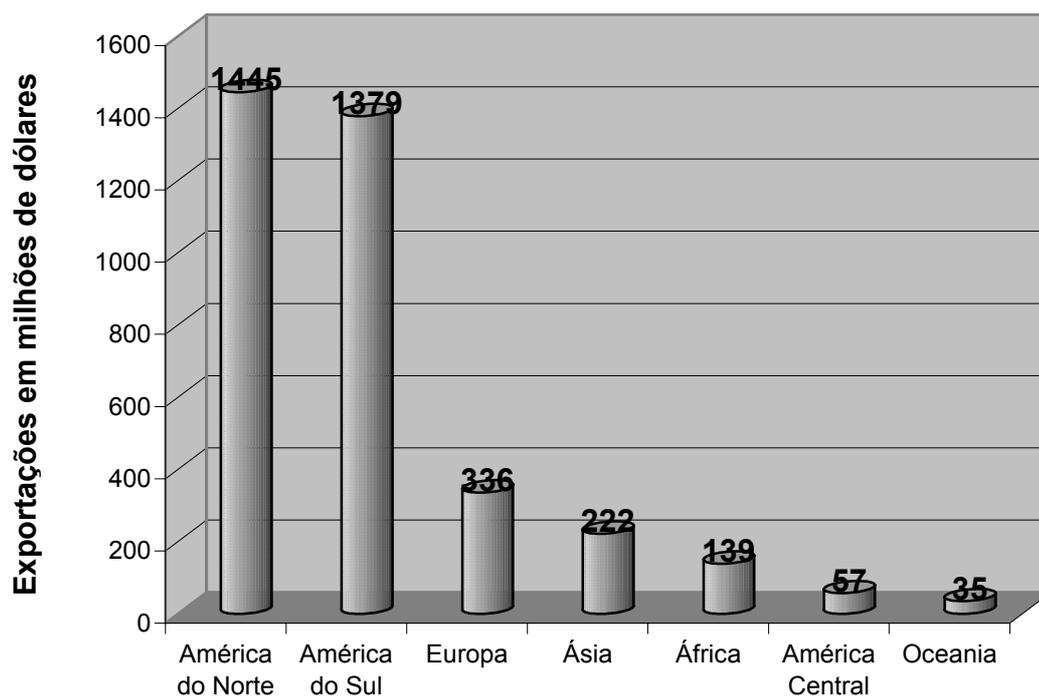
Tabela 2.26 Principais países europeus que a indústria automobilística nacional exportou em 2001 veículos, motores e componentes (ANFAVEA, 2003).

<b>País</b>	<b>Total (dólares)</b>
Alemanha	116.923
Bélgica	10.779
França	15.796
Itália	129.285
Suécia	42.856

As exportações por continente estão representadas na Figura 2.16.

A Tabela 2.27 aponta a quantidade de autoveículos exportados à Europa em 2000 e 2001.

Os principais países que importam veículos nacionais são Itália, França e Alemanha, conforme distribuição mostrada na Tabela 2.28.



#### Principais continentes para quais o Brasil exporta

Figura 2.16 Principais continentes para os quais o Brasil exporta autoveículos, motores e componentes (ANFAVEA, 2003).

Tabela 2.27 Unidades de autoveículos exportados à Europa – 2000 e 2001 (ANFAVEA, 2003)

	<b>Automóveis unidades</b>	<b>Comerciais Leves unidades</b>	<b>Caminhões unidades</b>	<b>Ônibus unidades</b>	<b>Total unidades</b>
2000	31.354	29.958	531	-	61.843
2001	12.753	5.614	264	1	18.632

Tabela 2.28 Participação da Itália, França e Alemanha do total de autoveículos exportados à Europa em 2000 e 2001 (ANFAVEA, 2003).

	Automóveis unidades		Comerciais Leves unidades		Caminhões unidades		Ônibus unidades		Total unidades	
	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001
<b>Itália</b>	28.468	10.052	22.972	3.681	11	27	-	-	51.451	13.760
<b>França</b>	1.641	1.968	1.648	169	9	18	-	-	3.298	2.155
<b>Alemanha</b>	438	494	1.664	322	303	42	-	1	2.405	859
<b>Total</b>	30.547	12.514	26.284	4.172	323	87	-	1	57.154	16.774

No ano de 1990, foram exportadas 187,3 mil unidades contra 390,9 mil unidades exportadas em 2001, evidenciando um significativo aumento de unidades exportadas. Desse total, vale ressaltar que o que representa uma barreira técnica quanto à exportação à Europa está relacionado com somente automóveis e veículos comerciais leves que não excedam 3750 kilos, portanto, caso o índice de reciclabilidade, bem como restrições de metais pesados sejam considerados, um total de aproximadamente 16.686 unidades de veículos automóveis e comerciais leves estariam sendo afetados em 2001.

### 2.2.3 O perfil da frota brasileira

Em 2000, a frota veicular brasileira era composta de 19.394.161 automóveis e comerciais leves, o equivalente a ~2,8% da frota mundial, sendo que, somente em São Paulo, a frota era composta de 7.206.833 automóveis e comerciais leves (FENABRAVE, 2003). A distribuição por região e a idade da frota veicular estão descritos na Tabela 2.29. Ao todo, pouco mais de 4.600.000 veículos possuem mais de 15 anos de idade.

Tabela 2.29 Frota circulante brasileira de automóveis e comerciais leves no ano de 2000 (FENABRAVE, 2003).

	<b>Idade Média (anos)</b>	<b>Frota Total (unidades)</b>	<b>1 a 5 anos (%)</b>	<b>6 a 10 anos (%)</b>	<b>11 a 15 anos (%)</b>	<b>16 a 20 anos (%)</b>	<b>+ 21 anos (%)</b>
<b>Região Norte</b>	7,75	469.436	44,70	28,02	14,00	10,64	2,63
<b>Região Nordeste</b>	8,06	2.015.043	44,01	27,61	13,68	11,70	3,01
<b>Região Centro Oeste</b>	9,13	1.456.494	38,49	27,00	14,89	15,38	4,24
<b>Região Sudeste</b>	10,04	11.258.253	35,98	23,95	13,44	12,15	14,47
<b>Região Sul</b>	10,7	4.194.935	33,97	27,11	15,91	10,43	12,58
<b>Total Brasil</b>	9,88	19.394.161	36,78	25,34	14,12	11,94	11,82

Para o ano de 2001, estima-se que a frota brasileira possuía um total de 20 milhões de autoveículos distribuídos da seguinte maneira (ANFAVEA, 2003):

- 16.021.000 automóveis
- 2.511.000 comerciais leves
- 1.243.000 caminhões e,
- 319.000 ônibus.

O Estado de São Paulo contava com 37,07% do total de autoveículos existentes em 2001, seguidos de Minas Gerais com 10,45%. A quantidade de autoveículos por Estado está demonstrada na Tabela 2.30.

O Brasil tem grande potencial para aumento da frota veicular, prova disso está relacionada com o aumento da produção e vendas internas de nacionais e importados conforme Tabela 2.31.

Tabela 2.30 Distribuição da frota brasileira de 2001 por Estado, em porcentagem (ANFAVEA, 2003).

	<b>Automóveis (%)</b>	<b>Comerciais Leves (%)</b>	<b>Caminhões (%)</b>	<b>Ônibus (%)</b>	<b>Total (%)</b>
<b>São Paulo</b>	38,31	33,65	28,98	33,25	37,07
<b>Minas Gerais</b>	10,24	11,13	11,74	10,92	10,45
<b>Rio de Janeiro</b>	9,58	6,47	5,35	9,93	8,94
<b>Rio Grande do Sul</b>	8,69	7,33	9,49	7,58	8,55
<b>Paraná</b>	7,92	8,28	10,95	6,37	8,13
<b>Santa Catarina</b>	4,86	4,26	6,18	3,55	4,85
<b>Goiás</b>	2,67	4,12	3,83	2,86	2,92
<b>Bahia</b>	2,53	3,63	3,24	4,76	2,75
<b>Pernambuco</b>	2,27	2,70	2,82	3,02	2,37
<b>Distrito Federal</b>	2,44	1,79	0,87	2,32	2,26
<b>Ceará</b>	1,72	2,32	2,06	2,21	1,83
<b>Espírito Santo</b>	1,43	1,77	2,32	2,37	1,54
<b>Mato Grosso do Sul</b>	1,11	1,93	1,85	0,98	1,27
<b>Mato Grosso</b>	0,84	1,92	2,16	1,03	1,06
<b>Outros Estados</b>	5,39	8,71	8,18	8,87	6,03

Tabela 2.31 Produção e vendas de nacionais e importados no Brasil (ANFAVEA, 2003).

<b>Ano</b>	<b>Total Produzido</b>	<b>Total de vendas Internas - Nacionais</b>	<b>Total de vendas internas - Importados</b>	<b>Total de vendas - Mercado Nacional</b>
1957	30.542	30.977	-	-
1958	60.983	60.926	-	-
1959	96.114	96.729	-	-
1960	133.041	131.499	-	-
1961	145.584	144.797	-	-
1962	191.194	190.152	-	-
1963	174.191	173.759	-	-
1964	183.707	180.905	-	-
1965	185.187	188.054	-	-
1966	224.609	221.576	-	-
1967	225.487	226.912	-	-
1968	279.715	278.615	-	-
1969	353.700	349.493	-	-
1970	416.089	416.704	-	-
1971	516.964	509.623	-	-
1972	622.171	601.420	-	-

1973	750.376	735.228	-	-
1974	905.920	835.093	-	-
1975	930.235	858.478	-	-
1976	986.611	896.135	-	-
1977	921.193	852.970	-	-
1978	1.064.014	972.362	-	-
1979	1.127.966	1.014.925	-	-
1980	1.165.174	980.261	-	-
1981	780.841	580.686	-	-
1982	859.270	691.259	-	-
1983	896.454	727.724	-	-
1984	864.652	677.081	-	-
1985	966.706	763.178	-	-
1986	1.056.332	866.728	-	-
1987	920.071	580.084	-	-
1988	1.068.756	747.716	-	-
1989	1.013.252	761.625	-	-
1990	914.466	712.626	115	712.741
1991	960.219	770.936	4.688	775.624
1992	1.073.861	740.325	16.742	757.067
1993	1.391.435	1.061.467	52.900	1.114.367
1994	1.581.389	1.206.823	158.833	1.365.656
1995	1.629.008	1.359.332	321.011	1.680.343
1996	1.804.328	1.506.783	200.609	1.707.392
1997	2.069.703	1.640.243	273.938	1.914.181
1998	1.586.291	1.187.737	318.333	1.506.070
1999	1.356.714	1.078.215	161.110	1.239.325
2000	1.691.240	1.315.303	146.140	1.461.443
2001	1.817.116	1.422.966	158.331	1.581.297
2002	1.792.660	1.383.293	91.534	1.474.827

Além disso, a relação de número de habitantes por veículo têm diminuído com o passar dos anos.

A frota mundial em 2000 ultrapassava os 700 milhões de unidades, sendo que, somente os Estados Unidos contribuía com mais de 200 milhões de unidades. Embora a produção de veículos nos Estados Unidos tenha aumentado nos últimos anos, a quantidade de veículos por habitante tem se mantido estável desde 1991 ao contrário do que acontece com o Brasil, México e Coréia do Sul, aonde esta relação tem diminuído desde 1991, ou seja, mais e mais veículos contribuem para o aumento da frota veicular a cada ano. Os países da Europa e Japão também mantêm uma relação constante de habitantes por veículos desde 1991. A relação nesses países é de 2 habitantes por veículo (ANFAVEA 2003). A Tabela 2.32 aponta a relação de habitantes

por veículos dos Estados Unidos (menor relação do mundo), versus países em expansão.

Tabela 2.32 Distribuição de habitantes por veículos de 1993 a 2000 (ANFAVEA, 2003).

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Estados Unidos	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2
Coréia do Sul	10,0	8,4	7,2	6,1	5,2	4,8	4,3	4,4	4,2	4,2
México	8,4	8,5	7,8	7,5	7,5	7,9	7,4	7,0	6,8	6,6
Brasil	11,1	11,1	11,1	10,4	10,3	9,4	9,1	9,0	8,9	8,8

Os veículos de 1000 cilindradas, conhecidos como “carro popular”, é a categoria de veículos mais vendidas no país, sendo que, em 2001, tais veículos compreenderam 71,1% do total de veículos vendidos no país. A Tabela 2.33 demonstra a evolução de vendas de veículos de 1000 cilindradas ao longo dos anos.

Em setembro de 2003, 67,6% do total de unidades vendidas foram de veículos 1000 cilindradas, 31,8% foram de veículos entre 1000 e 2000 cilindradas e 0,6% de veículos com mais de 2000 cilindradas. No ano de 2002, esses valores foram de 66,7% para 1000 cilindradas, 32,0% para 1000 a 2000 cilindradas e de 1,3 para mais que 2000 cilindradas (ANFAVEA, 2003).

No período de outubro de 2002 a outubro de 2003, a participação no mercado por tipo de unidade vendida está demonstrado nas Tabelas 2.34 e 2.35. Os dados apresentados objetivam demonstrar a participação de mercado por tipo de unidade produzida e o peso de cada unidade. Os dados avaliados se referem a automóveis e comerciais leves que não excedam o peso de 3750 kilos.

Admitindo-se que realmente a demanda de veículos e a produção no Brasil cresçam significativamente, a questão passa a ser de como fluir, dia a dia, uma frota tão gigantesca como essa, mantidos os atuais cortes de investimentos públicos em infra-estrutura, simultaneamente à execução de políticas como a de incentivo à renovação da frota e a melhoria de transporte público integrado. É difícil acreditar que esta frota possa duplicar sem a realização dos

investimentos necessários para a melhoria da malha rodoviária e sem estratégia para o descongestionamento urbano (SINDICATO DOS METALÚRGICOS DO ABC, 1998).

Tabela 2.33 Evolução das vendas internas de automóveis de 1000 cilindradas – nacionais e importados – 1990 a 2002 (ANFAVEA, 2003)

<b>ANO</b>	<b>AUTOMÓVEIS DE 1000 cc (UNIDADES)</b>	<b>TOTAL DE AUTOMÓVEIS (UNIDADES)</b>	<b>PARTICIPAÇÃO EM %</b>
1990	23.013	532.906	4,3
1991	67.299	597.892	11,3
1992	92.959	596.964	15,6
1993	243.511	903.828	26,9
1994	450.925	1.127.673	40,0
1995	602.098	1.407.073	42,8
1996	703.118	1.405.545	50,0
1997	880.119	1.569.727	56,1
1998	748.474	1.211.885	61,8
1999	625.445	1.011.847	61,8
2000	777.604	1.176.774	66,1
2001	920.389	1.295.096	71,1
2002	820.135	1.299.550	66,7

Estudo realizado pela Federação Internacional dos Trabalhadores Metalúrgicos (FITIM), de 1990, intitulado “Os trabalhadores do Automóvel ante os desafios dos anos 90” já indicava que a questão ambiental vinha crescendo na agenda de preocupações do movimento sindical em todo o mundo. Tal estudo apontou que, em 1986, os veículos representavam 70% do total de monóxido de carbono (CO) expelido nos EUA, 28% de hidrocarbonetos (HC) e 34% de óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), gases extremamente nocivos à saúde humana e meio ambiente (SINDICATO DOS METALÚRGICOS DO ABC, 1998). Os níveis de emissão desses poluentes são quase dez vezes mais altos quando comparados com os países que adotam leis mais rígidas (SINDICATO

DOS METALÚRGICOS DO ABC, 1998). O estudo do FITIM ainda descreve as ações sugeridas pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), visando reduzir as emissões dos gases que estão relacionados, entre outros, a inspeções técnicas obrigatórias em cooperação com a indústria e os importadores de veículos, para a eficiência da manutenção dos veículos em relação às emissões de gases e ruídos, assim como os elementos essenciais de segurança (SINDICATO DOS METALÚRGICOS DO ABC, 1998). Diante deste quadro, a proposta de uma política de incentivos à renovação da frota deverá contribuir para reduzir os impactos ambientais negativos gerados pela frota de veículos em circulação no Brasil. Isto porque a redução do número de veículos “velhos” em circulação nas ruas, e a sua gradual substituição por veículos novos contribuirá para a redução do volume de emissões de poluentes: ”a diferença de emissões entre a frota antiga e a que a substituirá, significará uma redução de 43% no volume de emissões, uma vez que a introdução de novas tecnologias para minimização das emissões de poluentes como conversores catalíticos nos tubos de escape dos veículos, sistemas de injeção eletrônica de combustível e de absorção de vapores de combustível, foram introduzidos nos novos projetos (SINDICATO DOS METALÚRGICOS DO ABC, 1998).

A renovação da frota também possibilitará uma redução do consumo de combustíveis. A melhor aerodinâmica, o menor peso e o sistema de injeção eletrônica dos veículos novos permitem uma redução de até 50% nos gastos de combustíveis, comparativamente com veículos com idade superior a 10 anos (SINDICATO DOS METALÚRGICOS DO ABC, 1998).

No Brasil, o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) criou em 1986 o programa de Controle de Poluição do Ar de Veículos Automotores (PROCONVE). Este programa fixa as diretrizes, prazos e padrões legais de emissões toleráveis para a categoria de veículos e motores, tanto nacionais quanto importados. Baseado em legislações internacionais, o programa tem como principal meta a redução da contaminação atmosférica através da fixação dos limites de emissão, induzindo o desenvolvimento tecnológico dos fabricantes e determinando que os veículos e motores atendam os limites

máximos de emissões em ensaios padronizados e com combustível de referência. Também impõe a certificação de protótipos e acompanhamento estatístico em veículos de produção, a autorização do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) para o uso de combustíveis alternativos, o recolhimento e reparo de veículos ou motores encontrados em desconformidade com a produção ou projeto e proíbe a comercialização de modelos de veículos não homologados (SINDICATO DOS METALÚRGICOS DO ABC, 1998).

Tabela 2.34 Unidades de automóveis mais vendidas no período de outubro de 2002 a outubro de 2003, versus participação no mercado e peso médio do veículo de cada modelo de automóvel vendido no último ano (FENABRAVE, 2003).

<b>Modelos (TIPO)</b>	<b>Acumulado 12 meses (10/2002 a 10/ 2003) UNIDADES</b>	<b>Participação de mercado (%)</b>	<b>Peso Médio modelo (Kg)</b>
Gol	147.394	15,90	937,50
Corsa	93.546	10,09	983,75
Palio	91.509	9,87	895,00
Celta	88.954	9,60	852,00
Uno	72.159	7,79	815,00
Fiesta	55.622	6,00	1000,00
Clio	33.769	3,64	870,00
Corolla	29.231	3,15	1600,00
Astra	28.648	3,09	943,00
Siena	27.697	2,99	1015,00
Peugeot 206	27.339	2,95	943,00
Polo	26.926	2,91	1098,50
Ka	19.470	2,10	910,00
Palio Weekend	18.248	1,97	1072,00
Meriva	16.970	1,83	1255,00
Outros	127.807	16,12	1227,00
<b>Total</b>	<b>905.289</b>		

Tabela 2.35 Unidades de comerciais leves mais vendidas no período de outubro de 2002 a outubro de 2003 versus participação no mercado e peso médio do veículo proveniente de cada modelo de unidade vendida no último ano (FENABRAVE, 2003).

<b>Modelos (TIPO)</b>	<b>Acumulado 12 meses (10/2002 a 10/ 2003 UNIDADES)</b>	<b>Participação de mercado (%)</b>	<b>Peso Médio modelo (KILOS)</b>
Strada	21.612,00	15,51	1060
Ecosport	19.578,00	14,05	1200
Saveiro	13.866,00	9,95	994,17
S10	10.928,00	7,84	2739
Kombi	9.281,00	6,66	1200
Fiorino	5.916,00	4,25	1010
Doblô	5.322,00	3,82	1285
Courier	5.273,00	3,79	1795
Ford ranger	4.539,00	3,26	2245
Somatória	96.315,00	69,13	13528,17
Outros	42.997,00	34,13	1503,13
<b>Total</b>	<b>139.312,00</b>		

## **2.3 Informação e Inteligência competitiva para a prospecção e monitoramento Tecnológico**

### **2.3.1 Inteligência competitiva e análise de informação.**

Com a disseminação do computador, da internet e da comunicação móvel, as sociedades ganharam grandes ferramentas para a massificação do conhecimento e para o aumento de produtividade das Nações, de suas indústrias, de seus serviços e do conjunto de sua atividade econômica e cultural. O acesso à informação cresce em ritmo exponencial. No mundo atual, a balança aponta para superávit de dados, em oposição ao déficit do conhecimento construído a partir de informações (GARBER, 2001). O desafio, na era do Conhecimento, é evitar que a Tecnologia da Informação acabe criando um fosso entre os que têm e os que não têm acesso aos bens e à habilidade requeridos na Era Digital.

A informação científica é a expressão de todo o conhecimento que envolve a pesquisa básica, a pesquisa aplicada e o desenvolvimento experimental, objetivando a divulgação do novo conhecimento, o reconhecimento e a propriedade intelectual do pesquisador (AGUIAR, 1991).

A informação tecnológica abrange a informação técnica, que se caracteriza, sobretudo, pelas informações contidas nas patentes, a informação tecnológica que é a informação que retrata a realização prática, o “*know how*”, e por último a informação técnico-econômica que se refere aos dados macroeconômicos (ALMEIDA, 2002). Nelas, estão incluídas as informações que dizem respeito aos aspectos regulamentares e normativos, jurídicos, direitos de propriedade industrial, segurança, meio ambiente e outras.

A inteligência competitiva pode ser compreendida como informação analisada para a tomada de decisão. É desenvolvida mediante um processo de coleta e análise de informação que começa com a coleta de dados. Esses dados são organizados e transformados em informação, que, depois de analisada e contextualizada, transforma-se em inteligência (FULD, 1995). Neste sentido, a inteligência também deve apresentar a implicação dos fatos e dados analisados sobre as ações do decisor após a análise da solução que foi recomendada (FULD, 1995).

Existe a percepção que todas as empresas, grandes ou pequenas, no mundo de hoje possuem praticamente a mesma oportunidade de acesso à informação, e as empresas que transformam a informação disponível em inteligência útil deverão terminar vencendo o jogo (FULD, 1995).

A inteligência competitiva também pode ser definida como a coleta sistemática de dados para monitorar e antecipar as tendências e fatos do mercado ou a estratégia dos competidores e outros atores importantes do ambiente em que a organização está inserida. (TARAPANOFF, 2001; FULD, 1995).

A importância da inteligência competitiva está no fortalecimento da estratégia competitiva das empresas, desenvolvendo tanto atividades pontuais como o monitoramento sistemático e recomendações para decisões sobre prospecção e avaliação de tecnologias, competidores, fontes de suprimentos,

oportunidades de mercado, legislação, regulamentos e outras mudanças no ambiente, que levem ao sucesso da organização (TARAPANOFF, 2001; FULD, 1995; HERRING, 2002).

Entende-se como dado, o elemento básico a partir do qual percebemos e registramos uma realidade (GARBER, 2001). A informação é todo dado coletado capaz de diminuir o nível de incerteza na tomada da decisão (GARBER, 2001). Ou seja, a informação é o conteúdo organizado e comunicado que faz sentido para o receptor. Fuld conceitua informação como “reunião dos pedaços do conhecimento”. O conhecimento é o conjunto de informações sobre o mercado, colhidas ao longo de um período de tempo, que nos ajuda a minimizar os riscos de uma decisão errada (GARBER, 2001). Quando o conhecimento representa um diferencial em relação aos concorrentes, e este diferencial é utilizado como vantagem competitiva de mercado, ele é chamado de inteligência competitiva (IC) (GARBER, 2001). A inteligência é o conjunto de informações analisadas e contextualizadas para fins decisórios, políticos ou mercadológicos. Fuld define inteligência como “as implicações, isto é, análise dos fatores intervenientes que permitirão a tomada de decisão” (FULD, 1995).

Também, a inteligência competitiva é uma metodologia que permite o monitoramento informacional da ambiência e, quando sistematizado e analisado, auxilia a tomada de decisão (TARAPANOFF, 2001).

Adicionalmente à coleta de dados factuais, a inteligência competitiva também envolve a habilidade de desenvolver o entendimento das estratégias e da forma de agir dos seus competidores chave. Um dos fatores críticos de sucesso nesse tipo de processo de inteligência é o de desenvolver a percepção da provável reação que um novo desenvolvimento industrial ou uma iniciativa de sua organização pode causar em seus competidores. Isto reflete a ligação entre a pesquisa e a estratégia (TARAPANOFF, 2001).

Para a aplicação de sistemas de inteligência existem diferentes métodos de análise, no entanto, não há modelos prontos. Para cada organização e situação é preciso criar um modelo próprio de informações, o qual reflita as suas necessidades informacionais, em termos de medidas quantitativas e

qualitativas dos fatores internos e externos. Técnicas de análise de ambiente contribuem para uniformizar o entendimento sobre questões-chave para a organização. Tais técnicas podem ser consideradas como uma espécie de filtro, por meio do qual a informação ambiental deve chegar ao processo decisório da organização. A técnica de *SWOT* insere-se no campo de análise de ambientes (interno e externo). É comumente empregada em processos de planejamento estratégico, para avaliação do posicionamento da organização e sua capacidade de competição. Tem como resultado a identificação de pontos fortes e pontos fracos – fatores internos e de oportunidades – ameaças – fatores externos. O entendimento dos pontos fracos, pontos fortes, oportunidades e ameaças contribui para a formação de uma visão de futuro a ser perseguida (TARAPANOFF, 2001).

### **2.3.2 Monitoramento Ambiental**

A necessidade de a organização manter o aprimoramento contínuo para contar com a confiabilidade de resposta às mudanças ambientais (oportunidades e ameaças), com a capacidade de adaptação rápida, assim como de potencializar a sua capacidade de inovar dependem de uma infraestrutura de alta qualidade (TARAPANOFF, 2001). As mudanças, os eventos, as ameaças e as oportunidades no ambiente continuamente criam sinais e mensagens, executam algum tipo de processamento para transformá-las em informação e as utilizam para se adaptarem às novas condições. Quando as decisões se baseiam nessas mensagens, mais informação é gerada e transmitida, gerando novos sinais. Qualquer mudança ou desenvolvimento no ambiente externo cria sinais e mensagens para os quais uma organização deve estar atenta. O monitoramento contínuo previne a organização de surpresas (TARAPANOFF, 2001).

Monitoramento de ambientes organizacionais pode então ser definido como a aquisição e o uso da informação sobre eventos, tendências e relações em seu ambiente externo, além do conhecimento que auxiliará os gerentes a planejar as futuras ações. O ambiente externo de uma organização inclui todos os fatores externos que podem afetar o desempenho organizacional e até a

sua sobrevivência. A análise do ambiente inclui identificar as forças econômicas, políticas e sociais que estão impactando ou irão impactar o desempenho do segmento industrial ou da empresa (TARAPANOFF, 2001). Nesse sentido, quatro dimensões de monitoração são propostas (TARAPANOFF, 2001):

- Concorrencial: trata da análise e do acompanhamento das trajetórias, desempenho e posicionamento competitivo dos concorrentes atuais e potenciais;
- Comercial: enfoca questões sobre os clientes e fornecedores;
- Tecnológica: concentra-se no acompanhamento dos avanços do estado-da-arte da tecnologia e das oportunidades e ameaças que esses poderão trazer para a organização ou para o ramo de negócios como um todo. Busca detectar também o surgimento de novas tecnologias que poderão impactar as estratégias das empresas do ramo;
- Do macroambiente: monitora e analisa os aspectos sociais, legais, políticos, culturais e do meio ambiente.

