

**EDUARDO ROMANINI DOS PASSOS**

**RECICLAGEM DE AUTOMÓVEIS**

**São Caetano do Sul**

**2013**

**EDUARDO ROMANINI DOS PASSOS**

**RECICLAGEM DE AUTOMÓVEIS.**

Monografia apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Automotiva, da Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia para obtenção do título de Especialista.

Orientador: Prof. Mauro Andreassa

**São Caetano do Sul**

**2013**

Romanini dos Passos, Eduardo  
Reciclagem de Automóveis – **São Caetano do Sul, 2013.**  
57p.

Monografia — Especialização em Engenharia Automotiva. Centro  
Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, SP, 2013.  
Orientador: Prof. Mauro Andreassa

1. Reciclagem Automotiva 2. Veículos em Final de Vida 3. Impactos  
Ambientais I. Romanini dos Passos, Eduardo II. Instituto Mauá de Tecnologia.  
Centro Universitário. Centro de Educação Continuada. III. Título.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço inicialmente a Deus, pela bênção da vida e por me dar força e sabedoria para completar esta tarefa.

Agradeço aos meus Pais e amigos que sempre me apoiaram;

Agradeço ao Prof. Mauro Andreassa pela orientação no desenvolvimento deste trabalho;

Um agradecimento especial a minha esposa Juliana, pelo precioso apoio dado durante todo o curso e no apoio na execução deste trabalho.

Agradeço muito minha sogra Márcia pois sem ela eu não teria feito este curso.

## **RESUMO**

O objetivo deste trabalho é analisar os diversos materiais constituintes do veículo e seu impacto no meio ambiente. Tratamos de alguns aspectos do projeto, construção, uso e disposição final dos veículos automotores. Buscamos entender como as decisões no projeto para atender os requisitos de desempenho e segurança veicular, podem impactar na reciclagem dos veículos. Examinamos como alguns outros países estão enfrentando esse desafio. Abordamos também implicações dos tributos e como eles podem incentivar ou obstruir práticas sustentáveis. Avaliamos como a legislação deve ser aprimorada para desenvolver a indústria da reciclagem automotiva. Analisamos as condições atuais presentes no país para tratamento de veículos em final do ciclo de vida e identificamos os desafios, as barreiras e oportunidades do tratamento dos Veículos em Final de Vida no Brasil. Por fim, elaboramos sugestões para otimizar o reaproveitamento dos materiais e energia envolvida no processo.

**Palavras-chave:** Reciclagem Automotiva, Veículos em Final de Vida.

## ***ABSTRACT***

The objective of this study is to analyze the various constituent materials of the vehicle and its impact on the environment. We dealt with some aspects of the project, construction, use and final disposal of automotive vehicles. We tried to understand how the decisions within the project to meet the performance requirements and vehicle safety impact the recyclability of motor vehicles. We examined how some other countries are facing this challenge. We also discussed implications of the taxes and how they encourage or obstruct sustainable practices. We looked at how the legislation must be improved to develop the automotive recycling industry. We examined the current conditions present in the country for treatment of vehicles at the end of the cycle of life and identified the challenges, barriers and opportunities for the treatment of end-of-Life Vehicles in Brazil. Finally, we submitted suggestions to optimize the reuse of materials and energy involved in the process.