### **2.3.3 Fontes de informação para a inteligência**

A respeito das fontes de informação, Fuld as classifica como Primárias, Secundárias, Básicas ou Tradicionais e Criativas. As fontes Primárias são fontes de informação original, as fontes Secundárias são fontes baseadas em documentação ou interpretação de informações obtidas de fontes primárias, as Básicas ou Tradicionais tais como bibliotecas, anuários, etc.. As fontes Criativas são fontes não formais, tais como as páginas amarelas ou entrevistas com especialistas. As fontes criativas possuem a desvantagem de não possuírem um padrão para acesso e coleta das informações, além da dificuldade intrínseca de localização. Em contrapartida, essas fontes permitem coleta de informação atual e específica, e podem levar à montagem do complexo quebra-cabeça de informações exigida para a formação da inteligência, buscando as peças que faltam com dinamismo e precisão, em arenas onde não impera a publicação formal de dados (FULD, 1995).

Fuld destaca a importância em se aliar todos os tipos de fontes de informação para a resolução de problemas de inteligência embora assuma a possibilidade de haver, em diferentes circunstâncias, diferentes demandas por esse ou aquele tipo de fonte (FULD, 1995).

A técnica de consulta a especialistas, como fonte criativa de informação, baseia-se em informações de profissionais que dispõem de conhecimento sobre o assunto e que, embora possa ser subjetiva, oferece a vantagem de proporcionar visões diferentes das obtidas em fontes convencionais de informação. A percepção, o conhecimento e a intuição de um profundo conhecedor da indústria ou do negócio da empresa podem constituir valiosas fontes para identificação de fatores críticos para o sucesso. Todavia, as desvantagens são evidentes, uma vez que opiniões podem ser tendenciosas ou muito pessoais. Resulta portanto, dessa técnica uma base frágil para o processo de planejamento estratégico, mas muito interessante do ponto de vista de reflexão (TARAPANOFF, 2001).

Outra fonte de informação para a inteligência é a análise de patentes. Mesmo que a tecnologia esteja se tornando um parâmetro competitivo dominante em muitos mercados, muitos gerentes e responsáveis por tomada de decisões não dispõem de informações suficientes sobre os impactos potenciais das mudanças tecnológicas na competitividade das suas empresas. Embora a pesquisa de mercado e cliente possa contribuir para marketing, e os dados financeiros possam dar suporte ao departamento de finanças, o gerenciamento explícito da tecnologia tem sido afetado pela falta de dados e informações acionáveis que possam ser convertidos em inteligência. Como resultado, as empresas freqüentemente são surpreendidas por tecnologia mais moderna desenvolvida fora da empresa e cada vez mais, fora da indústria. A principal função da análise de patentes é suprir esta falta de inteligência, ou seja, essa ferramenta auxilia as empresas a anteciparem a alteração tecnológica visando atender às necessidades dos novos mercados que o progresso técnico gera ou facilita. A análise de patentes aplica a bibliometria à função de analisar a riqueza dos dados encontrados nos bancos de dados de patentes, para identificar os indicadores chave da mudança tecnológica e a

descontinuidade. O número de citações de uma determinada patente oferece visões estratégicas através das quais as tecnologias estão começando a atingir a massa crítica. Além disso, a análise de patentes identifica os concorrentes e as indústrias que estão procurando ativamente essas tecnologias. Citação de patentes significa a referência a patentes anteriores, baseada em idéias científicas, que é apresentada na primeira página das citações de patentes, ou seja, as primeiras patentes que são citadas em um grande número de patentes subseqüentes, indicam o desenvolvimento de novas tecnologias significativas, ou seja, as patentes de novos produtos com tecnologia excepcionalmente inovadora são citadas muito freqüentemente em citações de patentes subseqüentes.

Esta técnica, no entanto, possui limitações e pontos fracos. Muitas empresas não registram patentes, preferem manter os segredos de negócio trancados à sete chaves. Além disso, algumas patentes são meramente adições a melhorias tecnológicas, enquanto outras incorporam um novo paradigma tecnológico radical. Outro aspecto negativo está relacionado ao intervalo existente entre a apresentação da proposta de registro de uma patente e a sua publicação.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Modelo analítico para o levantamento de dados

Com base na inteligência competitiva, a Figura 3.1 apresenta sinteticamente o modelo analítico que norteou o levantamento de dados e discussão dos resultados do presente trabalho, bem como auxiliou a desenvolver um processo para o monitoramento sistêmico do ambiente envolvido na reciclagem de materiais e produtos no contexto do trabalho.

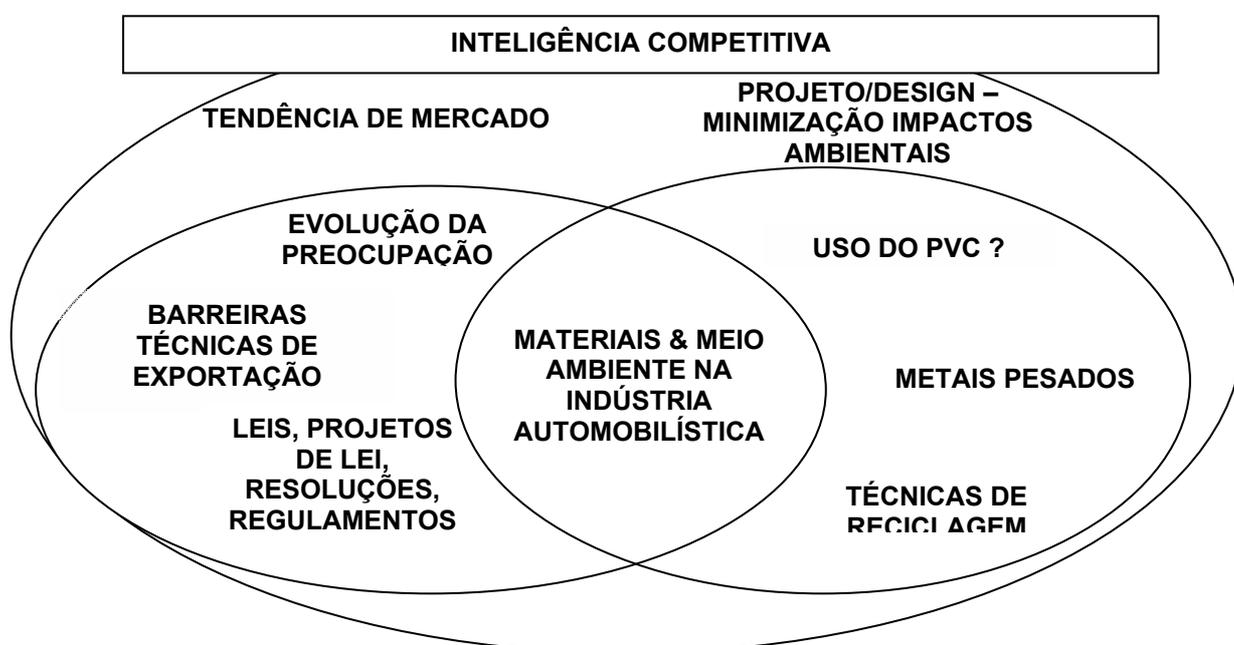


Figura 3.1 Proposta de modelo analítico do emprego da inteligência competitiva como ferramenta para o presente trabalho.

O mapeamento de informações e estudo de tendências abrangeram:

- Os principais impactos da presença de metais pesados em veículos durante a sua reciclagem e situações onde a sua substituição é ainda inviável.
- O projeto para a reciclagem, a reciclagem de veículos e a caracterização do resíduo gerado no processo de trituração de veículos.

- Os principais impactos à saúde humana e meio ambiente do PVC e de seus principais aditivos, bem como, a contribuição do PVC automotivo ao volume total de resíduos de PVC inservíveis.
- A produção e frota veicular brasileira, bem como, perfil das exportações incluindo os principais países para quais o Brasil exporta.
- O monitoramento de técnicas de reciclagem do PVC e do resíduo gerado no processo de trituração de veículos.

As tendências futuras também foram analisadas a partir do levantamento de percepções de especialistas da GM do Brasil e de pesquisadores de Universidades, Institutos de Pesquisa, Instituições e Associações. Foram abordados principalmente aspectos econômicos e tecnológicos, dentre eles:

- Se programas de reciclagem de veículos devem ser implementados no Brasil, se sim, quais os principais fatores críticos, sob o ponto de vista de dificuldades a superar e oportunidades a aproveitar.
- Quais os impactos diretos na produção e venda de veículos se programas de reciclagem de veículos fossem implementadas no Brasil e quais os principais impactos com a não implementação de programas de reciclagem de veículos.
- Qual a importância da renovação da frota para a ocorrência da reciclagem de veículos.

### **3.2 Fontes de informações secundárias**

Para a localização e recuperação de dados e informações em fontes secundárias para a caracterização de tendências e oportunidades no desenvolvimento sustentável para a indústria automobilística, foram empregadas as seguintes bases de dados:

- Base de dados Micropatent, acessada via caminho restrito disponível na General Motors, também disponível por acesso público e pago via <http://www.micropat.com/>.
- Base de dados de patentes Espacenet: acesso disponível através do endereço <http://ep.espacenet.com/>

- Base de dados de patentes Uspto: acesso disponível através do endereço <http://www.uspto.gov>
- Base de dados de patentes INPI: acesso disponível através do endereço <http://www.inpi.gov.br>
- Base de dados que gerencia artigos técnicos da área automotiva, administrativa e de ciência e tecnologia disponíveis através de *links* à base de dados SAE, Scirus, Science Direct, Web of Science, Cambridge etc., acessada via caminho restrito disponível via intranet na General Motors.

Também foi realizado o levantamento da legislação vigente através de informações obtidas e coletadas através de material interno da General Motors do Brasil, cujo acesso a pessoas externas da companhia pode ocorrer mediante consulta com eventual fornecimento de cópia.

Complementarmente foram realizadas buscas junto a *sites* de associações empresarias, instituições e empresas.

### **3.3 Levantamento de informações junto a especialistas em reciclagem de veículos**

Para o levantamento de percepções junto a especialistas, foi elaborado um questionário, baseado em perguntas fechadas, onde o entrevistado apontou o resultado através da alternativa de resposta escolhida, conforme APÊNDICE A. Por outro lado, também foi concedido ao entrevistado, a liberdade de incrementar suas respostas através de campo opcional para comentários.

Os entrevistados foram selecionados através da coleta de participantes de seminários de Materiais e Meio Ambiente e, também, através de indicações de pessoas que tem atividades correlatas. Os entrevistados são provenientes de entidades (Indústria, universidades, associações e órgão do governo) aonde, em suas funções, praticam atividades relacionadas à reciclagem de

veículos propriamente dita, à fabricação de veículos e a entidades que têm atividades relacionadas ao meio ambiente.

As seguintes perguntas foram respondidas pelos especialistas:

- 1.) Qual seu conhecimento/experiência sobre a reciclagem de veículos?
- 2.) Na sua opinião, qual é o nível atual da procura do consumidor brasileiro por veículos com apelo ecológico ambientalmente correto?
- 3.) Qual o grau de importância dos programas de renovação de frota para o desenvolvimento da reciclagem de veículos no Brasil?
- 4.) Quando você acredita que a reciclagem de veículos deverá ocorrer no Brasil, em função de haver ou não a implementação de programas especiais de renovação de frota?
- 5.) Qual o grau de importância dos fatores abaixo indicados sobre a atratividade econômica atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos?
- 6.) Na sua opinião, qual é o nível de atratividade econômica atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos no Brasil?
- 7.) Qual o grau de importância dos fatores abaixo indicados na competência brasileira atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos?
- 8.) Na sua opinião, qual a competência (capacidade de realizar) atual e futura (dentro de 5 anos) do Brasil para a reciclagem de veículos?
- 9.) Qual o impacto de programas de reciclagem de veículos no aumento de vendas de veículos caso haja ou não a implementação de programas especiais de renovação de frota?

10.) Qual o impacto de programas de reciclagem de veículos no aumento do número de empregos caso haja ou não a implementação de programas especiais de renovação de frota?

11.) Qual o grau de impacto da reciclagem do metal dos veículos sobre o aumento da oferta de sucata metálica no mercado (o que pode influenciar o custo de novos veículos)?

12.) Tendo em vista que aproximadamente 60-70% do peso do veículo é constituído de “metal”, qual a validade de se iniciar a reciclagem exclusiva da parte metálica, enviando o veículo inteiro às máquinas *shredders* sem o pré-tratamento por despoluição e desmontagem?

13.) Tendo em vista que o envio direto às máquinas *shredders* sem pré-tratamento pode gerar quantidade de resíduo a descartar diferente da associada à rota com pré-tratamento de despoluição e demontagem, avalie o impacto ambiental relativo esperado.

14.) Qual a capacidade dos aterros brasileiros absorverem o resíduo formado pela reciclagem de veículos?

### **3.4 Softwares e procedimentos de tratamento e análise de Informações**

Para reformatação de dados, análises estatísticas dos dados recuperados e suas relações foram empregados os seguintes *softwares*: Infotrans, Vantage Point, Acrobat Exchange, Microsoft Word e Excel.

As informações de patentes recuperadas da base de dados Micropatent foram reestruturadas com o auxílio do software INFOTRANS, a fim de permitir a análise no programa computacional VANTAGEPOINT, o qual possibilita a identificação de tendências através da contagem de campos dos registros bibliográficos de patentes e relacionamentos entre os registros.

Os dados coletados através de entrevistas com especialistas, dados de exportação, produção e frota de veículos, bem como normas, leis, projetos de lei e afins, foram analisados, e compilados para a construção de gráficos e tabelas nos programas Word e Excel para conseqüente geração de informações.

Com a integração e análise dos dados da situação atual e retrospectiva com as percepções sobre as tendências, foi possível analisar e elaborar recomendações sobre os seguintes aspectos:

- Prospectar/estimar certa quantidade do resíduo gerado do processo de reciclagem de veículo, bem como a quantidade a ser descartada se somente a parte metálica de todo o veículo descartado for reciclada.
- Elaborar gráfico comparativo, por exemplo, do volume de sucata gerada se leis como a Diretiva Européia fossem implementadas no Brasil versus gráfico de volume de sucata se nenhuma lei for implementada no Brasil.
- Saber o impacto da economia nacional quanto ao não atendimento à Diretiva – (Barreiras técnicas à exportação).
- Através da viabilidade técnica e quantidade de técnicas de reciclagem disponíveis, foi possível analisar o último estágio do ciclo de vida do veículo e do PVC e as suas respectivas contribuições para o gerenciamento sustentável de resíduo.

### **3.5 Equipamentos**

O trabalho envolveu a utilização de micro-computador Compaq com 256MB de memória e processador Athlon XP 2000, com facilidade de conexão rápida à internet. Também serviu para acesso remoto a computadores do NIT – UFSCar para a reformatação e análise estatística dos dados recuperados através da base Micropatent. Além disso, o trabalho também envolveu a utilização de computador com processador Pentil IV com conexão à rede interna da General Motors do Brasil.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Mapeamento de tecnologias registradas em patentes de reciclagem de veículos a partir de resíduos da *shredder*

Em nível mundial, o levantamento na base de patentes Micropatent para recuperação de informações permitiu identificar 168 patentes para reciclar o resíduo da *shredder*. Verifica-se uma gama diversificada de diferentes tipos de processos para o tratamento do resíduo da *shredder*.

A análise de patentes permitiu identificar as principais áreas do conhecimento e analisar tendências e inovações sobre reciclagem do resíduo da *shredder*. Escritórios de Propriedade Industrial de diversos países têm concedido patentes ao longo dos anos. A base de dados Micropatent permite identificar patentes americanas (US), japonesas (JP), mundiais (WO), européias (EP), alemãs (DE) e do Reino Unido (GB). O país que tem o maior número de patentes é os Estados Unidos. A Figura 4.1 mostra o número de patentes concedidas por país. O escritório que concede a patente é identificado pelo código do país no número da patente, segundo a classificação da World Intellectual Property Office – WIPO.

Desde 1968, são identificadas patentes americanas, porém, a partir da década de 90, patentes em todo o mundo passaram a ser concedidas com uma concentração ainda muito grande para os Estados Unidos. A Figura 4.2 mostra a evolução da concessão de patentes no período de 1968 a 2003.

A análise de patentes também mostrou variações de evolução no número de patentes concedidas ao longo dos anos. Verificam-se picos de concessão de patentes em 1976, 1985, 1991, 1996 e 1999. Essa avaliação sugere algumas tendências na análise do ciclo de vida dessa tecnologia. Uma delas refere-se à diminuição do interesse de mercado em investir nessa tecnologia ou, refere-se ao domínio da área através da força de algumas das patentes concedidas ou, simplesmente, que essa tecnologia ainda não atingiu o ápice de maturação, pois, a concessão de patentes voltou a aumentar a partir de 2002. A última alternativa, ou seja, a tecnologia de reciclar o resíduo da *shredder* continua a ser desenvolvida

condiz com a implementação da Diretiva Europeia que impõe índices de reciclabilidade do veículo colocados no mercado a partir de 2005.

Os depositantes de invenções concedidas na forma de patentes para reciclar o resíduo da *shredder* com no mínimo 2 patentes sobre o assunto, estão apontados na Tabela 4.1. Algumas das patentes identificadas apresentaram o nome do depositante como indisponível.

A Ford é a única montadora que aparece entre os principais depositantes, por ter depositado cinco patentes sobre o assunto.

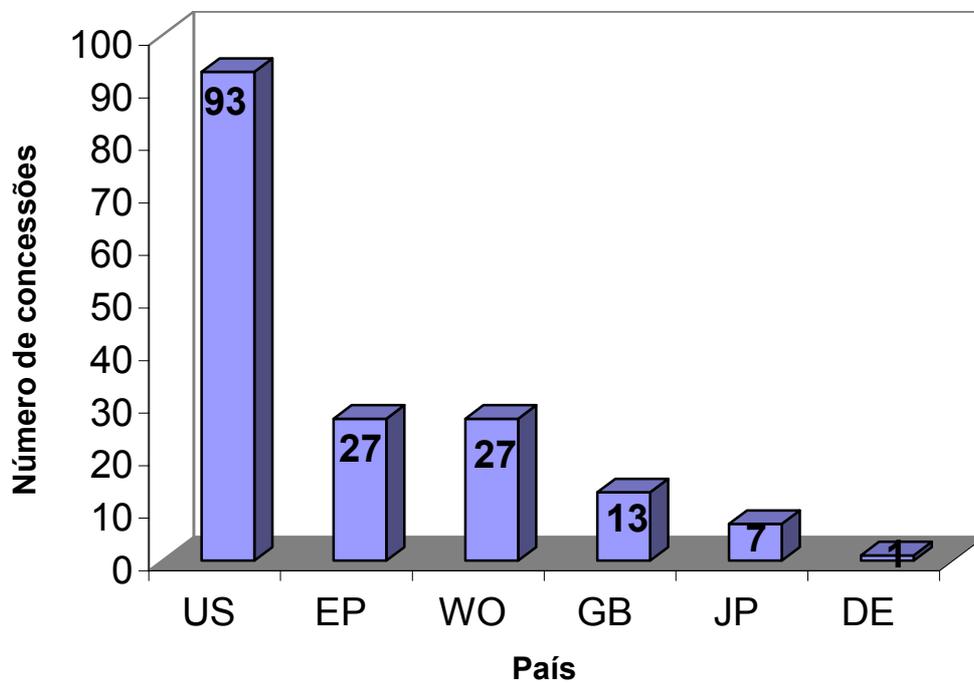


Figura 4.1 Concessão de patentes por país sobre reciclagem do resíduo da *shredder* de 1968 a 2003.

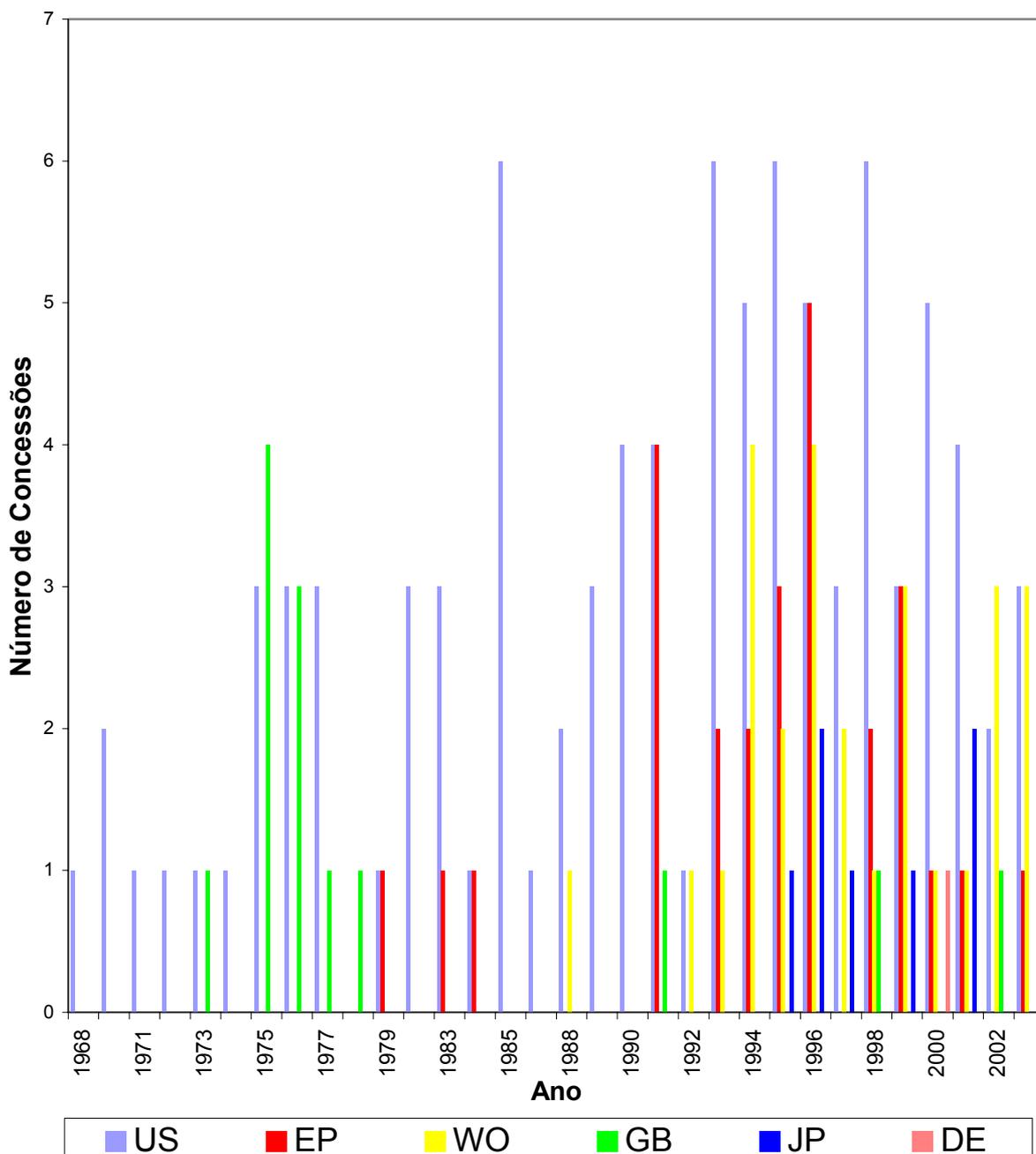


Figura 4.2 Evolução da concessão de patentes por país sobre reciclagem do resíduo da *shredder* (1968 a 2003).

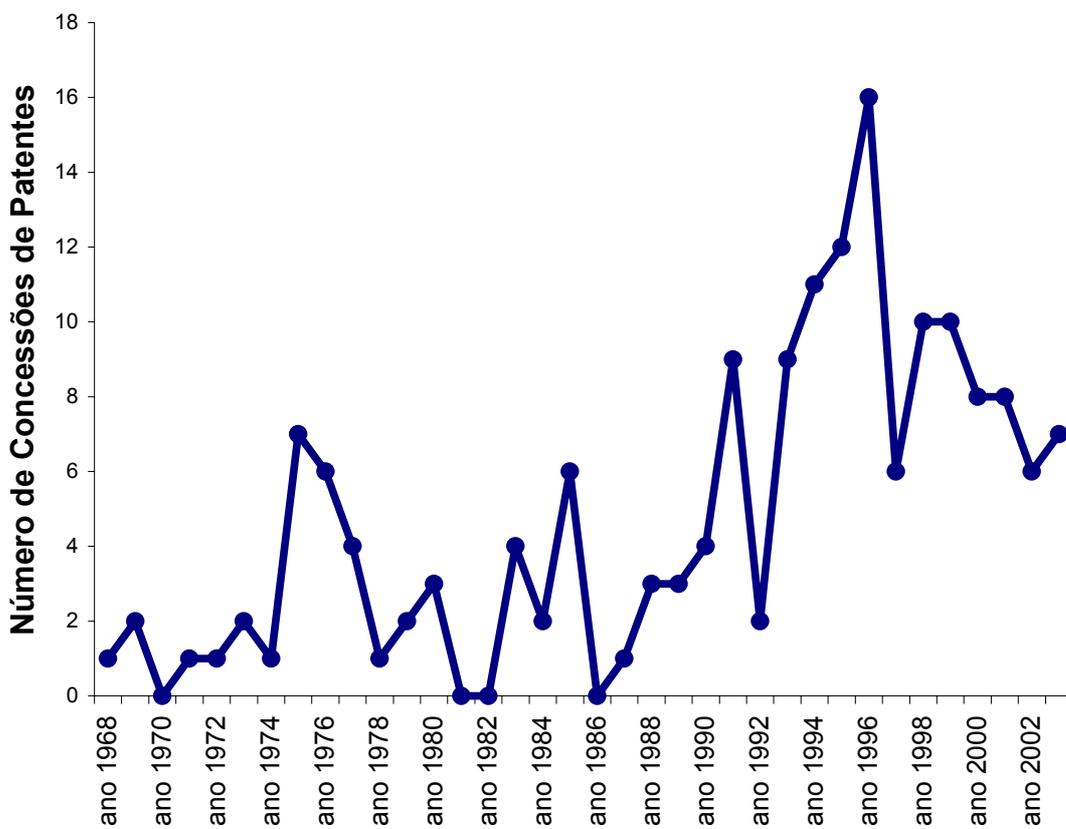


Figura 4.3 Evolução das concessões de patentes sobre reciclagem do resíduo da *shredder* ao longo dos anos (1968 a 2002).

Uma montadora que também depositou patente sobre reciclagem do resíduo da *shredder* foi a Daimler Crysler. Ao todo, somente 6 patentes sobre reciclagem do resíduo da *shredder* foram identificadas como patentes depositadas por montadoras sendo que a mais recente pertence à patente depositada pela Daimler Crysler.

A Figura 4.4 aponta os anos de depósito das invenções concedidas por patentes das montadoras.

Tabela 4.1 Detentores de tecnologias de reciclagem do resíduo da *shredder* de 1968 a 2003.

DEPOSITANTES	NÚMERO DE PATENTES
FORD MOTOR COMPANY	5
HYLSA S.A. DE C.V.	5
NKK CORP	5
PROLER ENVIRONMENTAL SERVICES, INC.	5
STAMICARBON	5
COLUMBUS MCKINNON CORPORATION	4
ROYAL RECOVERY SYSTEMS INC.	4
CONTROLLED ENVIRONMENTAL SYSTEMS CORPORATION	3
EIN ENGINEERING CO., LTD.	3
ENVITECH CO., LTD.	3
HECKERT MULTISERV PLC	3
PARKE, TERRENCE, JAMES	3
R & D TECHNOLOGY, INC.	3
STAMICARBON B.V.	3
AIR PRODUCTS AND CHEMICALS, INC.	2
AMG RESOURCES CORPORATION	2
D & R RECYCLERS, INC.	2
DAICEL CHEMICAL INDUSTRIES, LTD.	2
DOUGLAS, PATRICK, JOSEPH	2
EBARA CORPORATION	2
ENGINEERING, SEPARATION & RECYCLING, LTD. CO.	2
FUJIKAWA KINZOKU CO., LTD.	2
HOESCH WERKE A.G.	2
HOUEI SYOUKAI CO., LTD.	2
LARISAN INCORPORATED	2
MBA POLYMERS, INC.	2
MOBIUS TECHNOLOGIES, INC.	2
NIMCO SHREDDING CO.	2
SCH„FER ELEKTROTECHNIK - SONDERMASCHINEN	2
SIMON FAMILY PARTNERS	2
TAYLOR, LELAND T.	2
THERMOSELECT AKTIENGESELLSCHAFT	2
UBE INDUSTRIES, LTD.	2
UNITED RECYCLERS, INC.	2
WAYNE TECHNOLOGIES	2
WILLIAMS PATENT CRUSHER & PULVERIZER CO., INC.	2
YOSHIKAWA KOGYO CO. LTD.	2
OUTROS COM APENAS 1 PATENTE	66
<b>total de patentes</b>	<b>168</b>

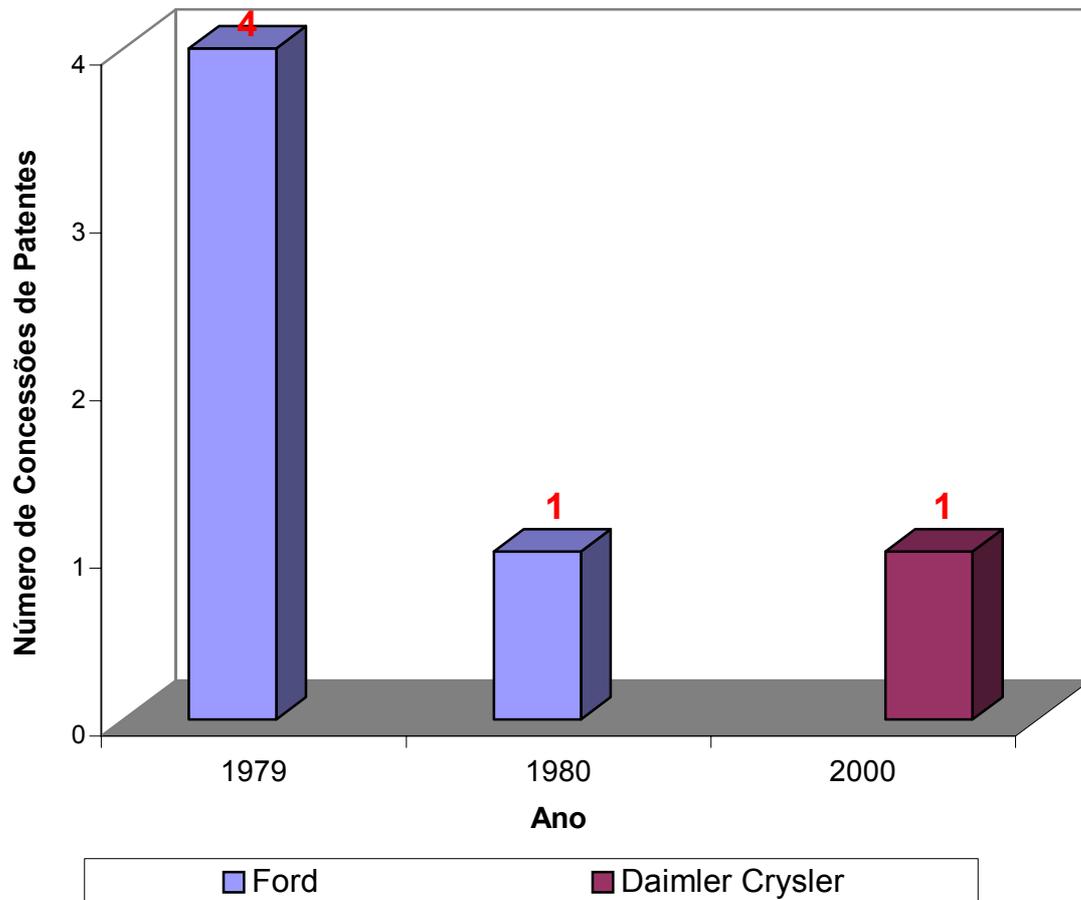


Figura 4.4 Anos de depósito das patentes sobre reciclagem do resíduo da *shredder* depositadas por montadoras.

Verifica-se uma gama diversificada de processos de reciclagem do resíduo da *shredder* em várias áreas do conhecimento. Destacam-se as operações pertencentes às seções B (classes B02, B03, B07, B09 e B29) e C (classe C10) da Classificação Internacional de Patentes:

- B02: Transporte e tratamento, específicos para trituração, desintegração e beneficiamento preliminar antes da moagem.
- B03: Separação de materiais sólidos utilizando líquidos ou mesas ou peneiras pneumáticas. Separação magnética ou eletrostática
- B07: Operações de tratamento e transporte, específicos para a separação de materiais sólidos contidos em resíduos também sólidos.

- B09: Operações de tratamento e transporte, especificamente a disposição de resíduos sólidos.
- B29: Processamento de materiais plásticos, processamento de substâncias em estado plástico em geral.
- C10: Destilação destrutiva específica para materiais sólidos, objetivando a formação de gás, carvão, asfalto ou materiais similares. Produção de combustíveis gasosos contendo monóxido de carbono.

A Figura 4.5 mostra a evolução da concessão de patentes sobre reciclagem do resíduo da *shredder* das classes das seções B e C ao longo dos anos. A classificação B02 que aborda tratamentos específicos para trituração, desintegração e beneficiamento preliminar de grãos antes da moagem, é a classificação mais freqüente desde 1968 aonde, na década de 90, sofreu um aumento significativo no número de concessões de patentes indicando a predominância da conversão do resíduo da *shredder* em mistura que pode ser processada e transformada em outros produtos.

A predominância da classificação B02 também foi identificada quando da avaliação dos inventores sobre reciclagem do resíduo da *shredder*. Como resultado, temos quatro subclasses mais freqüentes e que se referem a processos específicos para tratamento do resíduo da *shredder*, conforme a seguir:

- B02C: Especifica processos para desintegração ou moagem.
- B03B: Especifica processos para separação de materiais sólidos utilizando líquidos ou mesas ou peneiras pneumáticas.
- B09B: Especifica operações ou processos pra disposição de resíduos sólidos.
- C10J: Especifica processos de produção ou síntese de gases provenientes de materiais carbonáceos ou mistura desses gases.

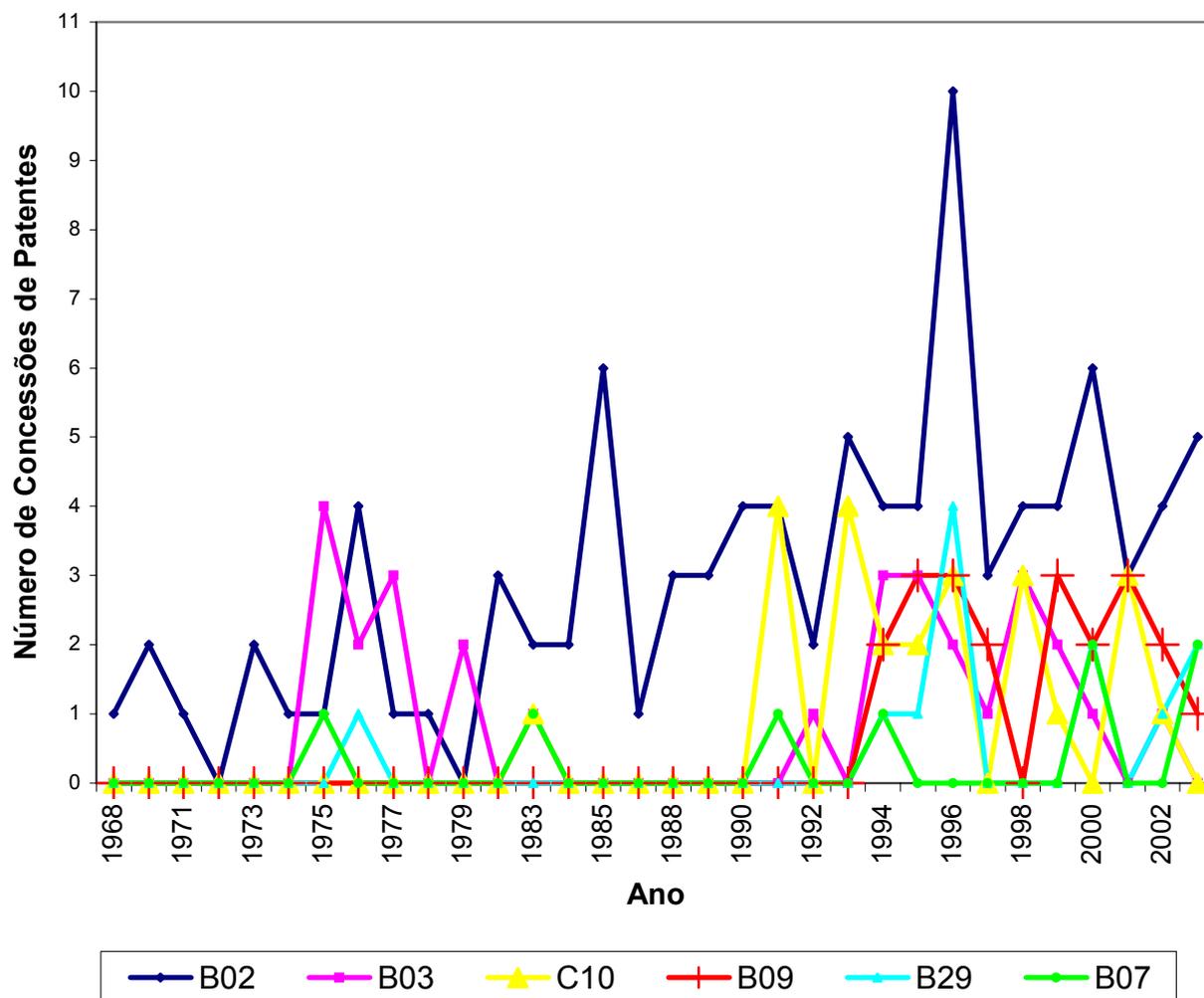


Figura 4.5 Evolução da concessão de patentes sobre reciclagem de resíduo da *shredder* das classificações identificadas.

A Figura 4.6 aponta as subclasses mais frequentes identificadas nas patentes de reciclagem do resíduo da *shredder*.

Demais classificações encontram-se descritas no ANEXO A.

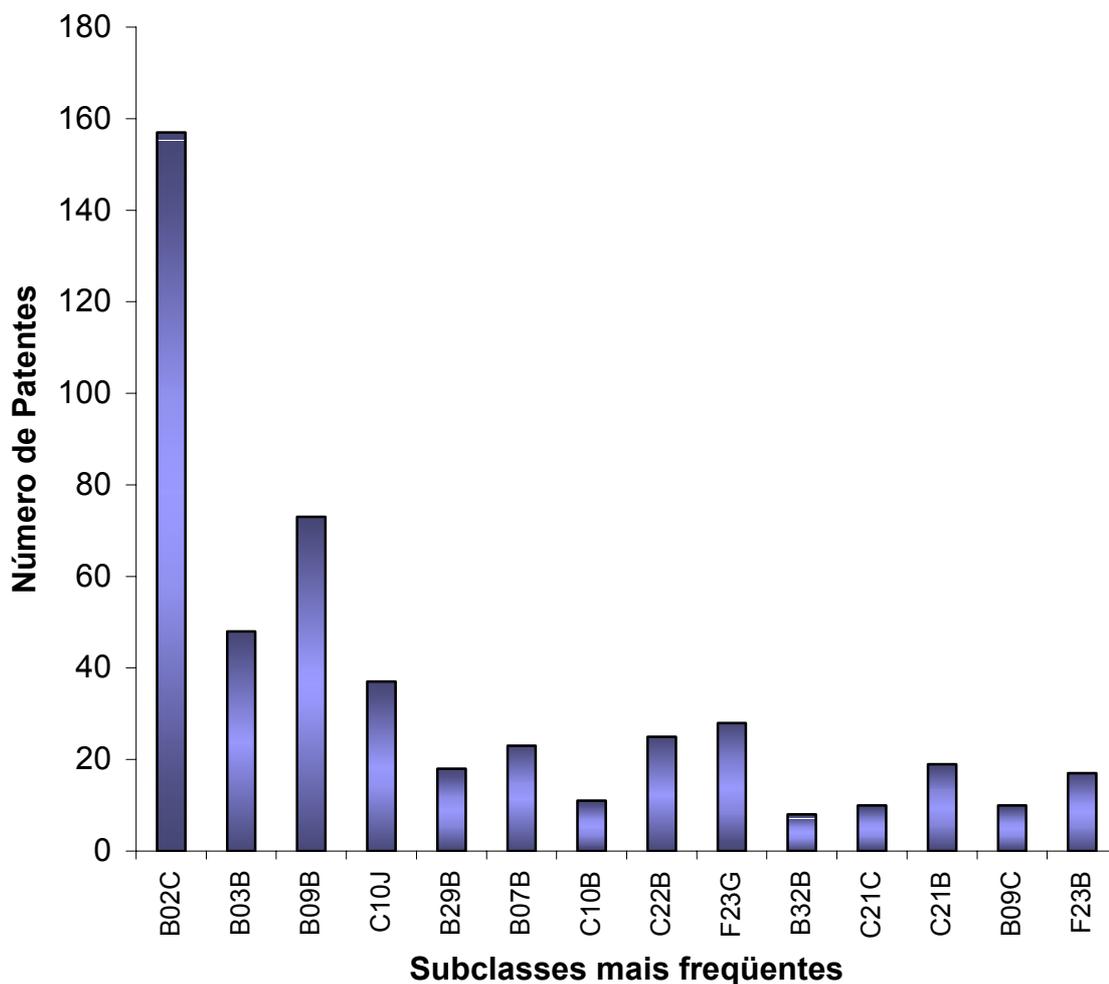


Figura 4.6 Subclasses mais freqüentes das patentes sobre reciclagem do resíduo da *shredder*.

Quando da avaliação das classificações das patentes depositadas por montadoras, a classificação B02C aparece em somente uma das 6 patentes identificadas. Nesse caso, processos de separação de materiais sólidos (B03B), sobrepõe processos de desintegração e moagem de grãos (B02C). A Figura 4.7 aponta os tipos de classificações das patentes depositadas por montadoras.

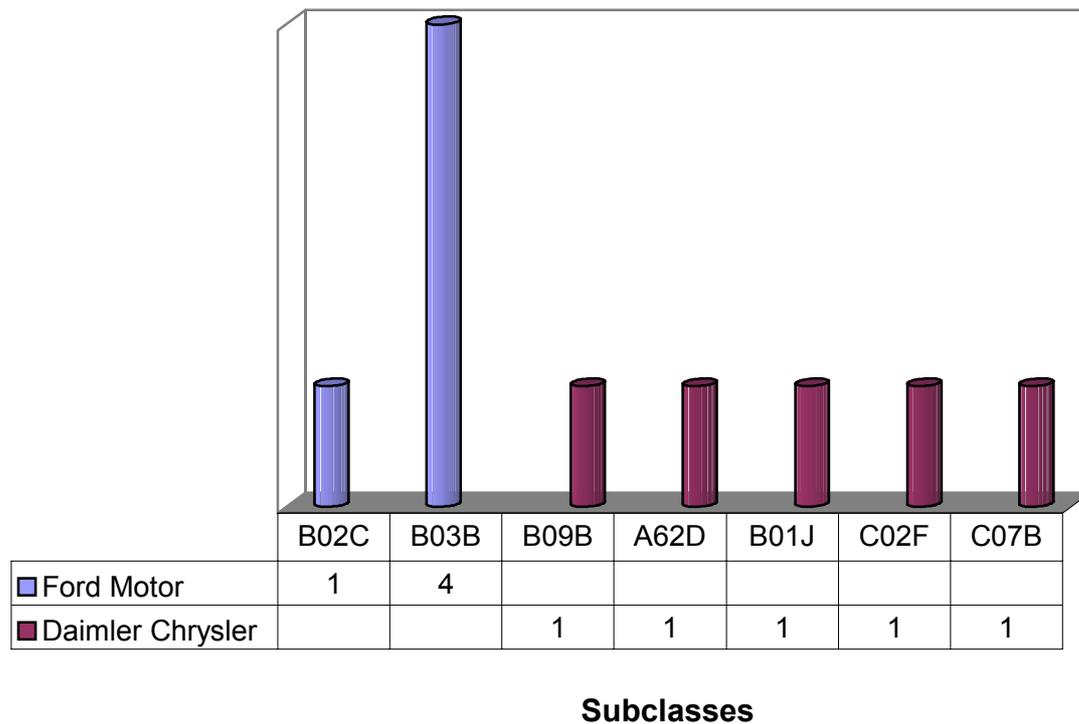


Figura 4.7 Classificação das Patentes depositadas por montadoras

Além disso, nas classificações das patentes depositadas pelas montadoras identificadas, verifica-se uma diferença de enfoque entre as duas. A Ford centralizou suas invenções no tratamento do resíduo da *shredder* e a Daimler Chrysler concentrou-se na disposição do mesmo. As patentes depositadas pela Ford possuem a classificação B03B que especifica processos para separação de materiais sólidos, também utilizou a classificação B02C que trata de processos para desintegração ou moagem de grãos. No conjunto, há uma predominância da classificação B03B sobre o total de classificações utilizadas nas patentes depositadas pela Ford. Vale ressaltar que a mesma patente pode ter uma ou mais classificações diferentes. Uma única patente depositada pela Daimler Chrysler apresentou cinco classificações diferentes. São elas:

- B09B: Especifica operações ou processos pra disposição de resíduos sólidos

- A62D: Utilização de meios químicos para extinção ou combate ao fogo, ou proteção contra agentes químicos perigosos ou utilização de agentes químicos para utilização em aparatos de respiração.
- B01J: Envolve processos químicos ou físicos e seus aparatos em geral.
- C02F: Especifica processos/operações para tratamento de água, efluentes ou lodo.
- C07B: Especifica métodos da química orgânica e seus aparatos.

As principais classificações das patentes sobre o assunto por país estão mostradas na Figura 4.8. Avaliando as principais tecnologias aplicadas para se reciclar o resíduo da *shredder*, podemos destacar que nos Estados Unidos, país com o maior número de patentes, assim como nos demais países, há a predominância de processos de conversão do resíduo da *shredder* em mistura que pode ser processada e transformada em outros produtos. Outras classificações como a B09B, B03B e C10J etc. também aparecem como opções de reciclagem do resíduo da *shredder*, porém, com uma predominância maior para outros países que não os Estados Unidos. No Japão, por exemplo, há uma concentração de patentes com a classificação B09B específica para operações ou processos pra disposição de resíduos sólidos.

No Brasil, através de consulta ao INPI - Instituto Nacional de Propriedade Industrial, foram identificados registros de patentes que regem o tratamento de vários tipos de resíduos, como resíduos industriais, lixo urbano, resíduos sólidos em geral, embalagens e óleos, porém, não foi identificada nenhuma invenção registrada em Patente que trate da recuperação/reciclagem de materiais contidos no resíduo gerado do processo de reciclagem de veículos (resíduo da *shredder*). Há, no entanto, um pedido de patente que se refere a um Projeto de implementação de uma "INDÚSTRIA DE RECICLAGEM DE VEÍCULOS AUTOMOTORES E SEUS COMPONENTES COM IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA PADRÃO BRASILEIRO" cujos dados complementares encontram-se descritos na Tabela 4.2.

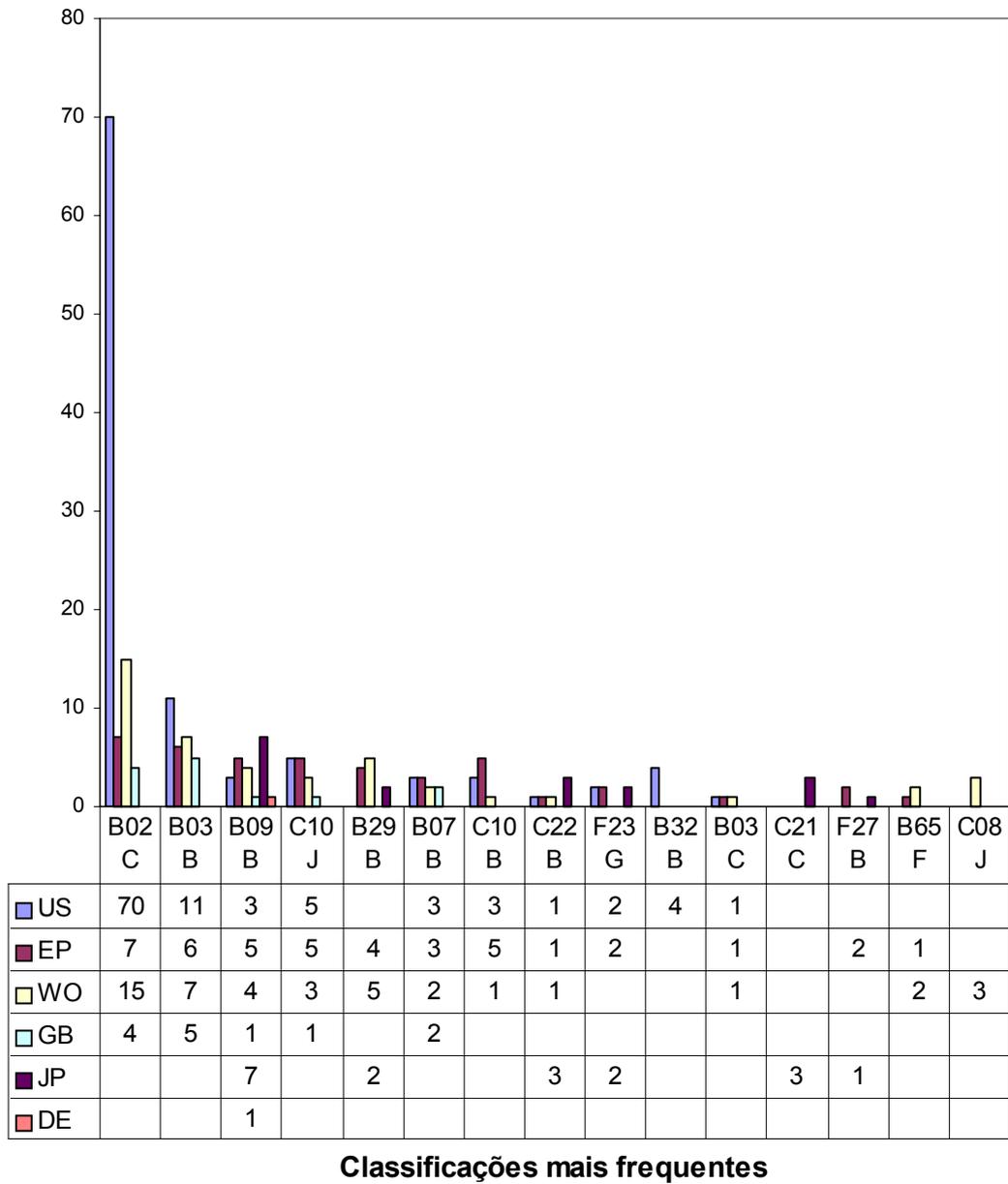


Figura 4.8 Tipos de classificações sobre reciclagem do resíduo da *shredder* por país de origem.

Tabela 4.2 Dados bibliográficos da patente concedida sobre reciclagem de veículos em um Sistema Padrão Brasileiro.

Nº da Patente:	PI9906133
Nome:	“Projeto de implementação de uma Indústria de Reciclagem de Veículos e seus componentes com Implementação de um Sistema Padrão Brasileiro”
Autor:	Iraci Vilela Gomide Santos
Classificação:	C22B7/00, B65F1/06
Resumo:	Projeto de implementação de uma "INDÚSTRIA DE RECICLAGEM DE VEÍCULOS AUTOMOTORES E SEUS COMPONENTES COM IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA PADRÃO BRASILEIRO", vem de encontro à solução de vários problemas sócio - econômicos que envolvem interesses de toda Cadeia Automotiva, dos sindicatos de Trabalhadores e do próprio Governo como um todo, como o Programa de Renovação de Frota de Veículos e implementação do programa de Inspeção Veicular - cumprindo o que preceitua o novo Código de Trânsito Brasileiro (Lei 9.503 de 23/09/97 e conforme o Decreto nº 2.327 que trata da Coordenação do Sistema Nacional de Trânsito, considerando a insuficiência do prazo estabelecido na Resolução nº 101/99, para elaboração da nova adequação da forma de inspeção, de segurança veicular, suspende a vigência da resolução nº 84/98-CONTRAN através da Resolução nº 107 de 21/12/1999 em seu Art. 1º) e uma série de resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente.

A inexistência de patentes depositadas no Brasil sobre reciclagem do resíduo da *shredder* está associada a um provável pequeno interesse do mercado brasileiro em reciclar tal resíduo. A reciclagem de veículos, de maneira geral, deve ser viabilizada economicamente a fim de que essas tecnologias possam ser desenvolvidas localmente. Incentivos fiscais atrelados ao desenvolvimento de ciência e tecnologia de reciclagem, além de legislações ambientais, muito provavelmente, impulsionariam esse tipo de atividade a exemplo de outros

materiais cujo desenvolvimento de sua reciclagem surgiu após imposições legislativas.

As questões tecnológicas relacionadas a processos de reciclagem do resíduo da *shredder*, avaliadas neste capítulo, evidenciam que, embora no Brasil o desenvolvimento de técnicas de reciclagem ainda seja incipiente, a reciclagem pode ser viável visto que tais tecnologias já são desenvolvidas em outros países, principalmente os desenvolvidos.

O desenvolvimento da reciclagem do resíduo da *shredder* está diretamente relacionado com o desenvolvimento de reciclagem de veículos. Nota-se uma concentração de patentes como forma de registros de invenções nos Estados Unidos, embora o país não possua legislação que impõe a obrigatoriedade de se reciclar veículos. A análise de patentes também apontou as invenções sobre reciclagem do resíduo da *shredder* das empresas montadoras. A Ford é a empresa que mais investiu no desenvolvimento de técnicas de reciclagem do resíduo da *shredder*, embora, as patentes depositadas tenham apresentado datas um pouco antigas. Isso mostra que a reciclagem de veículos já ocorre há bastante tempo.

Em suma, a análise de patentes permitiu identificar a posição tecnológica dos concorrentes evidenciando tipos de tecnologia e seu desenvolvimento, bem como permitiu demonstrar tecnologias variadas aplicáveis à reciclagem do resíduo da *shredder*, embora tal conhecimento não esteja fundamentado no Brasil. Também permitiu identificar e apontar os principais nichos mundiais detentores de *know-how* para reciclar o resíduo da *shredder*, onde, os Estados Unidos, é o local aonde se concentra a capacitação tecnológica para reciclagem do resíduo da *shredder*.

Devido à tendência de mercados emergentes acompanharem mercados mais desenvolvidos, monitorar os desenvolvimentos tecnológicos automotivos relacionados ao meio ambiente e verificar o posicionamento de montadoras em países desenvolvidos relacionados à contribuição para o desenvolvimento sustentável deve ser uma prática a ser seguida, para isso e para uma melhor visualização e organização dos dados a serem perseguidos, se faz necessário a elaboração de um processo ou modelo de monitoramento, bem como estimar

as perspectivas futuras com relação a reciclagem de veículos e apontar os seus maiores benefícios.

#### **4.2 Tendências e oportunidades da reciclagem de veículos no Brasil segundo a opinião de especialistas consultados.**

Com intuito de avaliar se haverá oportunidade para a reciclagem de veículos e seus materiais no Brasil, foram entrevistados 11 especialistas em reciclagem de veículos provenientes de associações governamentais e não governamentais, universidades, empresa recicladora de sucata metálica e, empresa fabricante de veículos (General Motors do Brasil).

O perfil dos entrevistados está distribuído da seguinte maneira:

- Quatro especialistas da General Motors do Brasil provenientes da área ambiental e especialistas em materiais.
- Um especialista proveniente de indústria recicladora de aço.
- Um especialista proveniente de uma associação específica em reciclagem de modo geral.
- Um proveniente de órgão governamental especialista em qualidade do ar e meio ambiente.
- Os outros são provenientes de instituições de pesquisa e universidades.

Em geral, os especialistas afirmam que não está na cultura do consumidor brasileiro a busca por veículos com apelo ecológico. Porém, campanhas de marketing e divulgação podem mudar esse perfil. Além disso, programas especiais de renovação da frota estão diretamente ligados ao desenvolvimento da reciclagem de veículos no Brasil, pois a reciclagem de veículos não é somente uma questão técnica mas principalmente econômica e de legislações. A influência das tendências mundiais relacionadas a pressões para atendimento a legislações por parte de montadoras “matrizes” pode, de certa forma, alavancar o processo de reciclagem de veículos independente de programas de renovação da frota.

Programas de renovação da frota devem antecipar em, no mínimo, 2 anos os processos de reciclagem de veículos devido ao potencial de viabilização econômica para a reciclagem, também, a maioria dos entrevistados acredita que a reciclagem de veículos no Brasil sem programas especiais de renovação da frota deva ocorrer apenas após 10 anos. Tal conclusão é coerente com o baixo nível de atratividade econômica para a implementação de tais processos, conforme compilação de resultados da maioria dos entrevistados. O nível de atratividade econômica, no entanto, foi apontado como ter perspectivas positivas para o futuro (5 anos) principalmente se tivermos processos bem fundamentados de reaproveitamento de peças e componentes com valor de mercado (ex., motor, catalisador, etc.), porém, acredita-se que 5 anos seja ainda um período curto para mudanças consideráveis.

Além da dependência de programas de renovação da frota, a reciclagem de veículos está diretamente dependente de financiamentos, incentivos fiscais, disponibilização de recursos para pesquisa, coordenação do poder público na articulação dos diversos agentes envolvidos na cadeia de reciclagem automotiva, organização de logística e infra-estrutura, incentivo de consumo ao mercado de materiais/produtos reciclados e regulamento/legislação governamental. Além disso, desenvolvimento de novas aplicações para materiais reciclados, recursos humanos, capacidade de investimento, mobilização através de campanhas de marketing, aquisição e desenvolvimento de tecnologia, estão diretamente relacionados à competência brasileira para a reciclagem de veículos que precisa ser desenvolvida. Para o futuro (5 anos) a maioria dos especialistas acredita que a competência brasileira em reciclar veículos será alta. Acredita-se que a tendência de alta para a competência brasileira em reciclar veículos esteja relacionada ao interesse por parte do mercado em materiais automotivos como os plásticos e alumínio.

Mais uma vez a dependência da reciclabilidade de veículos com relação à renovação da frota foi apontada quando da avaliação das vantagens econômicas em reciclar veículos no que se refere ao aumento de vendas de veículos e geração de novos empregos. Acredita-se que somente com a

implementação de programas especiais de renovação da frota haverá um acréscimo nas vendas de veículos. Quanto à geração de empregos, a implementação de programas de renovação da frota tem muita mais influência sobre a geração de empregos do que sem programas especiais, porém, uma tendência positiva foi avaliada considerando as duas situações.

A maioria dos especialistas acredita em uma influência “média” com tendência à alta quanto ao aumento de oferta metálica no mercado e conseqüente redução no custo de veículos, porém, esta conclusão foi acompanhada de várias restrições. Uma delas está relacionada com a qualidade do produto final obtido no processo de trituração de veículos sucateados. Acredita-se que uma melhor separação, não somente de materiais ferrosos de não ferrosos, mas também a separação de diferentes tipos de ligas metálicas pode aumentar o interesse em reutilização desse material por parte das montadoras. Por outro lado, acredita-se que a influência sobre o preço final do material reciclado acaba sendo diluída pelos constantes aumentos de energia elétrica, aonde, essa diferença, dificilmente chega aos custos dos veículos. A utilização de sucata, na verdade, é a saída para sobrevivência das siderúrgicas, pois empresas desse ramo trabalharam com até 70% de sucata metálica como matéria-prima, evitando assim não aumentar seus custos proporcionalmente à elevação de custos de energia elétrica ocorridos em 2002 e 2003.

A reciclagem de veículos brasileiros sem tratamento prévio, ou seja, o encaminhamento direto de veículos as *shredders* sem a retirada de fluidos, substâncias perigosas, itens que possam ser reaproveitados ou reciclados também foi apontada como viável para a maioria dos entrevistados, embora, nos resultados compilados houve uma tendência para a validade média em se reciclar veículos dessa maneira. Tal tendência é evidenciada pelo empobrecimento e perda de qualidade da matéria-prima obtida, desperdício em se reaproveitar os materiais provenientes de peças e componentes automotivos aonde já existem capacitação tecnológica para reciclagem e quanto à quantidade de resíduo gerada que é maior do que se o veículo fosse submetido à pré-tratamento.

Por outro lado, especialistas que avaliaram que processos de reciclagem sem pré-tratamento podem ser válidos, se deve ao fato de minimização de descarte de veículos inservíveis a céu aberto e pelo fato de que o desenvolvimento da cadeia de novos produtos reciclados a partir de componentes não metálicos presentes nos veículos ainda é inexistente no Brasil. Por outro lado, especialistas concordam que o impacto ambiental esperado com a reciclagem de veículos sem pré-tratamento é bem maior do que com pré-tratamento. Acredita-se também que o estabelecimento de processos para impedir que as substâncias nocivas presentes nos veículos, que venham a impactar o meio ambiente, possam aumentar a validade em se reciclar veículos sem pré-tratamento.

As respostas para cada pergunta específica estão mostradas nas Figuras 4.9 a 4.38.



Figura 4.9 Nível de conhecimento em reciclagem de veículos dos especialistas consultados.

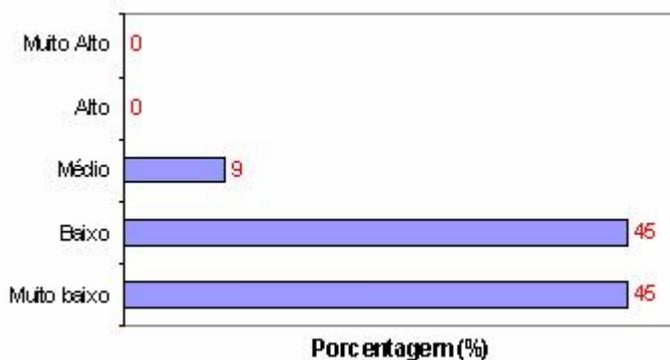


Figura 4.10 Nível atual da procura do consumidor brasileiro por veículos com apelo ecológico ambientalmente correto.

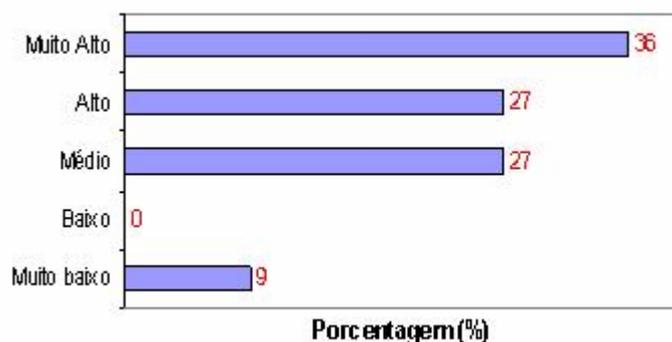


Figura 4.11 Grau de importância dos programas de renovação de frota para o desenvolvimento da reciclagem de veículos no Brasil.

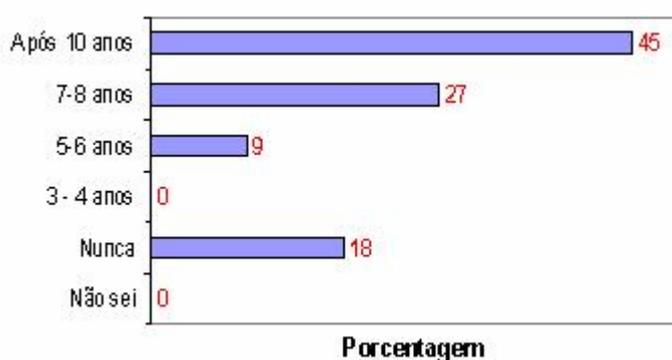


Figura 4.12 Período para a reciclagem de veículos ocorrer no Brasil sem programas especiais de renovação da frota.

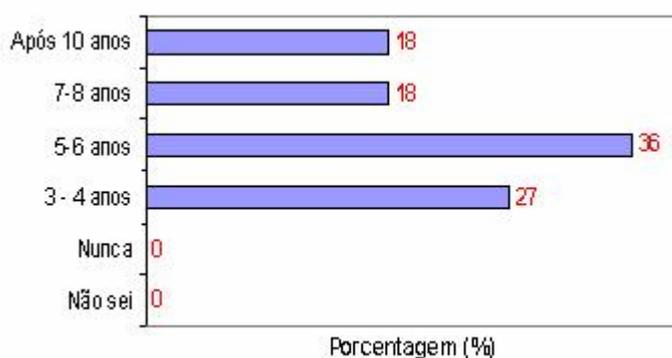


Figura 4.13 Período para a reciclagem de veículos ocorrer no Brasil com programas especiais de renovação da frota.

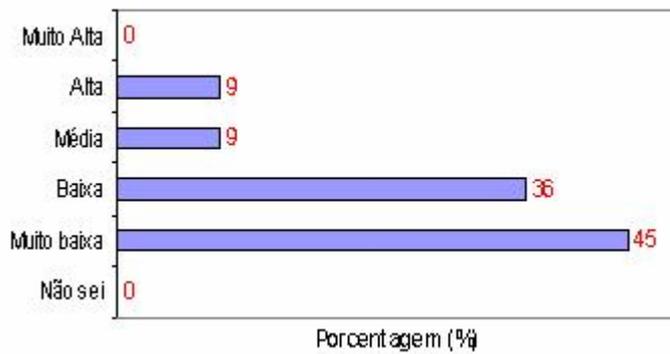


Figura 4.14 Grau de importância da demanda por produtos com apelo ecológico sobre a atratividade econômica atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos.



Figura 4.15 Grau de importância da regulamentação e legislação governamental favorável sobre a atratividade econômica atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos.

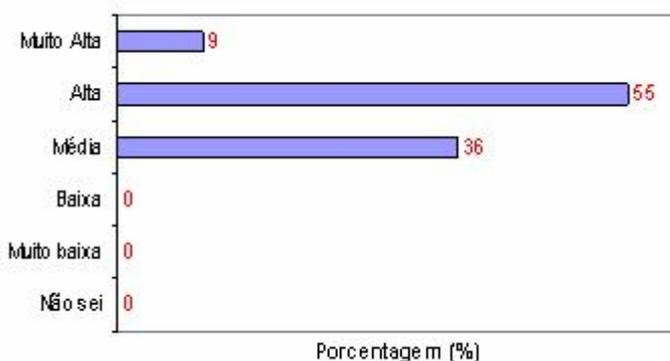


Figura 4.16 Grau de importância da disponibilidade de tecnologias sobre a atratividade econômica atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos.

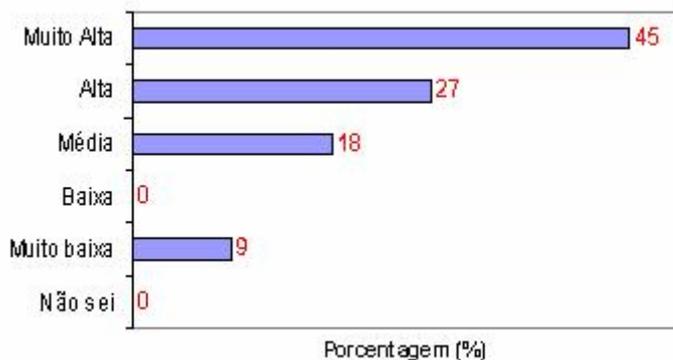


Figura 4.17 Grau de importância da disponibilidade de financiamentos sobre a atratividade econômica atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos.

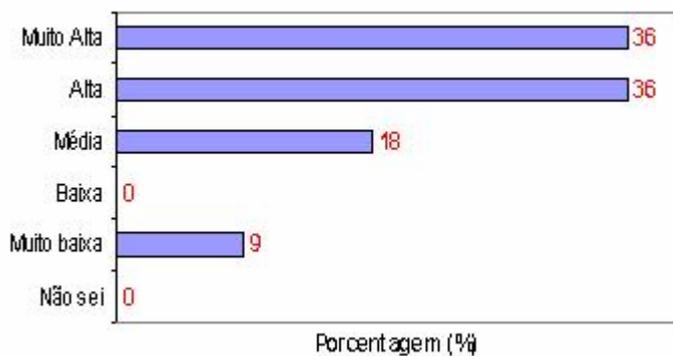


Figura 4.18 Grau de importância de incentivos fiscais sobre a atratividade econômica atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos.

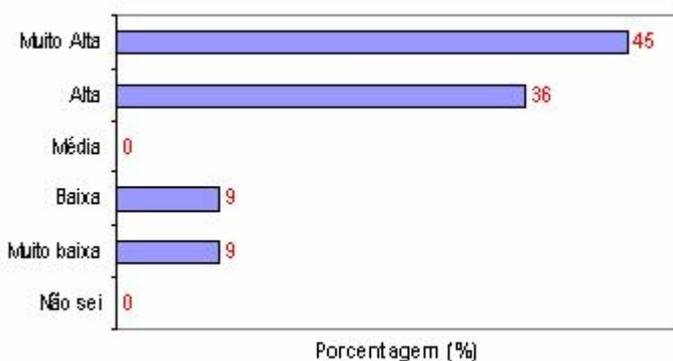


Figura 4.19 Grau de importância de investimentos para funcionamento legalizado de Centros de Desmontagem sobre a atratividade econômica atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos.

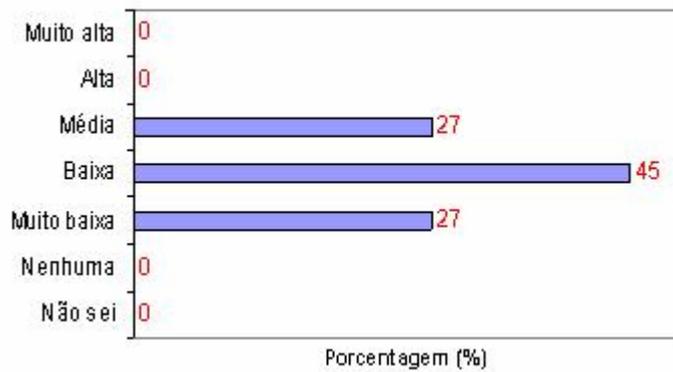


Figura 4.20 Atratividade atual para a reciclagem de veículos.

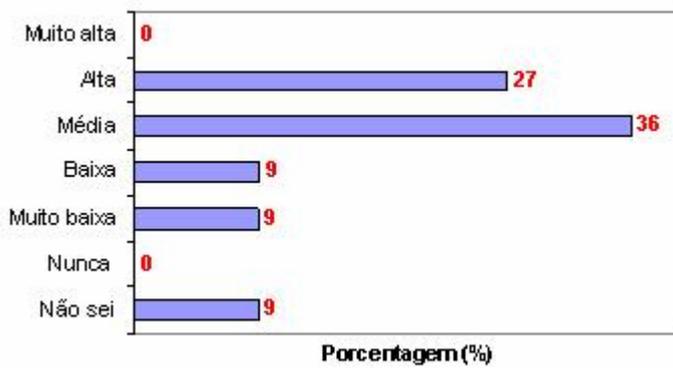
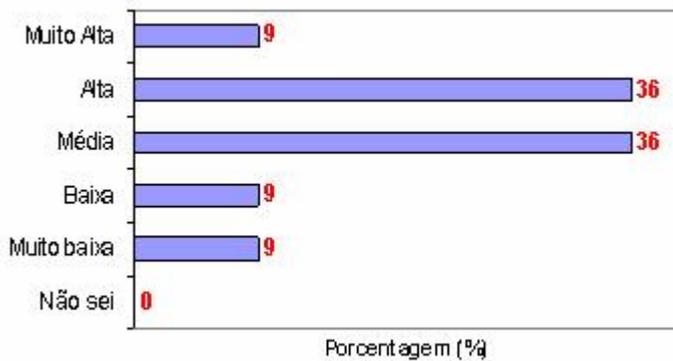
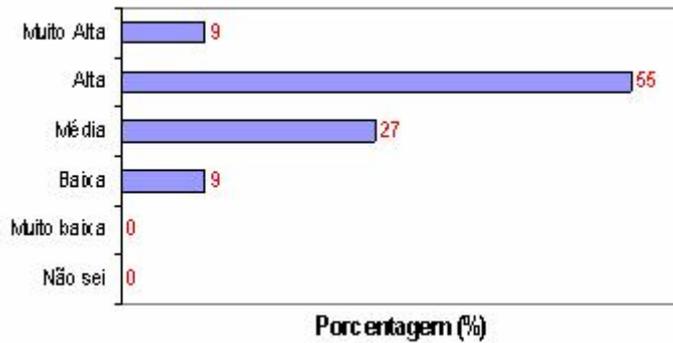


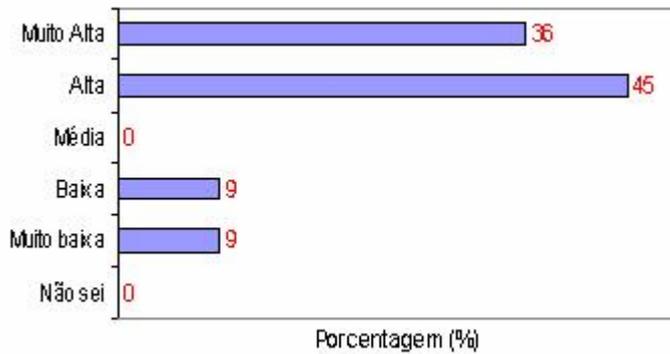
Figura 4.21 Atratividade futura para a reciclagem de veículos.



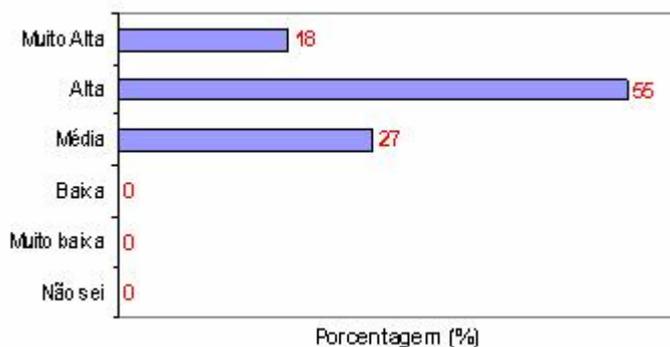
4.22 Grau de importância de aquisição de tecnologias do exterior na competência brasileira atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos.



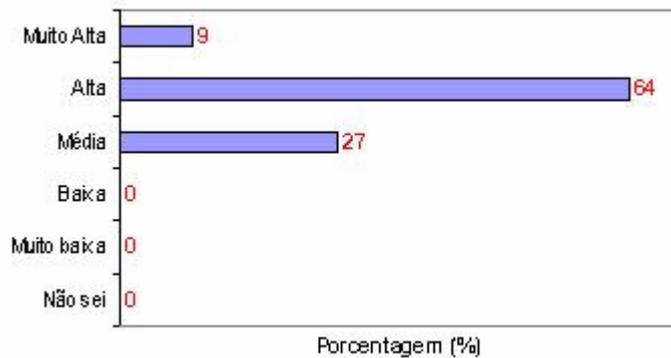
4.23 Grau de importância de desenvolvimento de tecnologias brasileiras na competência brasileira atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos.



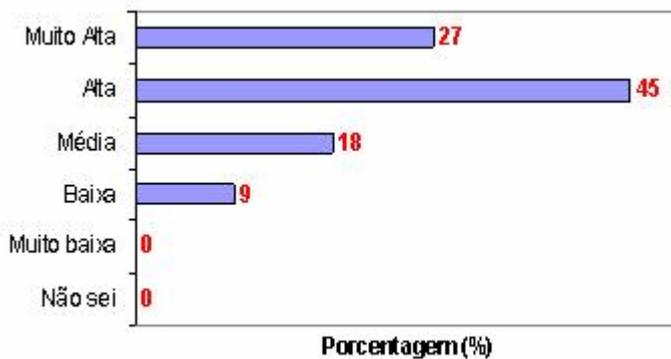
4.24 Grau de importância da capacidade de investimento na competência brasileira atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos.



4.25 Grau de importância da capacitação de gestores na competência brasileira atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos.



4.26 Grau de importância da capacitação de recursos humanos na competência brasileira atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos.



4.27 Grau de importância das campanhas de marketing na competência brasileira atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos.



Figura 4.28 Competência (capacidade de realizar) atual do Brasil para a reciclagem de veículos.

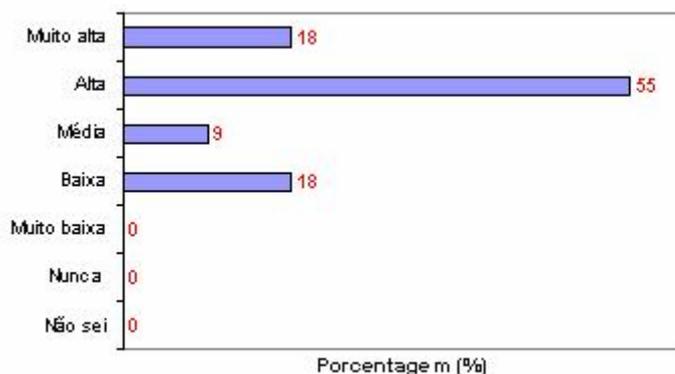


Figura 4.29 Competência (capacidade de realizar) futura (dentro de 5 anos) do Brasil para a reciclagem de veículos.

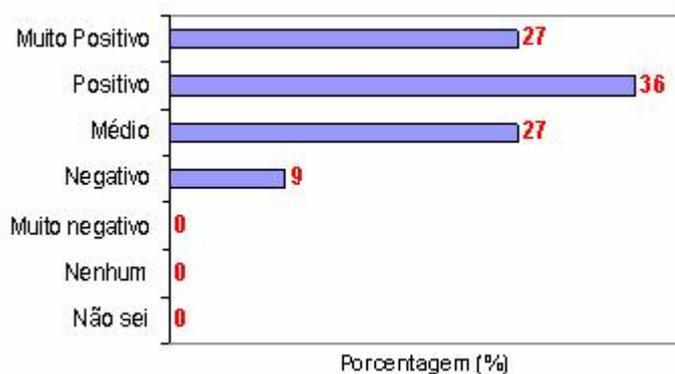


Figura 4.30 Impacto de programas de reciclagem de veículos no aumento de vendas de veículos com a implementação de programas especiais de renovação de frota.

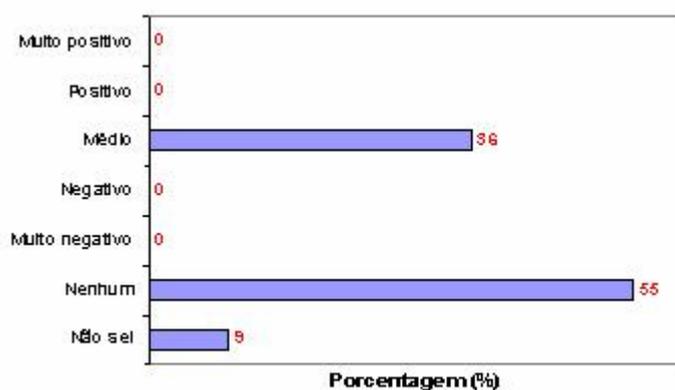


Figura 4.31 Impacto de programas de reciclagem de veículos no aumento de vendas de veículos sem a implementação de programas especiais de renovação de frota.

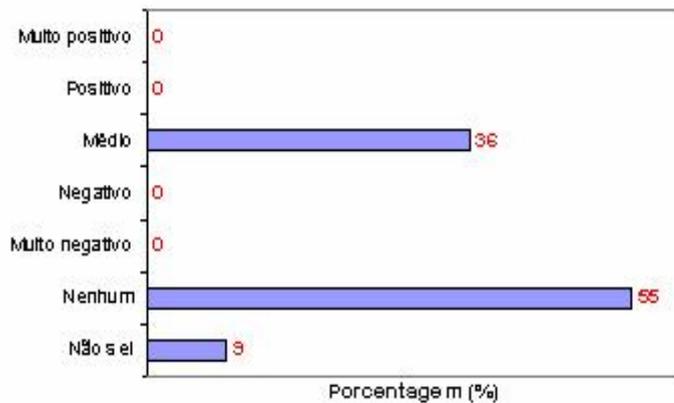


Figura 4.32 Impacto de programas de reciclagem de veículos no aumento do número de empregos com a implementação de programas especiais de renovação de frota.

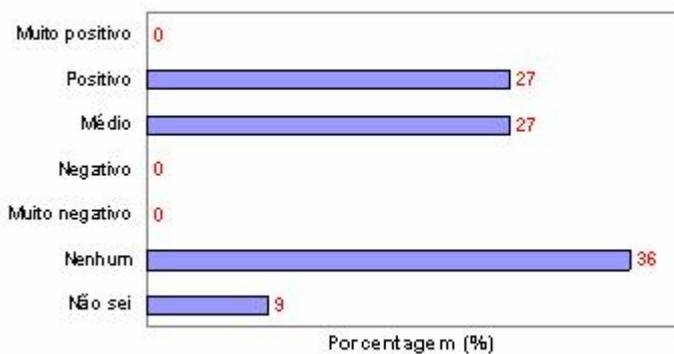


Figura 4.33 Impacto de programas de reciclagem de veículos no aumento do número de empregos sem a implementação de programas especiais de renovação de frota.

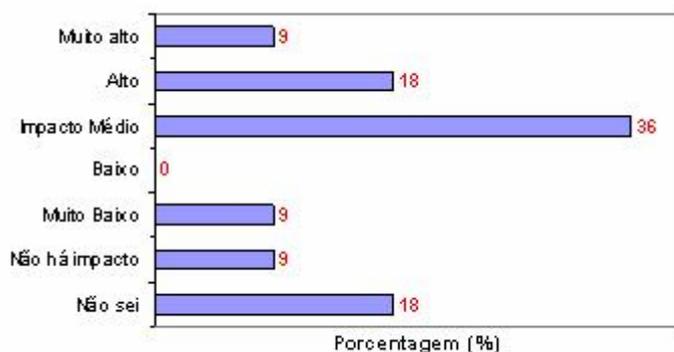


Figura 4.34 Impacto da reciclagem do metal dos veículos sobre o aumento da oferta de sucata metálica no mercado – influência no custo de novos veículos.

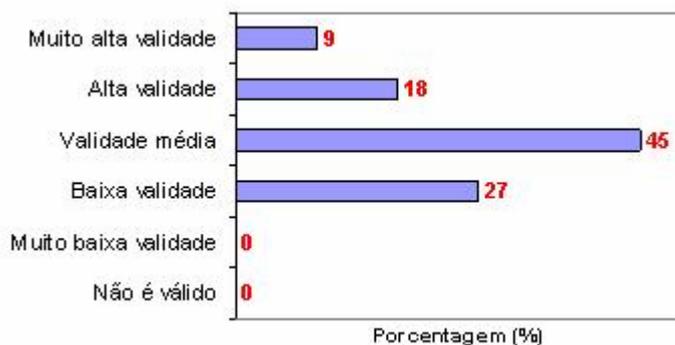


Figura 4.35 Validade de se iniciar a reciclagem exclusiva da parte metálica do veículo sem o pré-tratamento por despoluição e desmontagem.

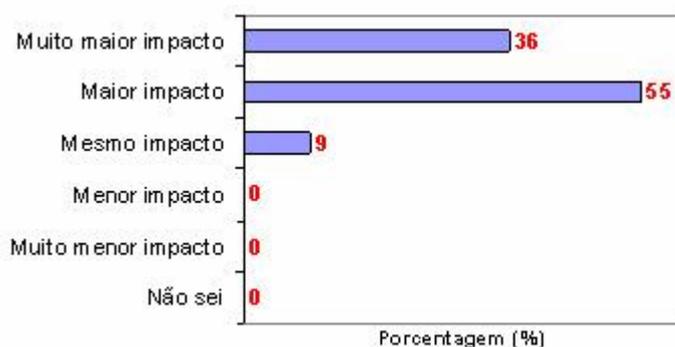


Figura 4.36 Impacto ambiental relativo esperado com a reciclagem exclusiva da parte metálica do veículo sem o pré-tratamento por despoluição e desmontagem.



Figura 4.37 Capacidade dos aterros brasileiros absorverem o resíduo formado pela reciclagem de veículos sem pré-tratamento por despoluição e desmontagem.

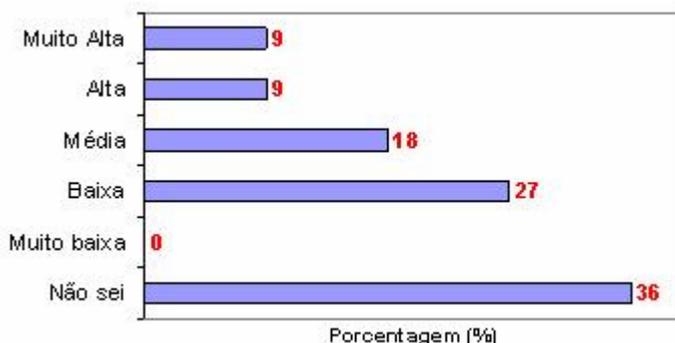


Figura 4.38 Capacidade dos aterros brasileiros absorverem o resíduo formado pela reciclagem de veículos com pré-tratamento por despoluição e desmontagem.

Em suma, embora várias oportunidades tenham sido apontadas com a implementação de processos de reciclagem de veículos, a falta de meios que a torne economicamente viável acaba por retardar a implementação de tais processos. Por outro lado, questões tecnológicas relacionadas a processos de reciclagem de veículos e seus resíduos devem ser monitoradas como forma de melhor aproveitamento das oportunidades apontadas.

#### **4.3 Evolução da frota veicular brasileira como estimativa do potencial para reciclagem.**

Como forma de analisar oportunidades e ameaças que a indústria brasileira deve estar atenta, estimar a quantidade de veículos que estarão circulando nos próximos anos proporciona uma análise macro da quantidade de resíduos que estarão sendo descartados, ou a quantidade de materiais que poderiam estar sendo reaproveitados e quais os tipos de materiais que precisam de desenvolvimento tecnológico futuro para sua reciclagem.

Em 2000, conforme anteriormente apresentado no item 2.2.3 deste estudo, a frota nacional equivalia a 2,8% da frota mundial. Se considerarmos que a frota mundial é estimada ser de 1 bilhão de veículos em 2015 e se considerarmos também que esse patamar de 2,8% permaneça inalterado,

poderíamos considerar que a frota nacional para 2015 estaria por volta de 28.000.000 de veículos. Esta estimativa, no entanto, pode não ser a mais provável devido à relação de habitantes por veículo no Brasil ainda ser alta e possui a tendência de diminuição ao longo dos anos, conforme anteriormente apresentado (item 2.2.3). Também, somente no último ano (outubro 2002 a outubro de 2003), foram vendidos pouco mais de 1.000.000 de unidades de somente automóveis e comerciais leves e, nos últimos 10 anos, a média de venda de veículos tanto nacionais quanto importados para o mercado nacional foi de 1.580.197 veículos ao ano. Se estimarmos que essa média permanecerá constante, para até o ano de 2015 poderemos ter, em adição a frota de veículos, até 22.500.000 novos veículos no período de 2000 a 2015. No ano de 2000 e também no ano seguinte (2001), a frota de São Paulo equivalia a 37% da frota nacional, portanto, se 22.500.000 veículos forem colocados no mercado até 2015, pelo menos 8.325.000 veículos deverão adicionar a frota de veículos do estado de São Paulo nesse mesmo período.

Com relação à quantidade de material que possui potencial para ser reciclado nos dias de hoje e considerando a situação atual referente aos dados da frota circulante de 2000 apresentados no item 2.2.3, podemos afirmar que, pouco mais de 4.600.000 veículos possuem mais do que 15 anos de idade e 7.340.000 veículos possuem mais do que onze anos. Neste caso, pelo menos 4.600.000 veículos que estão em circulação, além dos apreendidos pelo DETRAN e outros, possuem potencial para serem reciclados nos dias de hoje. Considerando que há 15 anos a distribuição em massa da quantidade de veículos era de 75% de material ferroso, 7% de material não ferroso e 5% de material plástico (dados apresentados no capítulo 2, item 2.1.3) e estimando que pesavam aproximadamente 1,3 tonelada cada, teríamos, conforme mostrado na Tabela 4.3, as seguintes proporções de material a ser reaproveitado se tivéssemos sistemas de reciclagem implementados no Brasil.

Como forma de prospectar a quantidade com potencial para ser reciclado nos anos futuros, cabe uma análise mais detalhada das unidades de veículos mais vendidas no último período, de outubro de 2002 a outubro de

2003. A distribuição por tipo de material nas condições presentes (ano de 2000), baseou-se em uma média estimada de 1,3 toneladas de peso por cada unidade. Para as unidades de veículos mais vendidas (2002/2003), foi avaliado o peso por unidade e tipo de veículo.

Tabela 4.3 Distribuição por tipo de material se reciclássemos 4.600.000 veículos no ano de 2000.

Unidades > 15 anos (2000)	Peso médio total (1,3 ton/unidade) (1985 a 2000)	75% de material ferroso (massa)	7% de material não ferroso (massa)	5% de material plástico (massa)
4.600.000 un.	5.980.000 ton	4.485.000 ton	418.600 ton	299.000 ton

As Tabelas 4.4 e 4.5 que se referem aos modelos mais vendidos nesse período, mostra para cada unidade vendida, uma extrapolação da quantidade em toneladas que será gerada quando de seu descarte.

A quantidade a ser descartada no futuro perfaz mais de 900.000 toneladas provenientes dos automóveis e mais de 190.000 toneladas referentes a comerciais leves, totalizando aproximadamente 1.100.000 toneladas a serem descartadas. É importante salientar que o peso do veículo apontado como “outros” é a média dos pesos dos veículos mais vendidos.

Se utilizarmos, como composição dos materiais nos veículos, os valores referência de 67% de material ferroso, 13% de material não ferroso, 9% de plásticos e 11% de outros materiais (dados apresentados no capítulo 2, item 2.1.3), obteremos a seguinte situação, conforme representado na Tabela 4.6.

Uma projeção dessa magnitude é de grande importância para avaliação de tecnologias de reciclagem a serem desenvolvidas uma vez que a proporção de diferentes tipos de materiais varia ao longo dos anos, porém, vale ressaltar que a distribuição real de quantidade de material com potencial de ser reciclada refere-se “**somente**” à quantidade de veículos vendidas no período de outubro de 2002 a outubro de 2003, por isso, a atualização e monitoramento das vendas de veículos e seus respectivos pesos devem ser realizados.

Tabela 4.4 Unidades de automóveis mais vendidas no período de outubro de 2002 a outubro de 2003 e quantidade em tonelada gerada quando do descarte em final de vida do veículo.

Modelos (TIPO)	Acumulado 12 meses (10/2002 a 10/2003). UNIDADES	Participação de mercado (%)	Peso Médio modelo (KILOS)	Toneladas geradas por tipo de modelo (TON)
Gol	147.394	15,90	937,50	138.181,88
Corsa	93.546	10,09	983,75	92.025,88
Palio	91.509	9,87	895,00	81.900,56
Celta	88.954	9,60	852,00	75.788,81
Uno	72.159	7,79	815,00	58.809,59
Fiesta	55.622	6,00	1000,00	55.622,00
Clio	33.769	3,64	870,00	29.379,03
Corolla	29.231	3,15	1600,00	46.769,60
Astra	28.648	3,09	943,00	27.015,06
Siena	27.697	2,99	1015,00	28.112,46
Peugeot 206	27.339	2,95	943,00	25.780,68
Polo	26.926	2,91	1098,50	29.578,21
Ka	19.470	2,10	910,00	17.717,70
Palio Weekend	18.248	1,97	1072,00	19.561,86
Meriva	16.970	1,83	1255,00	21.297,35
Outros	127.807	16,12	1227,00	156.819,19
<b>Total</b>	<b>905.289</b>			<b>904.359,83</b>

Tabela 4.5 Unidades de comerciais leves mais vendidas no período de outubro de 2002 a outubro de 2003 e quantidade em tonelada gerada quando do descarte em final de vida do veículo.

Modelos (TIPO)	Acumulado 12 meses (10/2002 a 10/2003). UNIDADES	Participação de mercado (%)	Peso Médio modelo (KILOS)	Toneladas geradas por tipo de modelo (TON)
Strada	21.612,00	15,51	1060	22.908,72
Ecosport	19.578,00	14,05	1200	23.493,60
Saveiro	13.866,00	9,95	994,17	13.785,16
S10	10.928,00	7,84	2739	29.931,79
Kombi	9.281,00	6,66	1200	11.137,20
Fiorino	5.916,00	4,25	1010	5.975,16
Doblô	5.322,00	3,82	1285	6.838,77
Courier	5.273,00	3,79	1795	9.465,04
Ford ranger	4.539,00	3,26	2245	10.190,06
Outros	42.997,00	34,13	1503,13	64.630,08
<b>Total</b>	<b>139.312,00</b>			<b>198.355,57</b>

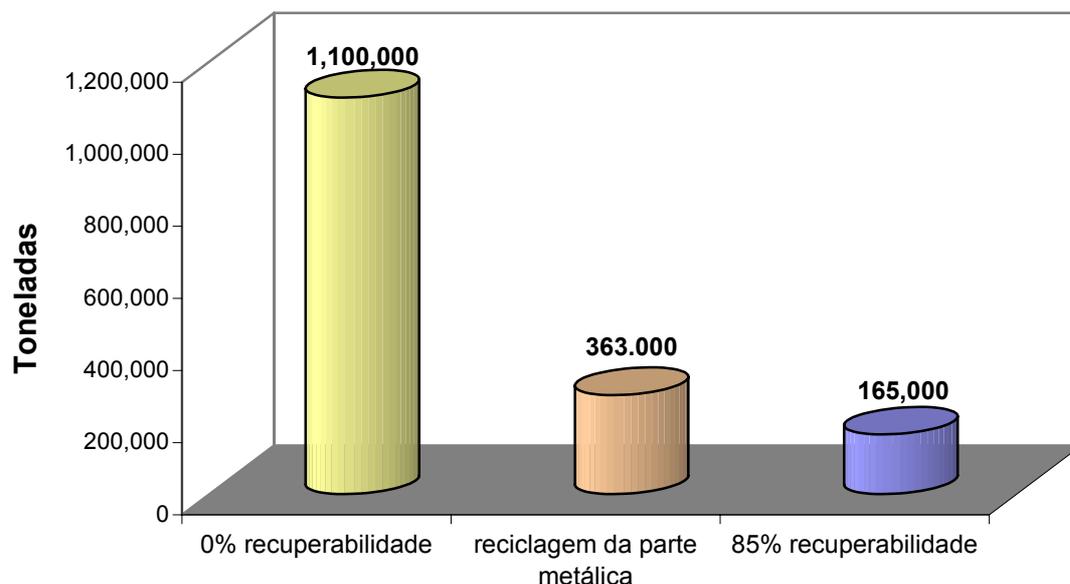
Tabela 4.6 Distribuição por tipo de material se reciclássemos as unidades mais vendidas no período de um ano (Outubro de 2002 a Outubro de 2003).

Unidades + vendas de outubro 2002- 2003	Quantidade em peso de material(*)	67% de material ferroso (massa)	13% de material não ferroso (massa)	9% de material plástico (massa)
1.044.601 un.	1.100.000 ton	737.000 ton.	143.000 ton.	99.000 ton.

(\*) Quantidade total referente somente aos veículos mais vendidos no período de um ano (10/2002 a 10/2003) que tem potencial para ser reciclado em seu estágio final de vida.

Os valores em massa distribuídos por tipo de material também propiciam uma prospecção da quantidade de resíduo gerado se programas de obrigatoriedade em se reciclar o veículo em final de vida fossem implementados no Brasil e supondo que os veículos estivessem projetados nos moldes da Diretiva Européia relacionados aos índices de reaproveitamento (reciclar, reutilizar ou recuperar) para 2005, teríamos uma quantidade de resíduo bem menor a ser descartada, conforme apresentado na Figura 4.39.

Com essa figura, podemos ressaltar que, se somente a parte metálica do veículo fosse reaproveitada, estaríamos deixando de descartar 737.000 toneladas de resíduos provenientes dos veículos vendidos no período de outubro de 2002 a outubro de 2003. Isso equivaleria a um reaproveitamento de aproximadamente 67% em peso do total do veículo, sem contar na economia de recursos naturais não renováveis. Essa situação (reciclagem de somente parte metálica e envio do resíduo da *shredder* a aterros ou lixões), no entanto, tornar-se-ia inviável ao longo do tempo, pois, o acúmulo da quantidade de resíduo da *shredder* formado poderá trazer um prejuízo ambiental de grandes proporções.



#### Ano de 2015

Figura 4.39 Representação gráfica da quantidade de resíduo a ser descartado se o veículo fosse reciclado nos moldes propostos pela Diretiva Europeia versus a quantidade de resíduo gerada se somente a parte metálica fosse reciclada versus a quantidade de resíduo gerada se não houvesse nenhuma forma de reaproveitamento desse resíduo referente aos veículos vendidos no período de outubro de 2002 a outubro de 2003.

Para uma melhor visualização dos resultados obtidos nesse item, a Figura 4.40 sumariza os dados principais relacionados à situação dos materiais em potencial para reciclagem atual e futura.

A estimativa da quantidade de veículos com potencial para ser reciclado para os anos futuros depende de vários fatores como veículos escrapedados em acidentes, desenvolvimento tecnológico dos veículos que visem à redução de peso, quantidade de unidades a serem produzidas e importadas nos próximos anos, bem como o próprio desenvolvimento de reciclagem de veículos no país.

Os veículos mais vendidos por tipo, bem como os valores em massa da quantidade de resíduo a ser descartado devem ser monitorados como forma de gerar informações atualizadas de prospecção da geração de resíduos futuros

provenientes de veículos inservíveis. Estimativas como essa devem fazer parte do monitoramento constante que avalia as ameaças e oportunidades em reciclar veículos.

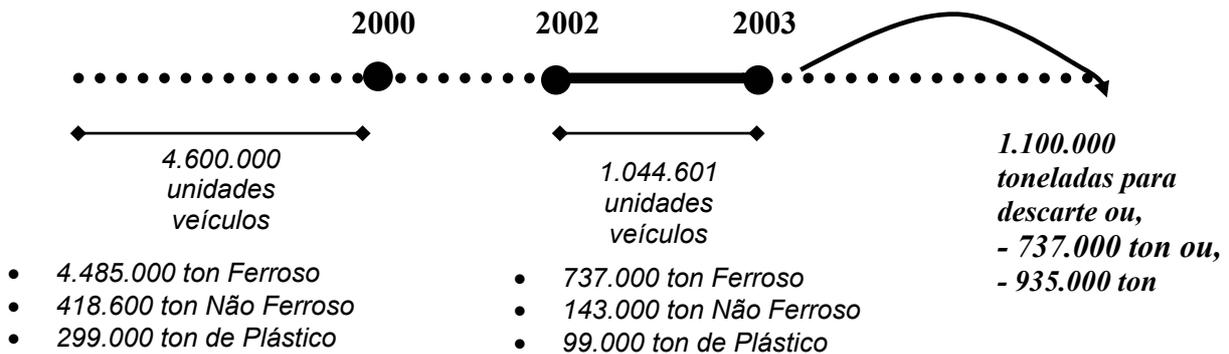


Figura 4.40 Distribuição da quantidade de veículos da frota nacional por tipo de material e seu descarte.

#### 4.4 Utilização de materiais em veículos e a Diretiva Européia.

É sabido que, conforme Diretiva Européia - DIRECTIVE 2000/53/EC publicada no "Official Journal of the European Communities" (Diário Oficial da Comunidade Européia) em outubro de 2000, os veículos colocados no mercado europeu a partir de 1<sup>o</sup> de julho de 2003 não devem conter "metais pesados" (Pb, Hg, Cd e Cr<sup>+6</sup>), exceto aplicações específicas mencionadas no Anexo II da Diretiva, bem como é conhecido e extremamente disseminado nas literaturas o efeito cumulativo e extremamente tóxico dessas substâncias à saúde humana.

Além disso, no Brasil como em outras partes do mundo, a utilização dessas substâncias em veículos, quando tecnicamente possível, não está mais sendo praticada, pois, a utilização dessas substâncias pode vir a gerar emissões durante o processo de reciclagem de veículos ou, na grande maioria dos casos, tais substâncias acompanham a sucata metálica e é no processo de fabricação do aço que ocorre a maior incidência de emissão dessas

substâncias. Essas, por sua vez, são capturadas em filtros de retenção, porém, o descarte da mesma torna-se um impacto ambiental sem grande solução, pois o mercado de reciclagem de metais pesados deverá diminuir devido à tendência de diminuição da procura por tais substâncias.

Por outro lado, 100% das alternativas de substituição dessas substâncias por outras ecologicamente corretas não são tecnicamente ou economicamente viáveis. Para tais situações, cabe o aprofundamento em estudos exploratórios específicos de substituição aonde a pesquisa e o desenvolvimento científico devem atuar intensamente a fim de propor soluções técnicas e econômicas mais favoráveis para cada item específico apresentado na Tabela 2.3. Os dados dessa tabela podem nortear pesquisas a fim de desenvolver tecnologias alternativas aplicáveis a substituição dessas substâncias.

Em suma, o uso dessas substâncias em veículos é definitivamente proibido, não há questionamentos quanto a essa proibição e a única fonte de exploração sobre o assunto está relacionado a desenvolvimentos específicos e que devem ser tratados em estudos futuros. O PVC, por outro lado, é um dos materiais empregados em veículos cuja análise de adequação sob a ótica dos impactos à saúde humana e meio ambiente é uma das mais complexas. A utilização do PVC em veículos, conforme Diretiva Européia que menciona que esse material, quando presente em veículos, deve ser melhor caracterizado com relação aos efeitos negativos à saúde humana e meio ambiente, deve ser melhor avaliada a fim de propor na mesma Diretiva, porém em revisões posteriores, a proibição definitiva ou não do PVC em veículos. Porém, por pressões de órgãos ambientalistas, muitas montadoras já eliminaram o uso interno do PVC em veículos. Caso a utilização do PVC internamente ao veículo seja comprovada que não é prejudicial à saúde, as montadoras podem estar tendo custo maior na produção de seus veículos, pois, o PVC, além de apresentar características técnicas favoráveis, apresenta baixo custo quando comparado com outros materiais plásticos.

Durante o ciclo de vida do PVC, os estágios de produção e uso em veículos foram avaliados neste estudo com base nos Relatórios de Análise de Risco elaborado por países membros da comunidade europeia.

Do estágio inicial do ciclo de vida do PVC pode-se avaliar que, como todos os processos produtivos, deve-se haver um controle efetivo sobre as emissões provenientes dos estágios de produção e transformação. Quanto ao uso de aditivos na formulação de produtos de PVC, os principais e avaliados neste estudo se referem aos estabilizantes e plastificantes. Dos plastificantes pesquisados, o problema ao qual foi exaustivamente mencionado neste estudo, se refere à migração do mesmo ao meio ambiente. Do total de emissões de plastificantes provenientes de produtos de PVC em geral, extraídos da Tabela 2.10, podemos avaliar que, dos 3 estágios de ciclo de vida avaliados (produção, uso e disposição final), a disposição final aparece como principal destino das emissões dos plastificantes. Especificamente para veículos, as emissões se referem às quantidades liberadas ao meio ambiente proveniente do revestimento externo do assoalho (*underseal*) e, da mesma maneira, a disposição final é o estágio aonde se concentra grande volume de emissões. De maneira sintética, a Tabela 4.7 descreve, comparativamente, a quantidade de emissões de plastificantes de PVC em seus 3 estágios de seu ciclo de vida.

Tabela 4.7 Emissões de DEHP, DIDP e DINP durante seus ciclos de vida quando presentes em produtos de PVC.

	<b>DEHP Veículo (ton/ano)</b>	<b>DIDP Veículo (ton/ano)</b>	<b>DINP Veículo (ton/ano)</b>	<b>DEHP (ton/ano)</b>	<b>DIDP (ton/ano)</b>	<b>DINP (ton/ano)</b>
Industrial	-	-	-	1.135	451,1	169,7
Uso	69,42	219,0	218,5	2.833	1.083,1	674
Disposição final	819,2	42,7	24,5	9.750	5.893,2	3.144,2
<b>Total</b>	<b>888,62</b>	<b>261,7</b>	<b>243,0</b>	<b>13.718</b>	<b>7427,4</b>	<b>3.987,9</b>

Os valores utilizados para a estimativa de emissões foram baseados no volume de produção de cada item, portanto, é óbvio que a maior quantidade de emissões ocorra com o DEHP por ser ele o mais produzido, no entanto, esse dado passa a ser bastante relevante quando da sua caracterização de risco tanto ao meio ambiente quanto à saúde humana.

A figura para comparação de qual será o maior contribuinte para as emissões ao meio ambiente é melhor representada na Tabela 4.8, aonde, os números encontrados (porcentagem) se referem à quantidade de produto emitido, calculado a partir da quantidade produzida. A quantidade de cada plastificante produzido, tanto para o total destinado a veículos quanto para a quantidade total produzida, está detalhada no item 2.1.4.2 deste estudo.

Os valores de contaminação ao meio ambiente são relativamente próximos para os três plastificantes quando somente os valores de emissões “totais” são comparados, porém, há uma inversão de resultados quando comparado com as Tabelas 4.7 e 4.8, aonde o DINP que era o menor responsável pela quantidade de emissões, aparece como um dos plastificantes que mais contamina o meio ambiente mesmo sendo o menos produzido.

Tabela 4.8 Emissões de DEHP, DIDP e DINP durante seus ciclos de vida quando presentes em produtos de PVC (em porcentagem).

	<b>DEHP</b> <b>Veículo</b> <b>(%)</b>	<b>DIDP</b> <b>Veículo</b> <b>(%)</b>	<b>DINP</b> <b>Veículo</b> <b>(%)</b>	<b>DEHP</b> <b>Total</b> <b>(%)</b>	<b>DIDP</b> <b>Total</b> <b>(%)</b>	<b>DINP</b> <b>Total</b> <b>(%)</b>
<b>Produção do Plastificante por aplicação (ton/ano)</b>	<b>7.000</b>	<b>14.516</b>	<b>7.714</b>	<b>476.000</b>	<b>200.000</b>	<b>107.200</b>
Emissões durante o estágio Industrial	-	-	-	0,24	0,22	0,16
Emissões durante o estágio de Uso	0,99	1,51	2,83	0,59	0,53	0,62
Emissões durante o estágio de Disposição final	11,7	0,29	0,32	2,04	2,25	2,92
<b>Total</b>	<b>12,7</b>	<b>1,80</b>	<b>3,15</b>	<b>2,9</b>	<b>3,7</b>	<b>3,7</b>

A Figura 4.41 representa graficamente as emissões dos plastificantes mostrados na Tabela 4.8.

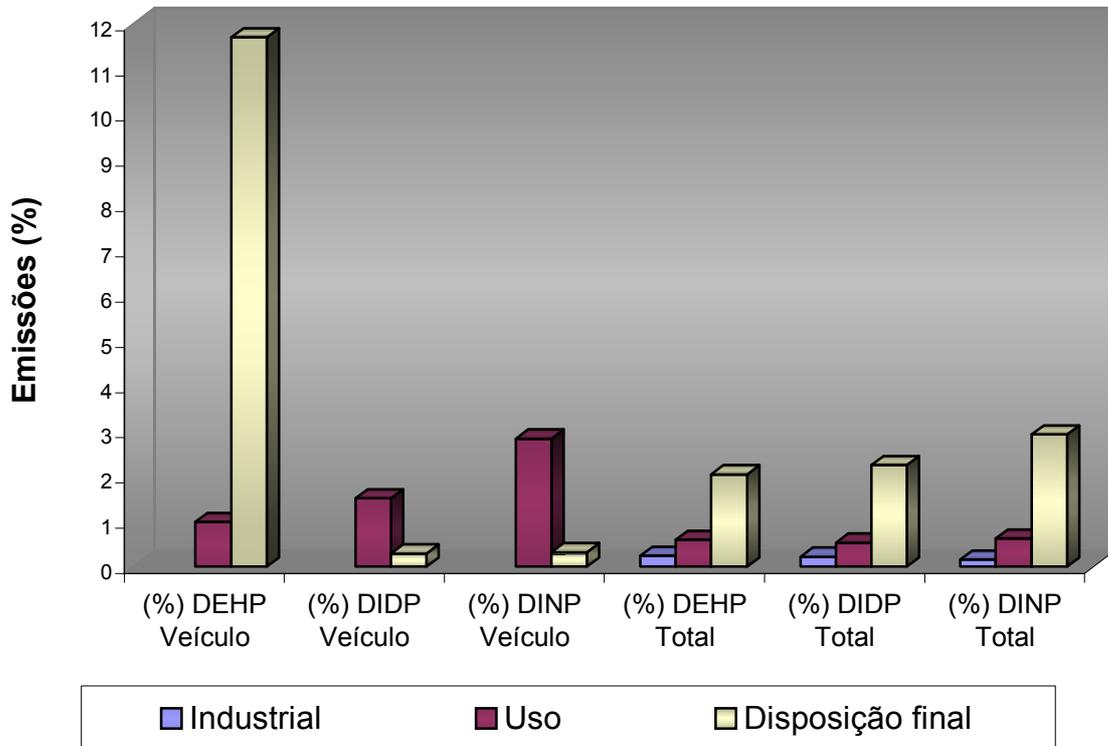


Figura 4.41 Comparação da quantidade emitida de plastificante em função da quantidade produzida para aplicação em veículos e para aplicações em geral.

Comparando os valores encontrados somente para veículos, podemos extrair que o DEHP aparece como a substância que contribui substancialmente para as emissões durante a disposição final de veículos e o DINP contribui significativamente para as emissões durante o uso “externo” nos veículos.

A Figura 4.41, no entanto, não apresenta todos os dados necessários para comparação dos três plastificantes. A quantidade de emissões de resíduos remanescentes no meio ambiente (emissões de difícil mensuração) computada na disposição final, não foi quantificada para DIDP e DINP, porém, são fontes significativas do total de emissões para este compartimento (meio ambiente/disposição final). Esse fato pode explicar a diferença da quantidade de emissões na disposição final do DEHP para os demais.

Fazendo uma analogia da quantidade de plastificante emitida durante todo o ciclo de vida do produto em PVC versus a parcela de contribuição das emissões provenientes de veículo, temos que, conforme representado na Figura 4.42, a contribuição de emissões provenientes do veículo são bastante pequenas quando comparadas com o total de emissões.

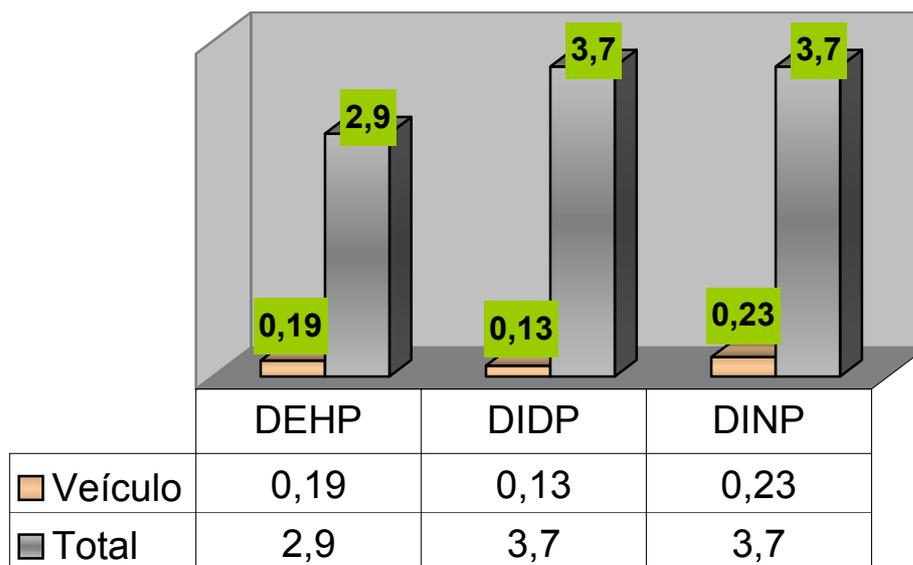


Figura 4.42 Contribuição das emissões de plastificantes provenientes dos veículos comparativamente com as emissões totais.

O DINP que foi apontado como o maior contribuinte do total de emissões durante o uso em veículos, além do DIDP, contaminam, em maiores proporções, conforme Tabela 2.11, o solo e a água. As emissões dos produtos externos de PVC em veículos à água ocorrem, principalmente, quando os mesmos são submetidos à lavagem. Se utilizarmos os valores de emissões de 16 mg liberados/veículo/lavagem para o DEHP e 38 mg/por veículo/lavagem para o DIDP e DINP obtidos por Vikelsoe et. al em 1998 e se extrapolarmos esses valores para a frota brasileira, considerando também que cada veículo seja lavado duas vezes ao mês e que todos os veículos possuam o mesmo plastificante avaliado, teríamos uma emissão à água de 5,8 toneladas de DEHP ao ano. Fazendo a mesma analogia ao DIDP e DINP, 17,5 toneladas

respectivamente seriam emitidas durante o ano conforme mostrado na Tabela 4.9.

Tabela 4.9 Emissões de plastificantes à água durante o uso de produtos de PVC presentes externamente aos veículos, especificamente para a aplicação de revestimento externo do assoalho (underseal).

<b>Emissões de Plastificantes à água (mg/veículo/lavagem) – 1998</b>		
	<b>Europa</b>	<b>Brasil</b>
<b>DEHP</b>	16	5,8
<b>DIDP</b>	38	17,5
<b>DINP</b>	38	17,5

Na avaliação do aspecto “exposição dos plastificantes ao homem”, ou seja, na avaliação da quantidade que essas substâncias chegam ao homem e avaliando-se o contato de humanos a plastificantes quando internamente ao veículo, os relatórios de análise de risco não apontaram nenhum efeito à saúde humana com relação à exposição a essas substâncias. Na quantificação da concentração de plastificantes presentes internamente ao veículo, podemos obter a representação gráfica conforme demonstrado na Figura 4.43.

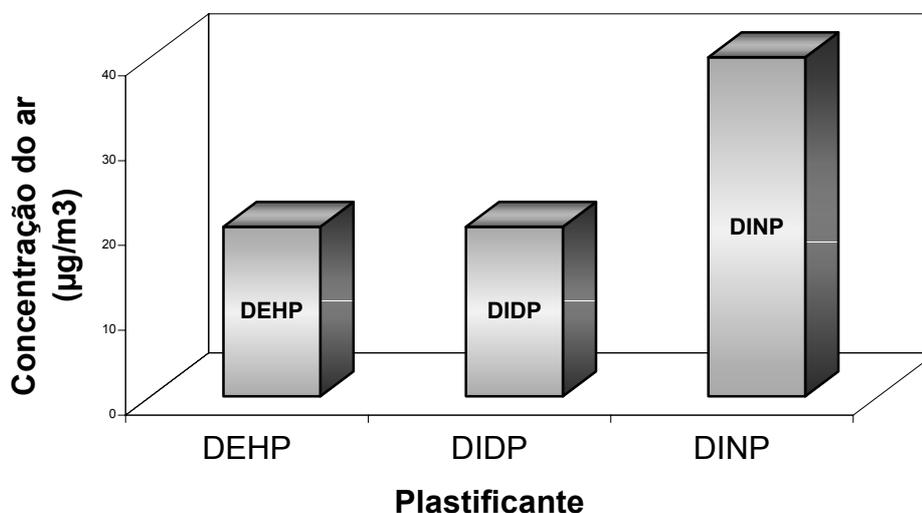


Figura 4.43 Concentração de plastificantes no ar no interior de um veículo.

O DINP aparece destacado dos demais sendo o plastificante que mais contribui para a quantidade de plastificante internamente ao veículo. Porém, a avaliação de análise de risco para os três plastificantes quando humanos estão expostos a essas substâncias internamente ao veículo, apontou a não preocupação com relação à saúde humana para nenhuma das três substâncias analisadas.

Não apenas a avaliação dos impactos do PVC à saúde humana, mas também o monitoramento de tecnologias de reciclagem desse material tem papel fundamental para a tomada de decisão quando da escolha do tipo de material que irá compor o veículo internamente.

#### **4.5 Mapeamento de tecnologias de reciclagem de PVC registradas em Patentes**

O potencial de reciclabilidade do PVC que além de contribuir de maneira significativa para a reciclabilidade do veículo como um todo, contribui para avaliar o último estágio do ciclo de vida deste produto como forma de auxiliar a tomada de decisão na utilização ou não desse produto em veículos. O potencial de reciclabilidade será avaliado conforme os desenvolvimentos tecnológicos registrados na forma de patentes em todo o mundo.

O levantamento na base de patentes Micropatent para recuperação de informações permitiu identificar 734 patentes para reciclar o PVC.

A análise de patentes também permitiu identificar as principais áreas do conhecimento e analisar tendências e inovações sobre reciclagem do PVC através das concessões de patentes dos Escritórios de Propriedade Industrial de diferentes países do mundo ao longo dos anos. A base de dados Micropatent também permitiu identificar patentes americanas (US), japonesas (JP), mundiais (WO), européias (EP), alemãs (DE) e do Reino Unido (GB) para a reciclagem do PVC. O país que têm o maior número de patentes é a Alemanha. A Figura 4.9 mostra o número de patentes concedidas por país. O escritório que concede a patente é identificado pelo código do país no número da patente, segundo a classificação da World Intellectual Property Office – WIPO.

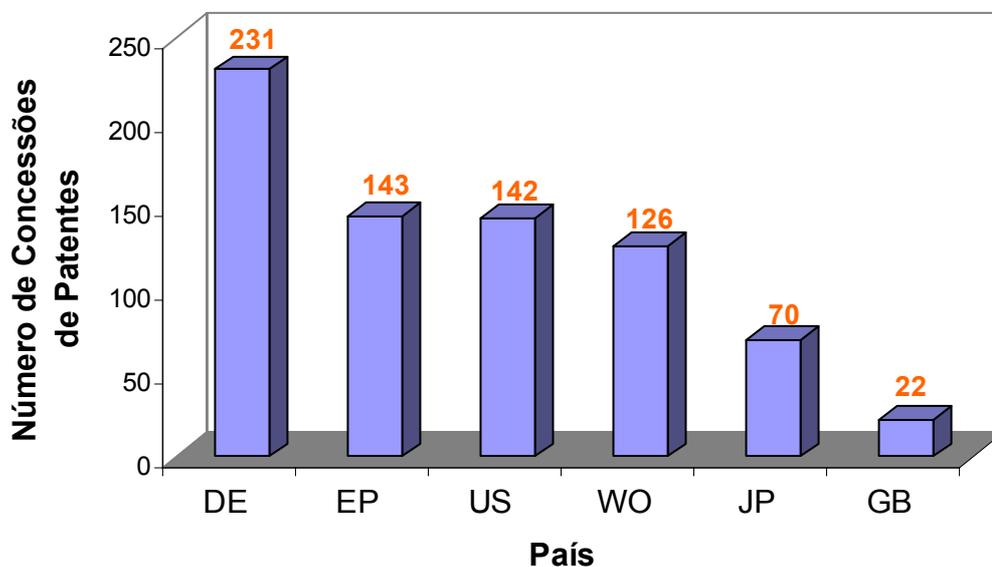


Figura 4.44 Concessão de patentes por país sobre reciclagem do PVC.

A análise da concessão de patentes ao longo dos anos mostrou um número significativo de patentes concedidas na década de noventa, com recuo a partir de 1998 representando um crescimento, maturação e posterior declínio no ciclo de vida dessa tecnologia, conforme demonstrado na Figura 4.45.

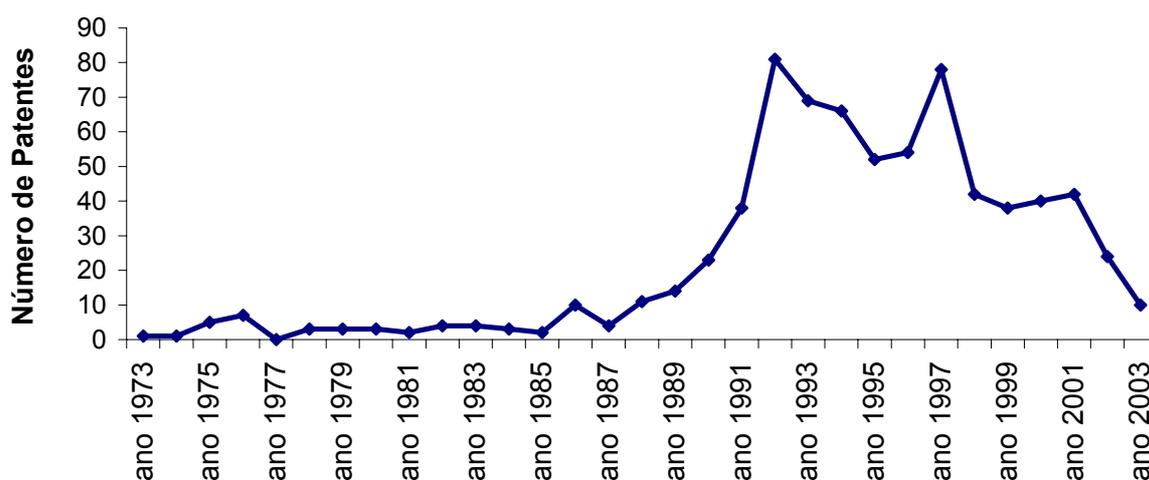


Figura 4.45 Evolução da concessão de patentes sobre reciclagem de PVC ao longo dos anos.

O número de concessões de patentes por país ao longo dos anos está indicado na Figura 4.46. Uma grande concentração de patentes sobre reciclagem de PVC foi identificada na década de 90 com uma predominância das patentes concedidas na Alemanha, seguidas pelas européias e americanas, principalmente entre os anos de 1991 a 1997.

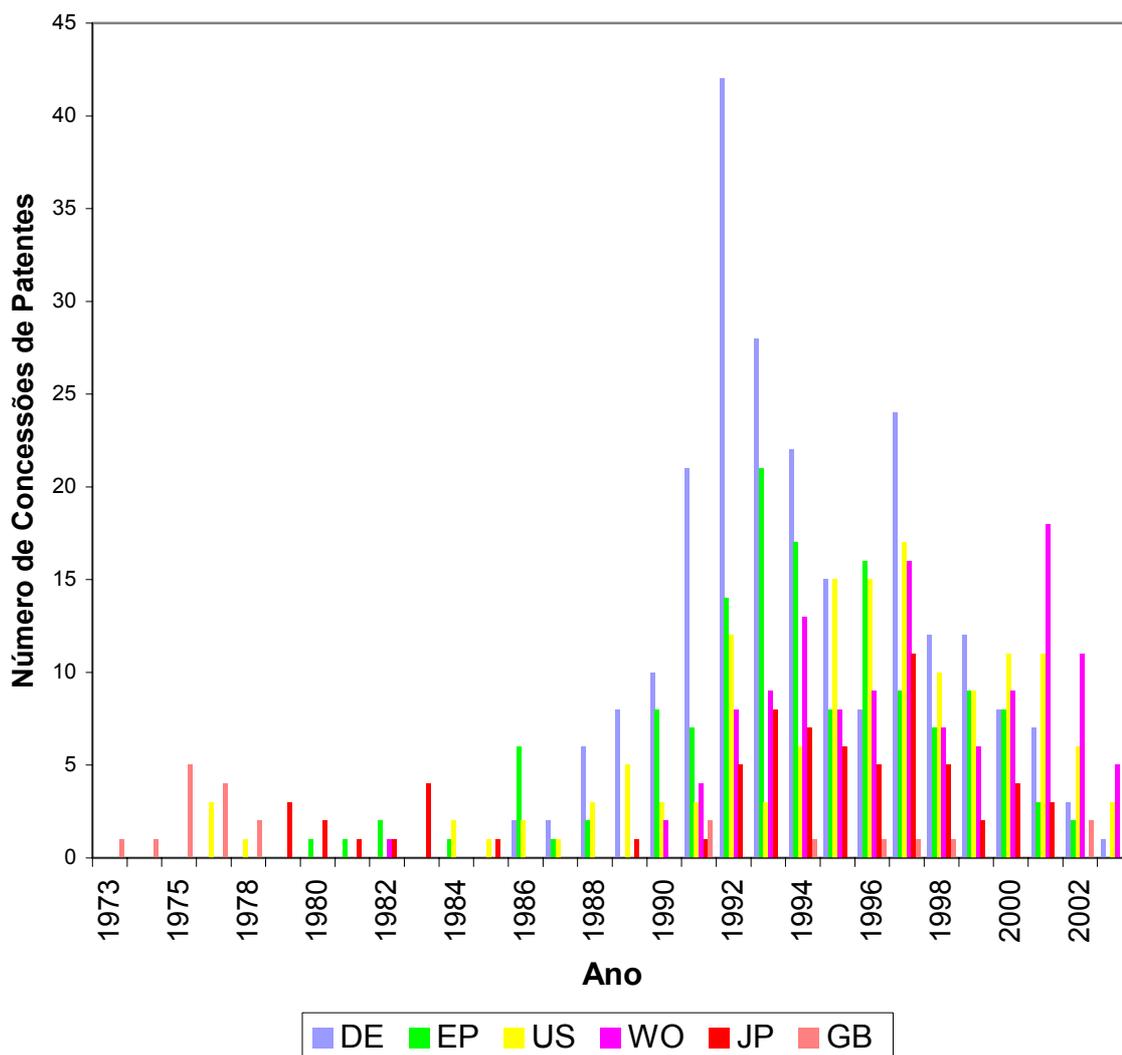


Figura 4.46 Evolução da concessão de patentes por país ao longo dos anos.

Os principais depositantes, ou seja, empresas identificadas por terem depositado, pelo menos três patentes sobre reciclagem do PVC cada, estão

mostradas na Tabela 4.10. Algumas das patentes identificadas apresentaram nome do depositante indisponível.

Tabela 4.10 Principais detentores de tecnologias de reciclagem do PVC de 1973 a 2003.

DEPOSITANTE	Número de patentes
PARAFFINWERK WEBAU GMBH	16
BAYER AG	14
BASF AG	12
ILLINOIS TOOL WORKS INC.	9
CIBA SPECIALTY CHEMICALS HOLDING INC.	8
LEUNA-WERKE GMBH	8
NKK CORP	8
FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG EV	7
HOECHST AG	7
SOLVAY S.A. (SOCIETE ANONYME)	7
THE SHERWIN-WILLIAMS COMPANY	7
DEMUTH, MICHAEL	6
DER GRÖNE PUNKT - DUALES SYSTEM DEUTSCHLAND AG	6
HERBST, HEINZ	6
HOFFMANN, KURT	6
PFAENDNER, RUDOLF	6
RENSELAER POLYTECHNIC INSTITUTE	6
XEROX CORPORATION	6
CIBA-GEIGY AG	5
DAIMLERCHRYSLER AG	5
EMERY MICROWAVE MANAGEMENT, INC.	5
FISCHER, REINHARD	5
MITSUBISHI	5
NKT RESEARCH CENTER A/S	5
SANTRADE LTD.	5
SCHMID, HUBERTUS	5
SKW TROSTBERG AG	5
TOSHIBA CORP	5
VEBA OEL AG	5
ANDERSEN CORPORATION	4
AW GMBH KUNSTSTOFF-FARBKONZENTRATE	4
BEHRENDT, GERHARD	4
CHEMISCHE WERKE KLUTHE GMBH	4
DAVIDSON TEXTRON INC.	4
FIRMA CARL FREUDENBERG	4
HOLZAPFEL, WOLFGANG	4
KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA, KAWASAKI	4
KLÖCKNER	4
KUBOTA CORP	4
MENGES, GEORG	4

MITSUI PETROCHEM IND LTD	4
NOELL-DBI ENERGIE- UND ENTSORGUNGSTECHNIK GMBH	4
POHL, MARTIN	4
THE COCA-COLA COMPANY	4
VIGNERI, RONALD J.	4
WACKER-CHEMIE GMBH	4
AGR ABFALLENTSORGUNGS-GESELLSCHAFT RUHRGEBIET MBH	3
ASTER INC.	3
BAYER AKTIENGESELLSCHAFT	3
CIBA SPECIALTY CHEMICALS CORPORATION	3
DYNAMIT NOBEL AG	3
EASTMAN CHEMICAL COMPANY	3
EIN ENGINEERING CO.	3
ENTEX RUST & MITSCHKE GMBH	3
FINACOR ANSTALT	3
FRAY, DEREK	3
HENKEL CORPORATION	3
KANEGAFUCHI CHEM IND CO LTD	3
LINDNER, WOLFGANG	3
MATERIAL SCIENCES CORPORATION	3
MBA POLYMERS, INC.	3
MOBIUS TECHNOLOGIES, INC.	3
NIPPON STEEL CORP	3
SHELL	3
SIEMENS AG	3
STANKIEWICZ GMBH	3
TERRA VAC, INC.	3
THE B. F. GOODRICH COMPANY	3
TOYO RUBBER CHEM IND CO LTD	3
WESTERN ELECTRIC COMPANY, INC.	3
WNC-NITROCHEMIE GMBH	3
OUTRAS COM 1 OU 2 PATENTES	391
TOTAL DEPATENTES	734

Embora haja uma predominância sob os fabricantes de PVC, verifica-se que empresas como a Mitsubish e Daimler–Crysler também aparecem entre os principais depositantes de invenções sobre reciclagem do PVC com 5 patentes cada. Outras montadoras, embora não apontadas entre os principais depositantes são a Ford, Toyota, General Motors e Audi. A Figura 4.47 aponta os anos de depósito das invenções concedidas sob a forma de patentes das montadoras.

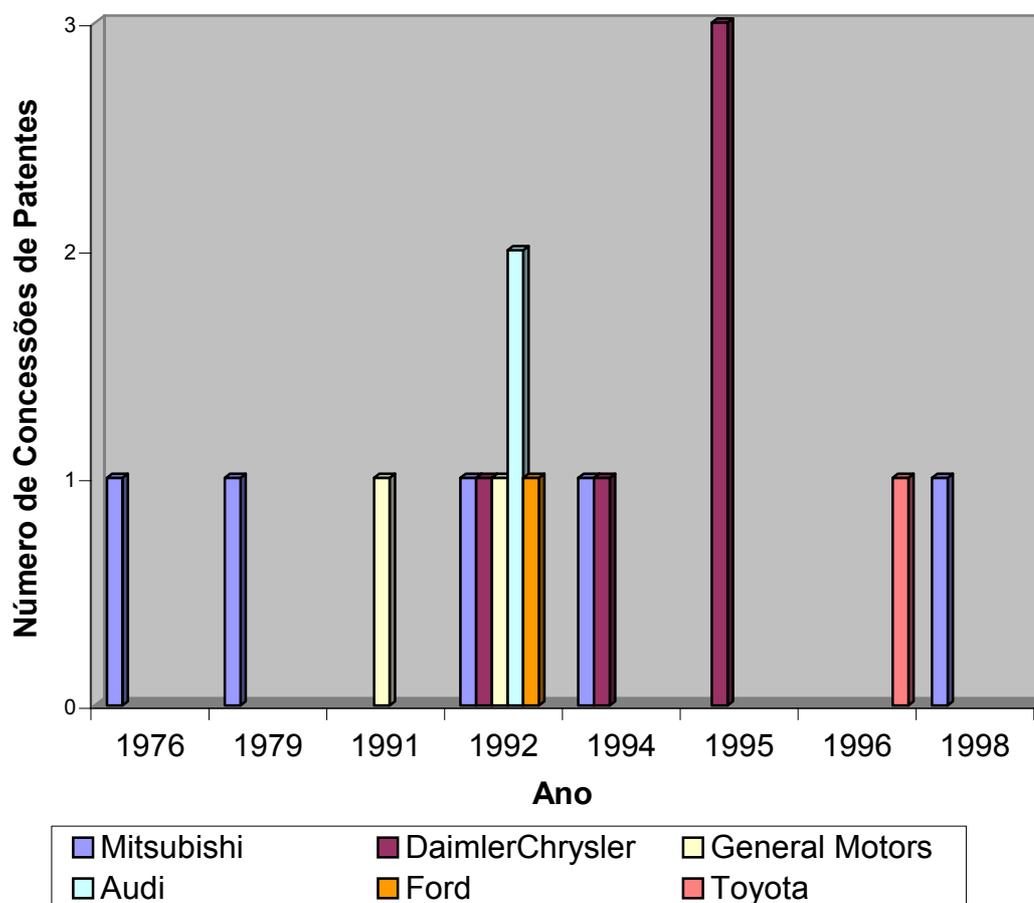


Figura 4.47 Número de patentes sobre reciclagem do PVC depositadas por montadoras por ano de depósito.

Verifica-se uma concentração de depósitos de patentes no ano de 1992, aonde, todas as montadoras identificadas, exceto a Toyota, desenvolveram meios para reciclar o PVC. Três anos seguintes, a Daimler Chrysler depositou 3 do total de 5 patentes por ela depositada. O ciclo de vida dessa tecnologia, ou seja, invenções para se reciclar o PVC automotivo é equivalente ao ciclo de vida da tecnologia de reciclagem de todos os outros tipos de PVC, pois, nota-se uma concentração de depósitos de patentes na década de noventa.

Vários tipos de processos para reciclagem de PVC foram identificados através da análise de patentes. Destacam-se as Operações de Processamento e

Transporte e Química e Metalurgia identificadas pelas seções B (classes B29 e B09) e C (classes C08 e C10).

- B09: Operações de tratamento e transporte, especificamente a disposição de resíduos sólidos.
- B29: Processamento de materiais plásticos, processamento de substâncias em estado plástico em geral.
- C10: Destilação destrutiva específica para materiais sólidos, objetivando a formação de gás, carvão, asfalto ou materiais similares. Produção de combustíveis gasosos contendo monóxido de carbono.
- C08: Envolve compostos orgânicos macromoleculares, sua preparação, desenvolvimento, composição e pós-tratamento.

Dentre as classes mais comuns, podemos destacar as subclasses mais frequentes das patentes identificadas para reciclar o PVC. A Figura 4.48 mostra a evolução das concessões de patentes de reciclagem do PVC, ao longo dos anos, por tipo de subclasse (somente as mais comuns), aonde, pode ser observado a predominância de depósitos de patentes sobre reciclagem do PVC através de tratamentos mecânicos e processos de polimerização ou despolimerização conforme classificação C08J, seguidos pela B29 B e B09B. A subclasse B29B especifica o preparo ou pré-tratamento do material a ser processado (ex.: formação de grãos), e a B09B é específica para disposição de resíduo sólido.

A predominância da classificação C08J apareceu também para as invenções depositadas por montadoras. Destacam-se também as classificações B29B e B09B, além da C08L que se refere à composição de compostos macromoleculares e da F23G que se refere a processos e equipamentos de combustão em fornos de incineração. Além disso, A Daimler Crysler depositou patentes com a classificação B02C que é específica para processos de desintegração ou moagem de grãos e, a Audi depositou patentes com a classificação G01N referente à análise de materiais para determinação de suas propriedades químicas ou físicas. Demais classificações encontram-se descritas no ANEXO A.

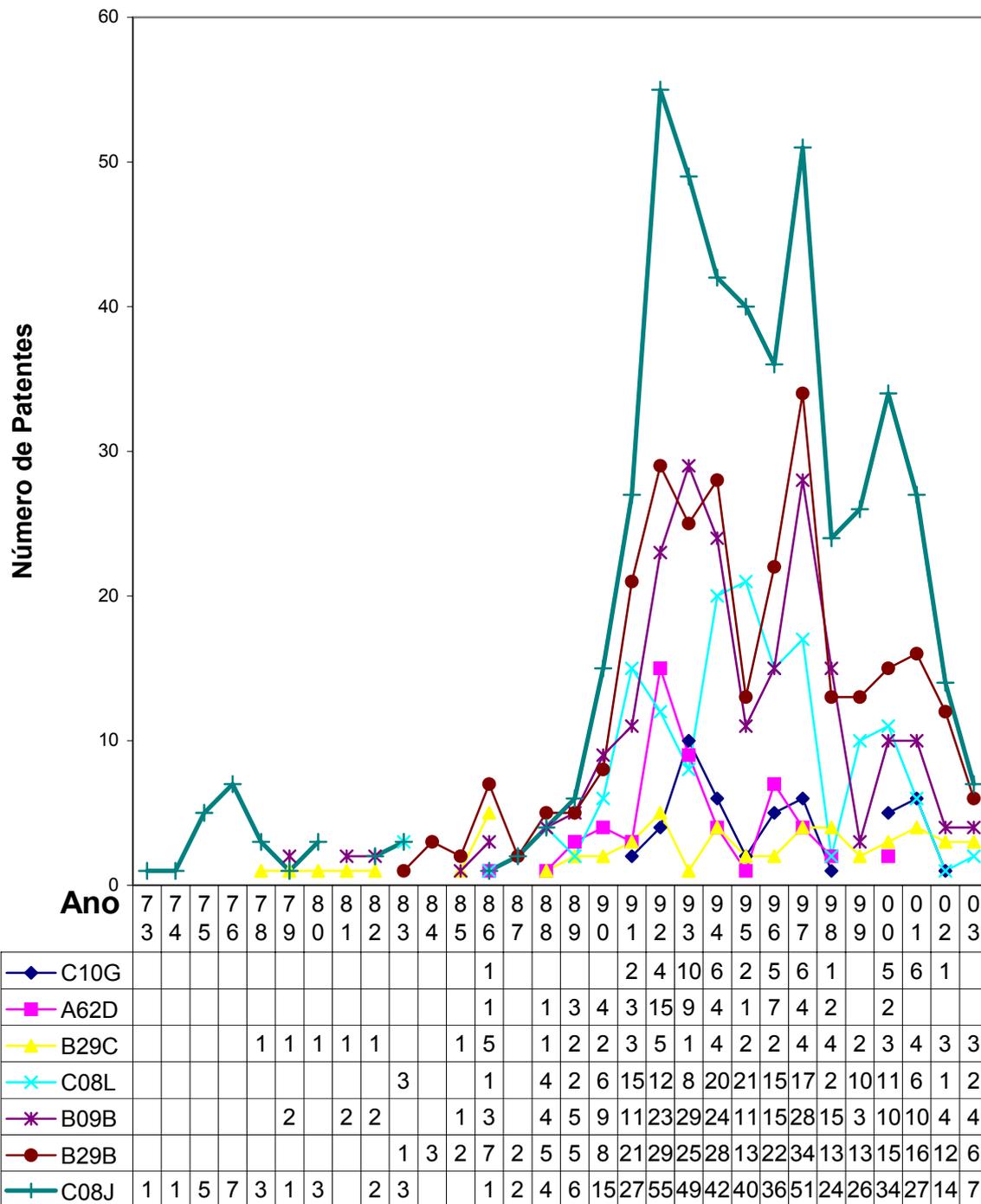


Figura 4.48 Evolução da concessão de patentes de reciclagem do PVC por classificação ao longo dos anos.

A Figura 4.49 mostra as classificações das patentes depositadas por essas empresas.

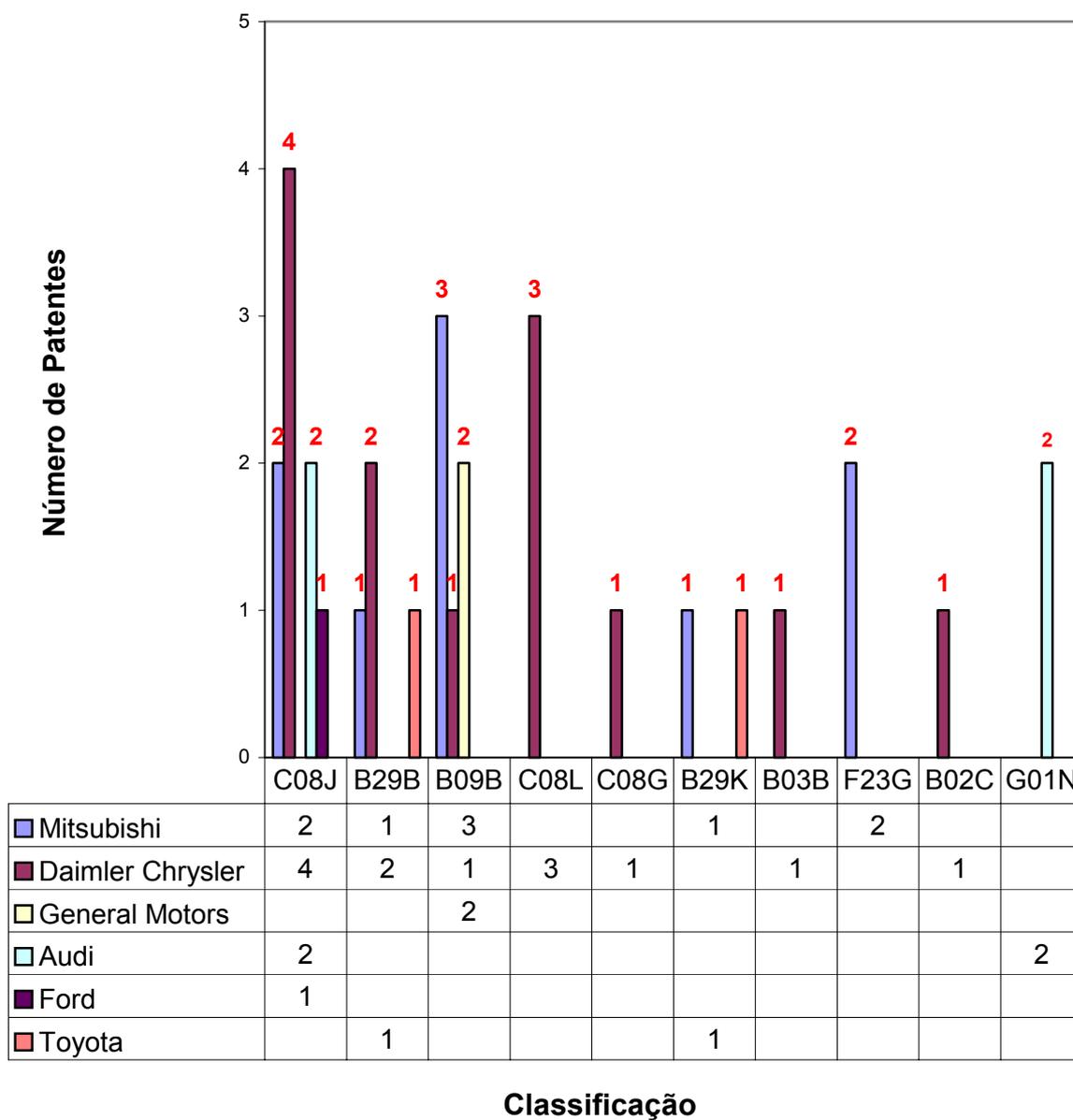


Figura 4.49 Classificações das patentes sobre reciclagem do PVC depositadas por montadoras.

Quando da avaliação dos grupos pertencentes a todas as patentes referentes à reciclagem do PVC, também há a predominância para processos de

polimerização e despolimerização do PVC, conforme classificação C08J. Os grupos mais freqüentes, bem como a freqüência em que os grupos apareceram estão demonstradas na Tabela 4.11.

Tabela 4.11 Grupos mais freqüentes para a reciclagem do PVC

<b>Classificação (grupo)</b>	<b>Porcentagem de Freqüência (%) que a classificação apareceu</b>
C08J-011 Envolve compostos orgânicos macromoleculares, sua preparação, desenvolvimento, composição e pós-tratamento. Especifica o reaproveitamento de materiais residuais através de tratamentos mecânicos, processos de polimerização ou despolimerização envolvendo purificação ou reciclagem de resíduos de polímeros.	<b>20</b>
B09B-003 Envolve operações de tratamento e transporte, especificamente a disposição de resíduos sólidos.	<b>9</b>
B29B-017 Envolve operações de tratamento e transporte de plásticos e materiais no estado plástico em geral. Especifica o reaproveitamento de materiais plásticos ou outros constituintes contidos em resíduos que também contenham materiais plásticos através da reciclagem química.	<b>8</b>
B29B-009 Envolve operações de tratamento e transporte de plásticos e materiais no estado plástico em geral. Envolve especificamente a manufatura de grãos.	<b>5</b>
Outras (*) -	<b>60</b>

(\*) 342 diferentes classificações

Avaliando as classificações por país, verifica-se uma predominância por patentes alemãs em diversas áreas do conhecimento, demonstrando uma diversificação de tecnologia aplicada nas patentes depositadas, porém, a classificação C08J é a área do conhecimento mais comum para todas as patentes depositadas nos diversos países, conforme mostrado na Figura 4.12.

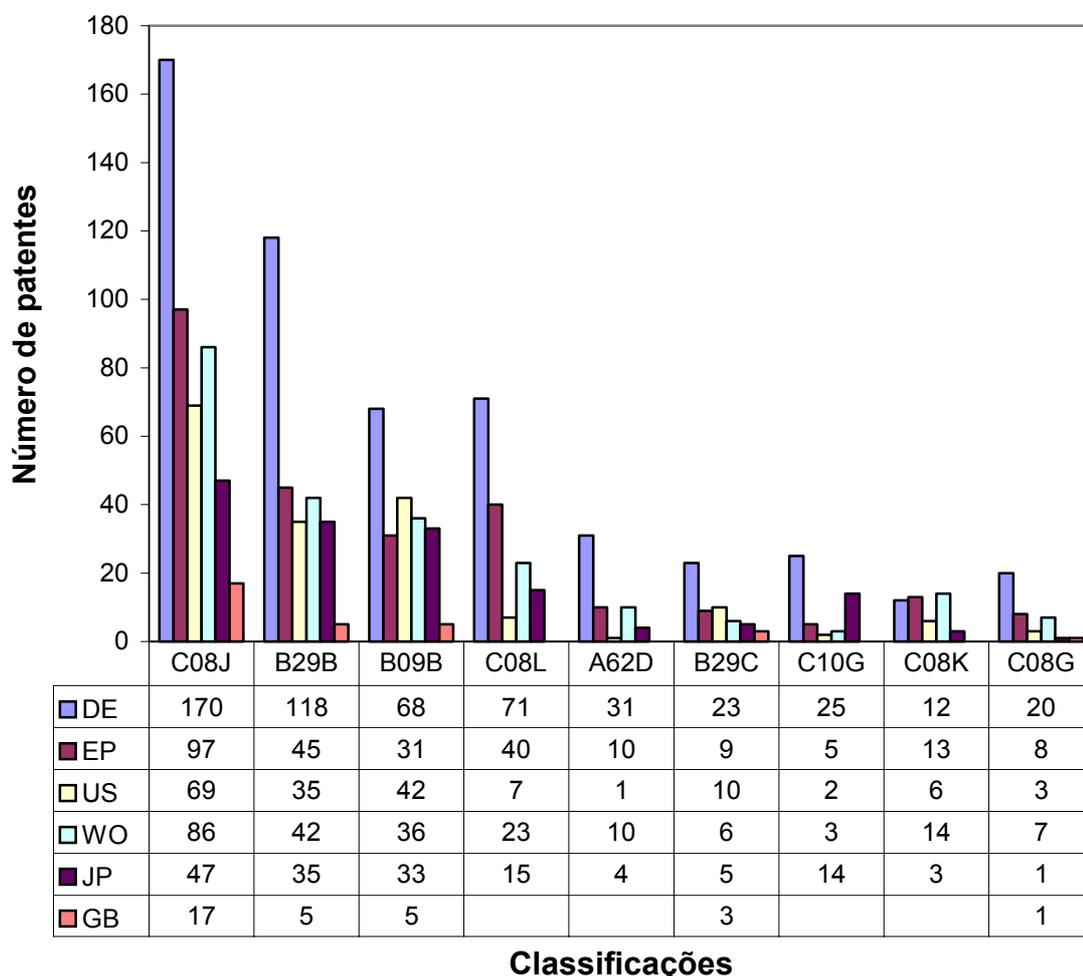


Figura 4.50 Tipos de classificações sobre reciclagem do resíduo da *shredder* por país de origem.

No Brasil, através de consulta ao INPI - Instituto Nacional de Propriedade Industrial, foram identificados apenas 3 registros de patentes referentes à reciclagem do PVC. Seus dados bibliográficos estão descritos na tabela 4.12.

As patentes com números de pedido PI9900955 e PI9900954, tratam da utilização de PVC virgem ou reciclado para aplicação, em combinação com outros materiais poliméricos, em revestimentos cerâmicos. A patente, com número de pedido PI9305644, trata da invenção de um Processo e Aparelho para a regeneração de PVC que consiste da aplicação de um solvente para dissolver e recuperar o cloreto de polivinila.

Tabela 4.12 Dados bibliográficos das patentes identificadas no INPI que tratam da reciclagem do PVC.

<b>Nº da Patente:</b>	PI9900955
Nome:	Aperfeiçoamento em telha cerâmica
Autor:	Carlos Pérez Bergmann
Classificação:	C04B41/83
<b>Nº da Patente:</b>	PI9900954
Nome:	Aperfeiçoamento em revestimento cerâmico
Autor:	Carlos Pérez Bergmann
Classificação:	C04B41/83
<b>Nº da Patente:</b>	PI9305644
Nome:	Processo e aparelho para regeneração de Cloreto de Polivinila residual
Autor:	Kiyoshi Murakami, Masakazu ABE
Classificação:	C08J11/08

O número reduzido de patentes depositadas no Brasil mostra que o desenvolvimento tecnológico de reciclagem de PVC é ainda incipiente. O aumento do interesse na utilização desse tipo de material em veículos, pode induzir ao aumento do número de patentes no Brasil.

Em suma, a análise de patentes permitiu mapear tecnologias variadas aplicáveis à reciclagem do PVC e permitiu identificar e apontar os principais nichos mundiais detentores de *know-how* para reciclar o PVC, onde, a Alemanha é o local aonde se concentra a capacitação tecnológica para reciclagem do PVC.

O desenvolvimento de reciclagem do PVC em todo o mundo foi analisado objetivando avaliar o último estágio do seu ciclo de vida como forma de melhor propor a sua utilização ou não em peças e componentes automotivos. A reciclagem do PVC ainda precisa ser desenvolvida no Brasil, embora várias outras partes do mundo já tenham domínio para reciclá-lo.

Portanto, sendo a reciclagem do PVC tecnicamente possível, a utilização do mesmo em veículos pode ser considerada quando da análise do seu último estágio do ciclo de vida, não esquecendo, no entanto, que a reciclagem de PVC no Brasil ainda precisa ser desenvolvida.

A participação de várias montadoras no desenvolvimento de técnicas de reciclagem do PVC, muito provavelmente, se deve ao fato das condições técnicas e econômicas favoráveis a esse material. No entanto, devido à iniciativa de algumas montadoras em eliminar a utilização do mesmo internamente ao veículo, o desenvolvimento de reciclagem do mesmo sofreu acentuado decréscimo, pois, desde 1998, não há informações de patentes depositadas por montadoras para reciclar o PVC.

Apesar da utilização interna ao veículo não ser tão prejudicial como se imaginava, tecnologias de reciclagem desse material precisam ser desenvolvidas no Brasil. Por outro lado, várias áreas do conhecimento foram identificadas em todo o mundo para se reciclar o PVC.

#### **4.6 Proposta de procedimento para o monitoramento da tendência de reciclagem de veículos e seus materiais no Brasil.**

Com base nos resultados e meios empregados, pode-se propor que o monitoramento contínuo, como forma de gerar sinais e indicadores que apontem as questões tecnológicas e não tecnológicas associadas à capacidade do mercado de reciclagem de veículos, além do desenvolvimento tecnológico, como avaliado, por exemplo, através da análise de patentes, deve incluir: a análise das forças econômicas, sociais e políticas que influenciam diretamente o desenvolvimento da reciclagem de veículos do país e que devem ser monitoradas como forma de compreender as ameaças que devem ser contornadas e as oportunidades que podem ser aproveitadas na reciclagem de veículos.

Nesse sentido, cabe avaliar, por exemplo, as exigências para exportação associadas às legislações ambientais em países desenvolvidos. Embora o total exportado para a Europa (região aonde as restrições relacionadas com as

interações do veículo e meio ambiente são rígidas) em 2001 tenha sido de apenas 1,97% do faturamento da indústria automobilística brasileira, o monitoramento das questões ligadas a essa região é importante como indicativo das tendências das exigências e barreiras técnicas para exportação.

Também, informações quanto à exportação e desenvolvimento das legislações ambientais referentes a veículos nos países em desenvolvimento ou países desenvolvidos não pertencentes à Comunidade Européia como os Estados Unidos e Japão também devem ser continuamente monitoradas, pois, tais países podem passar a ter as mesmas exigências de países europeus por também exportarem à Europa.

Além disso, por ser a Europa a região mais desenvolvida com relação à legislação ambiental referente a veículos e sua disposição final, o *site* da Comunidade Européia (European Union Documents – European Law) que disponibiliza todas as leis referentes ao assunto na região, também deve ser consultado freqüentemente a fim atualizar as informações pertinentes.

Podemos destacar ainda os aspectos legais do Brasil que envolvem o monitoramento constante da evolução dos projetos de lei brasileiros que podem ser feitos através da Assembléia Legislativa e Câmara dos Deputados.

Os aspectos sociais do macroambiente que devem ser monitorados também como forma de avaliar as oportunidades e ameaças com a implementação ou não de sistemas de reciclagem de veículos, estão diretamente relacionados à condição e preservação do meio ambiente, pois, a geração de resíduos no futuro está diretamente relacionado com aquilo que é projetado, produzido e colocado no mercado nos dias de hoje. O levantamento de informações referentes à frota veicular brasileira atual, estimativa da frota brasileira para os próximos anos, bem como, estimativa da quantidade de resíduo por tipo de material a ser gerada nos próximos anos é de grande importância para análise de fatores que possam viabilizar economicamente a reciclagem de veículos no futuro.

Enfim, os aspectos relevantes que devem estar envolvidos no monitoramento da reciclagem de veículos ocorrer no Brasil estão apresentadas no Mapa de Tópicos de Monitoramento conforme Tabela 4.13, onde também

são indicadas as principais fontes de informação propostas para o acompanhamento e levantamento de informações. Um sistema como esse deve ser aprimorado a partir do vivenciamento do processo, buscando-se novos tópicos pertinentes e novas fontes que venham a propiciar a compreensão das tendências, oportunidades e ameaças para a área.

#### 4.13 Mapa de Tópicos de Monitoramento e respectivas fontes de informação propostas para a reciclagem de veículos e seus respectivos materiais

Tópicos de monitoramento	Principais Fontes			
	Fontes humanas	Bases de dados e fontes documentais	Instituições e Entidades	Principais Sites
Tecnologias de Reciclagem do Resíduo da <i>shredder</i>	Especialistas em reciclagem de veículos identificados a partir de Fóruns de Debates, Seminários, Congressos e, Indústrias específicas.	Base de dados Micropatent, disponível por acesso público e pago.		<a href="http://www.micropat.com/">www.micropat.com/</a>
Potencial Exportador	Funcionários da Indústria automobilística responsáveis por manter atualizadas tais informações.	-	1.) Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. 2.) Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores.	1.) <a href="http://www.anfavea.com.br">www.anfavea.com.br</a> 2.) <a href="http://www.fenabrave.org.br">www.fenabrave.org.br</a>
Aspectos	Funcionários da	-	1.) Assembléia	1.)

Legislativos Projetos de Leis brasileiros:	Indústria automobilística responsáveis por manter atualizadas tais informações.		Legislativa do Estado de São Paulo 2.) Câmara dos Deputados Federal	<a href="http://www.al.sp.gov.br/index.htm">www.al.sp.gov.br/index.htm</a>  2.) <a href="http://www.camara.gov.br/Internet/sileg/prop_pesquisa.asp">www.camara.gov.br/Internet/sileg/prop_pesquisa.asp</a>
Opcionais:  1.) Leis Européias  2.) Leis americanas  3.) Leis Japonesas	Funcionários da Indústria automobilística responsáveis por manter atualizadas tais informações.	-	-	1.) <a href="http://www.europa.eu.int/eur-lex/en/search/search_lif.html">www.europa.eu.int/eur-lex/en/search/search_lif.html</a> 2.) <a href="http://www.epa.gov/epahome/lawregs.htm">www.epa.gov/epahome/lawregs.htm</a> 3.) <a href="http://www.env.go.jp/en/lar/">http://www.env.go.jp/en/lar/</a>
Monitoramento de indicadores gerais sobre a frota veicular brasileira, tais como o número de veículos em circulação, a idade da frota, e a distribuição por Estado.	-	-	1.) Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. 2.) Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores.	1.) <a href="http://www.anfavea.com.br">www.anfavea.com.br</a>  2.) <a href="http://www.fenabrave.org.br">www.fenabrave.org.br</a>
Análise de Oportunidades e Ameaças:  - Unidades mais vendidas.	-	-	1.) Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. 2.) Federação	1.) <a href="http://www.anfavea.com.br">www.anfavea.com.br</a>  2.) <a href="http://www.fenabrave.org.br">www.fenabrave.org.br</a>

			Nacional da Distribuição de Veículos Automotores.	
- Peso por tipo de unidade.  - Distribuição por material nos veículos.	-  Pessoas chave da indústria automobilística	-  -	Nos manuais dos veículos e, nos <i>sítes</i> específicos das montadoras. Disponível através do <i>site</i> da Mavel (Materials for Vehicles) de acesso público e pago.	<a href="http://www.mavel.com/mavel/index.htm">http://www.mavel.com/mavel/index.htm</a>

## 5 CONCLUSÃO

A reciclagem de veículos está desenvolvida em várias partes do mundo, principalmente nos Estados Unidos, porém, a reciclagem de veículos no Brasil apresenta-se de forma incipiente e a sua evolução está intimamente ligada a pressões legislativas a serem desenvolvidas no Brasil, bem como a implementação de processos de renovação da frota veicular.

A viabilização econômica é o maior entrave para se reciclar veículos no Brasil, por isso, há uma dependência muito grande do início de programas especiais de renovação da frota. Programas dessa natureza, por outro lado, são enormemente dependentes de ações e iniciativas governamentais que devem ser continuamente monitoradas. A reciclagem de veículos, sem dúvida, é um negócio lucrativo, porém meios de torná-la economicamente viável é que precisam ser desenvolvidos.

Outro fator extremamente favorável à reciclagem de veículos e com apelo ecológico bastante forte é o aspecto social. A reciclagem de veículos poderá gerar empregos além de minimizar o descarte de resíduos inservíveis que podem contaminar o meio ambiente.

Através da análise de patentes verificou-se que os Estados Unidos é o país detentor de tecnologia e know-how para reciclagem do resíduo da *shredder*. O importante a salientar é que, mesmo sem legislação governamental que impulse a reciclagem de veículos, os Estados Unidos praticam e desenvolvem soluções de aprimoramento e destinação adequadas dos resíduos, bem como sua reciclagem. A principal tecnologia aplicada para reciclar os resíduos da *shredder* nos Estados Unidos está relacionada a processos de conversão do resíduo da *shredder* em mistura que pode ser processada e transformada em outros produtos, o que não acontece no Japão, aonde há uma preocupação em se implementar processos ou operações para disposição de resíduos sólidos.

As concentrações de plastificantes medidas e encontradas internamente em veículos aparentemente não representam problema à saúde humana, porém, a quantificação de um número “máximo” deve ser determinada uma vez que maiores quantidades de produtos de PVC internamente ao veículo propiciam maiores quantidades de emissões de plastificantes. Além disso, a determinação das quantidades presentes internamente a veículos foi realizada próximo à temperatura ambiente e é sabido que a temperaturas maiores deverá existir uma maior concentração de plastificantes.

A utilização do DINP (di-isononilftalato) em larga escala quando da avaliação do seu “uso” (estágio intermediário do ciclo de vida do produto), tanto para aplicações internas quanto para aplicações externas, embora não tenha apresentado risco à saúde humana em nenhum dos estágios avaliados, deve ser levada em consideração uma vez que a substituição dos demais plastificantes por DINP pode vir a mudar o perfil de toxicidade dessa substância devido a um aumento da presença dessa substância no meio ambiente. Atenção especial deve ser dada à utilização dos plastificantes avaliados em revestimento externo do assoalho “*undersea*” devido à sua característica de contaminação ao solo e principalmente à água.

A avaliação do último estágio do ciclo de vida do PVC, ou seja, a possibilidade técnica de reciclagem desse produto, realizada a partir de patentes, indicou a existência de 734 patentes para a reciclagem do PVC. Empresas fabricantes de veículos também depositaram patentes sobre reciclagem do PVC, porém, com um número de patentes ainda pequeno quando comparadas com o número total de patentes.

A principal tecnologia aplicada para a reciclagem do PVC se refere ao reaproveitamento de materiais residuais através de tratamentos mecânicos, processos de polimerização ou despolimerização envolvendo purificação ou reciclagem de resíduos de polímeros.

As tecnologias alternativas para substituição de metais pesados devem ser desenvolvidas a fim de antecipar-se à proibição gradativa que as exceções do Anexo II da Diretiva Européia tendem a eliminar. Atenção especial devem

ser dadas àquelas em que possuem prazo limite para deixarem de serem tratadas como exceções, como, por exemplo, o  $\text{Cr}^{6+}$  utilizado em revestimentos de elementos de fixação que possuem tecnologias substitutas mais caras e tecnicamente inferiores.

As informações relevantes que contribuem para analisar as tendências de reciclagem de veículos, suas oportunidades e ameaças, devem ser continuamente monitoradas conforme modelo de monitoramento proposto, a partir de fontes diversificadas de informação e métodos complementares de análise que incluem aspectos tecnológicos e não tecnológicos associados à reciclagem de veículos e seus materiais. O intuito deve ser a interpretação das tendências e antecipação da implementação de eventuais sistemas de reciclagem de veículos no Brasil, com vistas ao aproveitamento de eventuais oportunidades e prevenção em relação às ameaças pertinentes.



## SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir dos resultados do presente trabalho, é possível sugerir os seguintes trabalhos futuros:

- Desenvolvimento de técnicas de reciclagem do resíduo da *shredder* com base em desenvolvimentos tecnológicos registrados em patentes mundiais, porém, com foco na realidade e necessidade brasileira.
- Estudo de viabilização econômica para a reciclagem de veículos ocorrer no Brasil.
- Desenvolvimentos de processos de separação por tipo de liga metálica presente na “parte ferrosa” separada pelas *shredders*.
- Identificação de processos de separação de metais não ferrosos dos ferrosos e do resíduo da *shredder*.
- Desenvolvimento de processos de separação por tipo de liga metálica não ferrosa que pode ser obtida no processo de reciclagem de veículos.
- Determinação da quantidade emitida de plastificante ao longo do ciclo de vida do PVC presente no revestimento externo do assoalho de veículos em situações climáticas brasileiras, bem como, quantificação da quantidade emitida à água através de medições em “lava-rápidos”.
- Quantificação de plastificantes internamente a veículos com variação de temperatura.
- Aprofundamento nas características de impacto à saúde humana e meio ambiente do DINP (di-isononilftalato) proporcional ao aumento de utilização dessa substância em produtos automotivos em PVC.

- Estudo da reciclagem de componentes automotivos fabricados em PVC.
- Estudos específicos e monitoramento da evolução de estudos sobre os possíveis substitutos de metais pesados presentes em veículos nos quais sua substituição é ainda tecnicamente inviável.

## Referências Bibliográficas

- ABIVINILA - Associação Brasileira das Indústrias de Cloreto de Vinila. PVC e eco-balanço: uma nova consciência ambiental. Biblioteca CEMPRE. Código 22.151, 1995.
- AGENDA 21 - Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD). Versão eletrônica Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Brasil. Rio de Janeiro (ECO-92). 1992.
- AGUIAR, A. C. Informação e atividades de desenvolvimento científico, tecnológico e industrial: tipologia proposta com base em análise funcional. IN: Ci. Inf., Brasília, 20 (1):7 – 15 jan/jun 1991. In:
- ALMEIDA, M. C. Estudo do ciclo de vida do pneu automotivo e a disposição final de pneus inservíveis. 2002
- ANFAVEA - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. Disponível em [http:// www.anfavea.com.br](http://www.anfavea.com.br) . Acesso em junho de 2002.
- ANFAVEA - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. Disponível em [http:// www.anfavea.com.br](http://www.anfavea.com.br) . Acesso em 20 de novembro. 2003.
- ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em <http://www.al.sp.gov.br/index.htm> . Acesso em 13 novembro de 2003.
- ASSOCIATION OF PLASTICS CONVERTERS. PVC: Facts and figures.
- AUTOBENCH program is entirely devoted to the design analysis of vehicles which have recently been launched on to the automotive market. Disponível em [http:// www.autobench.com/](http://www.autobench.com/). Acesso em maio 2003.
- AUTOMOTIVE RECYCLERS ASSOCIATION. The voice of the international automotive recycling industry. Disponível em <http://www.autorecyc.org/docs/about/recycle.htm>. Acesso em 01 de dezembro de 2003.
- AUTOVINYLE ASSOCIATION . PVC Automotivo, um material reciclável e reciclado. Disponível em <http://www.autovinyle.com/eng/index.htm> . Acesso em abril 2002.

- BATTAGLIA, M. da G. B. A Inteligência Competitiva modelando o Sistema de Informação de Clientes- Finep. Ciência da Informação. Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia – IBICT. Vol. 28 n.2 Brasília ISSN 0100-1965. Maio/Ago. 1999.
- BELLMANN K., KHARE A. Economic issues in recycling end-of-life vehicles. 8 December. 1999
- BELLMANN, K.; KHARE, A. European response to issues in recycling car plastics. 1999.
- BESSE, A. J. M. Rionil Compostos Vinílicos Ltda. Palestra: Mitos e verdades sobre o PVC no Brasil e no mundo. Biblioteca CEMPRE. Código 22.172. 24 de novembro. 1998.
- BLOM, P. W. E. (Krugersdorp, ZA). Fluidized bed treatment of EAF dust. United States Patent - 6,221,124. April 24, 2001.
- BUCKLEY-GOLDER, D. AEA Technology. Compilation of EU Dioxin Exposure and Health Data. Final Report. Report number AEAT/EEQC/0016. Outubro. 1999
- CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM. Disponível em: <http://www.cempre.org.br/> . Acesso em abril de 2002.
- CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM. Disponível em: <http://www.cempre.org.br/> . Acesso em janeiro de 2004.
- CEMPRE – CEMPRE Informa Nº 72. Publicação de novembro/dezembro. 2003.
- CETEA – Centro de Tecnologia de Embalagem, CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem. Avaliação do Ciclo de Vida, Princípios e Aplicações. 2002.
- COMMISSION DECISION. Amending Annex II of Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council on end-of-life vehicles. Official Journal of the European Communities. June 27. 2002
- CSTEE – Scientific Committee on Toxicity, Ecotoxicity and the Environment. Opinion on the results of the Risk Assessment of Bis (2-ethylhexyl) phthalate (DEHP). Report version (Human Health). September. 2001

- CSTEE – Scientific Committee on Toxicity, Ecotoxicity and the Environment.  
Opinion on the results of the Risk Assessment of Bis (2-ethylhexyl) phthalate (DEHP). Report version (Environment). September. 2001
- COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS - COM (2000) 469 FINAL.  
Livro Verde "Aspectos Ambientais do PVC". Bruxelas. 26 de julho. 2000.
- COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS - COM (2001) 68 FINAL.  
Comissão das Comunidades Europeias. Livro Verde sobre a política integrada relativa aos produtos. Bruxelas. 07 de fevereiro. 2001
- DAEWOO. DAEWOO MOTOR Co. International Workshop on Car Recycling.  
Stockholm, Sweden. September 28. 1999.
- DEBAERE, R. -Group Gallo. Gallo Treatment Line for shredder residue. Plastics in end-of-life-vehicle, 2002. Disponível em [http://www.plastics-in-elv.org/list\\_papers\\_mat\\_recy.htm#SR\\_Pretreat](http://www.plastics-in-elv.org/list_papers_mat_recy.htm#SR_Pretreat). Acesso em junho de 2003.
- DIÁRIO DO COMÉRCIO. Dez mil veículos lotam pátios do Detran. 04, 05 e 06 de maio. 2002
- DIRECTIVE 70/156/EEC of 6 February 1970 on the approximation of the laws of the Member States relating to the type-approval of motor vehicles and their trailers. Official Journal L 042. 23 February. 1970
- DIRECTIVE 92/61/EEC of 30 June 1992 relating to the type-approval of two or three-wheel motor vehicles. Official Journal L 225. 10 August. 1992
- DIRECTIVE 2000/53/EC. The European Parliament and of the Council. 18 of September 2000 on "End-of-life Vehicles". Official Journal of the European Communities. 21 October. 2000.
- EUROPEAN COMMISSION - E.C. DG ENV. E3. Project ENV.E.3/ETU/2000/0058. Heavy Metals in Waste. February. 2002
- EUROPEAN COMMISSION - EC DGXI.E.3 - The behaviour of PVC in Landfill. ARGUS in Association with University Rostock – Prof . Spilmann, Carl Bro als and Sigma Plan S. Final report February. 2000
- ECB - The European Chemicals Bureau is the focal point for data and the assessment procedure on dangerous chemicals. Disponível em <http://ecb.jrc.it> . Acesso em junho 2002

- ECVM - European Council of Vinyl Manufacturers. "PVC (Emulsion Polymerized)". 1992-1993
- ECVM - European Council of Vinyl Manufacturers. "Vinyl Chloride Monomer (VCM)". 1992-1995
- ECVM - European Council of Vinyl Manufacturers. Your questions answered – PVC and the environment – Questions and answers for addressing the issues.
- EUROPE'S ENVIRONMENT NEWS SERVICE. Disponível em <http://www.environmentdaily.com/>. Acesso em outubro 2002.
- E.S.C. - Environmental Sustainability Conference. Graz, Áustria. April 8 to 10. 2002
- EuPC - European Plastics Converters. EUROMAP - European Committee of Machine Manufacturers for Plastics and Rubber Industries. PVC INJECTION MOULDING. 1995
- EuPC - European Plastics Converters. EUROMAP - European Committee of Machine Manufacturers for Plastics and Rubber Industries. PVC pipe. 1995
- EXXONMOBIL Biomedical Sciences Inc.. High production volume (HPV) – Chemical Challenge Program – Test Plan for the Phtalates Esters Category. 10 December. 2001.
- FAGA, S. Fleet Renovation Brazil. International Workshop on Car Recycling. Stockholm, Sweden. September. 1999.
- FAGA, S. Minuta de Reunião sobre "Prensagem de Veículos dos Pátios do DETRAN. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. 07 de março. 2002.
- FENABRAVE Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores. Disponível em [www.fenabrave.org.br](http://www.fenabrave.org.br) . Acesso em 24 de novembro. 2003
- FULD, L. M.. The new Competitor Intelligence: the complete resource for finding, analyzing, and using information about your competitors. Published by John Wiley & Sons. Inc.. 1995.
- GARBER, R. Inteligência Competitiva de Mercado. 1a Edição. São Paulo. Masdras Editora Ltda.2001
- GREGOLIN, J. A. R. Direcionamento Estratégico de Pesquisas - Curso Desenvolvido para o Centro Tecnológico da Aeronáutica – CTA.

- GREENPEACE. Free Future. A review of Restrictions and PVC free Policies Worldwide. 8th edition. August. 2001
- GREENPEACE. PVC: no time to waste. ([www.archive.greenpeace.org](http://www.archive.greenpeace.org)). October. 2000.
- GREENPEACE . Disponível em <http://archive.greenpeace.org>. Acesso em junho de 2003.
- HERNBORG, N. Emerging Regions Reports, Australia. International Workshop on Car Recycling. Stockholm, Sweden. 1999.
- HERRING, J.P. - Tópicos fundamentais de inteligência: processo para identificação e definição de necessidades de inteligência IN: PRESCOTT & MILLER, ed. Rio de Janeiro. Campus. 2002
- HOFFMAN; DAVID C. (Ft. Worth, TX); HAINS; Norman L. (Arlington, TX). Method and composition for use in recycling metal containing furnace dust. United States Patent 5,186,742. February 16. 1993.
- HOPE, S. Country Report, UK. International Workshop on Car Recycling. Stockholm, Sweden. 1999
- IMDS - Information Material Data System. Training Manual. 2002.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 22628. February. 2002.
- INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ (INRS); INERIS Département TEC, Parc Technologique ALATA; Centre de Toxicovigilance de Grenoble, Centre hospitalo-universitaire BP 217; Risk Assessment Report di-isodecylphtalate (DIDP). France. Maio. 2001.
- INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ (INRS); INERIS Département TEC, Parc Technologique ALATA; Centro Anti-poison de Lille. Risk Assessment Report di-isononylphthalate (DINP). France. Maio. 2001.
- INSTITUTO DO PVC. Reciclagem Mecânica do PVC: Uma oportunidade de negócio, 2001.
- INSTITUTO DO PVC - <http://www.institutodopvc.org>
- JODY, B. J. ; DANIELS, E. J. ; BONSIGNORE, P. V. - The University of Chicago. "Process to recycle shredder residue". Patente US6329436. Application No. 07/972426, Filed 19921105, Issued 2001.12.11.

- KEYZER, M. N. R.; VERVOORT M. A. F.; - Underbody car coating compositions – Patent no. EP0546635. 16 de junho. 1993
- KVIST, K.; HERNBORG, N. – Country of Report, Sweden. International Workshop on Car Recycling. Stockholm, Sweden. 1999
- LEMOS, C. E. MEMO nº 61. Projetos de Lei – Políticas de Resíduos Sólidos – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. 05 de julho. 2001.
- LOHSE, J.; SANDER, K.; WIRTS M. - Ökopol - Institut für Ökologie und Politik GmbH. "Heavy Metals in Vehicles II". July. 2001.
- MILDENBERGER, U.; KHARE, A . Planning for an environment-friendly car. 19 June. 1999
- MMA - Ministério do Meio Ambiente Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Consórcio CDS/UnB. Ciência e tecnologia para o Desenvolvimento Sustentável – Abipti. Brasília. 2000.
- MAVEL – Materials for Vehicles. Assessment of the impact on the European Automotive Industry of a possible ban on the use of PVC.1999.
- MAVEL – Materials for vehicles, the partner to the automotive industry - <http://www.mavel.com/mavel/index.htm>
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - <http://www.mma.gov.br/>
- NASSIF, L. Os tributos e os carros. Folha do Estado de São Paulo. Obtido através do site disponível em [www.neofito.com.br/artigos](http://www.neofito.com.br/artigos). Outubro 1999.
- NATIONAL CHEMICALS INSPECTORATE - Risk Assessment Report on bis(2-ethylhexyl)phtalate. Sweden. September 2001.
- NISHIGAKI EIICHI – Method for Undercoating car body of automobile. JP57091776. 08 DE JUNHO. 1982
- ORR, B. Vehicle Recycling Patnership U.S. Field Trial. International Workshop on Car Recycling. Stockolm, Sweden. 1999
- PACKING COSMÉTICA. PVC: Características e Vantages. Biblioteca CEMPRE. código 22.173
- PAIVA, P. B.; CAPORAL, A; VILADARGA, V. Renovação da frota Acelera Negócio de Reciclagem. Gazeta Mercantil, Caderno “Empresas e Carreiras”. 22 de março. 2000.

- PLASTICS IN END OF LIFE VEHICLES. Disponível em <http://www.plastics-in-elv.org>. Acesso em maio de 2003.
- PLINKE, E.; WENK, N.; WOLFF, G.; CASTIGLIONE, D.; PALMARK, M. (Prognos, Plastic Consult and COWI). Mechanical recycling of PVC wastes. January . 2000.
- PSRT - Product Sustainability Roundtable. June 3 to 4. 2002.
- RENAULT. Recycling Project Department. International Workshop on Car Recycling. Stockolm, Sweden. 1999
- SALAS, E. Country Report, Spain. International Workshop on Car Recycling. Stockolm, Sweden. 1999.
- SANDER, K.; LOHSE, Dr. J.; PIRNTKE U. Heavy Metals in Vehicles. Ökopol (Institut für Ökologie and Politik GmbH ). 27 march. 2000.
- SERRA, R. Country Report, Italy. International Workshop on Car Recycling. Stockolm, Sweden. 1999.
- SHIMNBUN, N. K. Specific discussions in full swing with eye on 2002 ordinary Diet session. January 22. 2001.
- SHIMNBUN, N. K. Nissan to begin recycling of ASR this fall. June 26. 2003.
- SINDICATO DOS METALÚRGICOS DO ABC. Renovação e reciclagem da frota de veículos. As propostas dos metalúrgicos do ABC. Novembro. 1998.
- SMITH, Roy L. Dose-Response Assessment The National Air Toxics Assessment - Science Advisory Board Review . March 20. 2001
- SUB-COMISSÃO FONTES FIXAS. Política nacional de Resíduos Sólidos – Proposta FIESP a CNI. 22 de março. 2003
- SOLVAY GROUP. Towards sustainable development: Health Safety Environment. 2001-2003.
- TARAPANOFF, K. Inteligência Organizacional e Competitiva. Brasília. Editora UNB. 2001
- TOHATA, T. Regional Report, Japan. International Workshop on Car Recycling. Stockholm, Sweden. September. 1999
- TROUSIL, E, G. Car undercoating composition – US4282131. 04 de agosto. 1981.
- U.S. EPA - Environmental Protection Agency. Disponível em <http://www.epa.gov/>. Acesso em outubro de 2002.

- U.S. EPA - Environment Protection Agency. Technology Transfer Network Air Toxics Website. <http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/eth-phth.html#ref6>. Acesso em maio 2002.
- UFSCar – Universidade Federal de São Carlos. Programa de Pós Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais. Defesas de teses e doutorados defendidas. Disponível em <http://www.ppgcem.ufscar.br/>. Acesso em dezembro. 2003
- U.S. EPA - Environmental Protection Agency. National Air Pollutants Emission Trends. 1990 – 1998.
- THE EUROPEAN UNION ON-LINE. Disponível em <http://europa.eu.int>. Acesso em julho novembro 2002.
- THE EUROPEAN PATENT OFFICE. Disponível em <http://ep.espacenet.com/>. Acesso em julho 2003.
- UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE. Disponível em <http://www.uspto.gov/>. Acesso em julho de 2003.
- GERMAN MEMBERS OF EUROPEAN PARLIAMENT. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Reactoer Safety Comunication from Federal Government to the Federal Ministry for Financial Affairs. Letter dated 29 August 2000.
- WILLIANS, R. Regional Report, North America. International Workshop on Car Recycling. Stockholm, Sweden. September 28. 1999
- WINSLOW, G.R.; KOBLE, R. W.; DURANCEAU C.; CARON, J. D.; LIU, S.; Recovery of Selected Engineering Plastics from Automotive Shredder Residue Using Skin Flotation Technology. Published by Society of Automotive Engineers, Inc. 400 Commonwealth Drive – Warrendale, PA 15096-0001. Vehicle Recycling, Regulatory, Policy and Labeling Issues. SP-1430. 1999.

## APÊNDICE A

### **Pesquisa sobre a reciclagem de veículos no Brasil**

O objetivo desta pesquisa é avaliar a tendência da reciclagem de veículos no Brasil, como uma atividade empresarial relevante para o desenvolvimento tecnológico, econômico, social e ambiental associado à indústria automobilística. Sua contribuição em responder este questionário será muito importante para a compreensão da situação atual e perspectivas desta área no contexto brasileiro. Agradeço desde já a valiosa colaboração.

#### **Introdução**

Reciclar veículos pode ser compreendido como re-processar ou simplesmente reutilizar o material, peça ou componente proveniente de veículos em final de vida. Os países desenvolvidos já possuem processos relativamente bem estabelecidos de reciclagem do veículo, mas no Brasil e em outros países em desenvolvimento, esse procedimento é ainda incipiente. A reciclagem de veículos em sua forma completa inicia-se pela despoluição do veículo, representada pela retirada de fluidos e materiais que contenham substâncias perigosas. Em seguida, são retiradas as peças passíveis de serem reaproveitadas, incluindo o motor, a alavanca de câmbio e outras. Também são desmontados conjuntos e componentes passíveis de serem reciclados, tais como pára-choque e outros. Posteriormente à despoluição e desmontagem, os veículos são encaminhados às máquinas *shredders*, que são equipamentos trituradores capazes de separar a parte metálica da não metálica de veículos ou de outros produtos.

Alternativamente, pode ser feito somente o reaproveitamento dos metais provenientes dos veículos, sem desmontagem prévia, enviando-se o veículo “inteiro” diretamente às máquinas *shredders*.

Tendo em vista a necessidade de se proteger e preservar o meio ambiente, para economia de recursos naturais e minimização do descarte de resíduos inservíveis, a avaliação das tendências em se reciclar os veículos no Brasil torna-se bastante relevante. Nesse contexto, é fundamental reunir as percepções de especialistas, para a análise e compreensão dos fatores que poderão auxiliar as decisões.

### Perguntas a serem respondidas

Peço a gentileza responder às questões abaixo, lembrando que apenas os resultados agregados serão estudados e divulgados, enquanto que as respostas individuais serão tratadas de maneira a preservar o sigilo e a privacidade dos respondentes. Para as respostas, procure expressar a opinião que lhe pareça a melhor possível, com base em sua experiência e formação. Desde já muito obrigada e boa sorte.

**1.) Qual o seu conhecimento e experiência sobre a reciclagem de veículos?**

Muito baixo	baixo	Médio	Alto	Muito Alto
<input type="radio"/>				

**Comentários:**

**2.) Na sua opinião, qual é o nível atual da procura do consumidor brasileiro por veículos com apelo ecológico ambientalmente correto?**

Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
<input type="radio"/>				

**Comentários:**

**3.) Qual o grau de importância dos programas de renovação de frota para o desenvolvimento da reciclagem de veículos no Brasil?**

Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
<input type="radio"/>				

**Comentários:**

4.) Quando você acredita que a reciclagem de veículos deverá ocorrer no Brasil, em função de haver ou não a implementação de programas especiais de renovação de frota?

Reciclagem de veículos	Não sei	Nunca	Daqui a 3-4 anos	Daqui a 5-6 anos	Daqui a 7-8 anos	Daqui a 9-10 anos	Após 10 anos
Sem programas especiais para renovação de frota	<input type="radio"/>						
Com programas especiais para renovação de frota	<input type="radio"/>						

Comentários:

5.) Qual o grau de importância de cada um dos fatores abaixo indicados sobre a atratividade econômica atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos?

Atratividade	Não Sei	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Demanda por veículos com apelo ecológico	<input type="radio"/>					
Regulamentação e legislação governamental favorável	<input type="radio"/>					
Disponibilidade de tecnologias	<input type="radio"/>					
Disponibilidade de financiamentos	<input type="radio"/>					
Incentivos Fiscais	<input type="radio"/>					
Investimentos para funcionamento legalizado de Centros de Desmontagem	<input type="radio"/>					
Outros (indicar e avaliar):	<input type="radio"/>					
	<input type="radio"/>					

Comentários:

6.) Na sua opinião, qual é o nível da atratividade econômica atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos no Brasil?

Atratividade econômica da reciclagem de veículos no Brasil	Não sei	Nunca	Muita Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Atual	<input type="radio"/>						
Futura (dentro de 5 anos)	<input type="radio"/>						

Comentários:

7.) Qual o grau de importância de cada um dos fatores abaixo indicados na competência brasileira atual e futura (dentro de 5 anos) para a reciclagem de veículos?

Competências	Não sei	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Aquisição de tecnologias do exterior	<input type="radio"/>					
Desenvolvimento de tecnologias brasileiras	<input type="radio"/>					
Capacidade de investimento	<input type="radio"/>					
Capacitação de gestores	<input type="radio"/>					
Capacitação de recursos humanos	<input type="radio"/>					
Campanhas de marketing e divulgação	<input type="radio"/>					
Outros (indicar e avaliar):	<input type="radio"/>					
	<input type="radio"/>					
	<input type="radio"/>					
	<input type="radio"/>					

Comentários:

8.) Na sua opinião, qual é a competência atual e futura (dentro de 5 anos) do Brasil para a reciclagem de veículos?

Capacitação brasileira para a reciclagem de veículos	Não sei	Nunca	Muita baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Atual	<input type="radio"/>						
Futura (dentro de 5 anos)	<input type="radio"/>						

Comentários:

9.) Qual é o impacto de programas de reciclagem de veículos no aumento de vendas de veículos caso haja ou não a implementação de programas especiais de renovação de frota?

Impacto no aumento das vendas	Não sei	Nenhum	Muito Negativo	Negativo	Médio	Positivo	Muito Positivo
Com programas especiais	<input type="radio"/>						
Sem programas especiais	<input type="radio"/>						

Comentários:

10.) Qual o impacto de programas de reciclagem de veículos no aumento do número de empregos caso haja ou não a implementação de programas especiais de renovação de frota?

Impacto do aumento do número de empregos	Não sei	Nenhum	Muito Negativo	Negativo	Médio	Positivo	Muito Positivo
Com programas especiais	<input type="radio"/>						
Sem programas especiais	<input type="radio"/>						

Comentários:

11.) Qual o grau de impacto da reciclagem do metal dos veículos sobre o aumento da oferta de sucata metálica no mercado (o que pode influenciar o custo de novos veículos)?

Grau de Impacto	Não sei	Não há impacto	Muito Baixo	Baixo	Impacto médio	Alto	Muito alto
	<input type="radio"/>						

Comentários:

12.) Tendo em vista que aproximadamente 60-70% do peso do veículo é constituído de “metal”, qual a validade de se iniciar a reciclagem exclusiva da parte metálica, enviando o veículo inteiro às máquinas *shredders* sem o pré-tratamento por despoluição e desmontagem?

Validade de se iniciar a reciclagem de veículos pelo envio direto as <i>shredders</i>	Não é válido	Muito Baixa validade	Baixa validade	Validade média	Alta validade	Muito alta validade
	<input type="radio"/>					

Comentários:

13.) Tendo em vista que o envio direto de veículos às máquinas *shredders* sem pré-tratamento pode gerar quantidade de resíduo a descartar diferente da associada à rota com pré-tratamento de despoluição e desmontagem, avalie o impacto ambiental relativo esperado.

Envio direto de veículo versus Envio com pré-tratamento prévio	Não sei	Muito maior impacto	Menor impacto	Mesmo impacto	Maior impacto	Muito maior impacto
	<input type="radio"/>					

Comentários:

14.) Qual a capacidade dos aterros brasileiros absorverem o resíduo formado pela reciclagem de veículos?

Capacidade dos aterros absorverem os resíduos da reciclagem no envio às <i>shredders</i>	Não sei	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Sem pré-tratamento	<input type="radio"/>					
Com pré-tratamento						

**Queira por favor preencher os dados de identificação abaixo:**

**Nome:**

**Posição:**

**Empresa/Entidade:**

**e-mail:**

**Telefone:**

**Muito obrigado pela contribuição.**



## ANEXO A

A62D	Meios químicos para extinção de incêndios ou para combate de agentes químicos nocivos ou para proteção contra os mesmos, produtos químicos usados em aparelhos respiratórios.
B03C	Separação magnética ou eletrostática.
B09C	Recuperação de solo contaminado.
B29B	Preparo ou pré-tratamento do material a ser modelado, fabricação de grânulos ou pré-formados, recuperação de matérias plásticas ou outros constituintes de material de refugo contendo matérias plásticas.
B29C	Modelagem ou união de matérias plásticas, modelagem de substâncias em estado plástico em geral, pós-tratamento dos produtos modelados.
B29K	Esquema de indexação associado com as subclasses B29B, B29C ou B29D, referente aos materiais de moldagem.
B32B	Produtos em camadas, isto é, produtos estruturados com camadas de forma plana (forma celular ou alveolar).
B65F	Coleta ou remoção de lixo doméstico ou refugos similares.
C10B	Destilação destrutiva de substâncias carboníferas para produção de gás, coque, alcatrão ou substâncias similares.
C10G	Craqueamento de hidrocarbonetos, produção de misturas de hidrocarbonetos líquidos por hidrogenação destrutiva, oligomerização, polimerização.
C12C	Bioquímica, processo fermentação.
C21C	Processamento do "pig-iron".
C22B	Produção ou refino de metais.
F23B	Equipamentos de combustão utilizando combustíveis sólidos.
F27B	Fornalhas, fornos, estufas ou retortas em geral, aparelhos de sinterização a céu aberto ou similares.