Key Words: Recycling Automotive, End-of-Life Vehicles

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>11</b>
<b>3 MÉTODOS E TÉCNICAS .....</b>	<b>11</b>
<b>4 RECILAGEM: PRINCIPAIS ASPECTOS TÉCNICOS .....</b>	<b>12</b>
<b>4.1 TIPOS DE RECICLAGEM .....</b>	<b>13</b>
<b>5 TECNICAS DE SEPARAÇÃO E MATERIAIS ENVOLVIDOS .....</b>	<b>17</b>
<b>5.1 OS CUSTOS OPERACIONAIS .....</b>	<b>17</b>
<b>5.2 TRANSPORTE E ACONDICIONAMENTO DE VEÍCULOS EM FINAL DE VIDA.....</b>	<b>19</b>
<b>5.3 MATERIAIS CONSTITUINTES DE UM VEICULO. ....</b>	<b>19</b>
<b>5.3.1 METAIS .....</b>	<b>21</b>
<b>5.3.2 PLÁSTICOS .....</b>	<b>21</b>
<b>5.3.3 BORRACHAS.....</b>	<b>22</b>
<b>5.3.4 ESPUMAS, TECIDOS, CARPETES E FORRAÇÕES.....</b>	<b>23</b>
<b>5.3.5 VIDROS. ....</b>	<b>24</b>
<b>5.3.6 BATERIAS.....</b>	<b>25</b>
<b>5.3.7 COMPONENTES ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS.....</b>	<b>26</b>
<b>5.3.8 CATALISADOR.....</b>	<b>27</b>
<b>5.3.9 COMPONENTES PIROTÉCNICOS .....</b>	<b>28</b>
<b>5.3.10. FILTRO DE ÓLEO .....</b>	<b>28</b>
<b>5.3.11. LUBRIFICANTES .....</b>	<b>29</b>
<b>5.3.12 COMBUSTÍVEIS .....</b>	<b>29</b>
<b>5.3.13 FLUIDO HIDRÁULICO DE FREIOS .....</b>	<b>30</b>
<b>5.3.14 FLUIDO DO AR CONDICIONADO .....</b>	<b>30</b>
<b>5.4 RESÍDUOS DE FRAGMENTAÇÃO AUTOMOTIVA.....</b>	<b>31</b>
<b>6 DIMENSÃO DO PROBLEMA NO BRASIL.....</b>	<b>33</b>
<b>6.1 PERSPECTIVA QUANTITATIVA.....</b>	<b>34</b>
<b>6.2 QUESTÕES DO TRATAMENTO DE VEÍCULOS EM FIM DE VIDA NO BRASIL .....</b>	<b>35</b>
<b>7 DIRETIVAS DE RECILAGEM AUTOMOTIVA PELO MUNDO .....</b>	<b>36</b>
<b>7.1 DIRETIVA EUROPÉIA .....</b>	<b>36</b>
<b>7.2 DIRETIVA PORTUGUESA .....</b>	<b>37</b>
<b>7.3 DIRETIVA ARGENTINA.....</b>	<b>41</b>
<b>7.4 O PROGRAMA “CARS” AMERICANO .....</b>	<b>41</b>

<b>7.5 RECICLAGEM AUTOMOTIVA NO JAPÃO .....</b>	<b>44</b>
<b>7.6 PROGRAMA BRASILEIRO DE RENOVAÇÃO DA FROTA.....</b>	<b>44</b>
<b>7.7 DESAFIOS TECNOLOGICOS PARA OS VEICULOS NO FUTURO.....</b>	<b>47</b>
<b>7.7.1METAS E OBJETIVOS PARA RECICLAGEM DOS VEÍCULOS EM FIM DE VIDA.....</b>	<b>49</b>
<b>7.7.2 ESTRATEGIAS PARA ATINGIR OS 95% DE RECICLABILITY.....</b>	<b>50</b>
<b>8 OUTROS ASPECTOS DO TRATAMENTO DE VEÍCULOS EM FINAL DE VIDA NO BRASIL..</b>	<b>50</b>
<b>8.1 A CARGA TRIBUTÁRIA SOBRE O AUTOMÓVEL BRASILEIRO .....</b>	<b>51</b>
<b>9 DISCUSSÃO E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>53</b>
<b>10 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>54</b>
<b>REFERÉNCIAS: .....</b>	<b>55</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria automobilística produz alguns dos bens mais desejados pelas pessoas, os carro. Embora seja considerado um bem durável, as mudanças de estilo e os avanços tecnológicos tem levado à redução da vida útil dos automóveis. Ao mesmo tempo, eles são constantemente re-projetados para atender nossas necessidades crescentes por melhores produtos. Essas demandas por produtos novos e mais modernos tem implicado em um grande custo para nossos recursos naturais, como excessiva utilização de matérias primas, água e energia, durante a produção, uso e final de ciclo de vida destes bens.

De acordo com OICA (2011), em 1999 foram produzidos pouco mais de 55 milhões de veículos automotores no mundo todo e em 2010 foram aproximadamente 78 milhões.

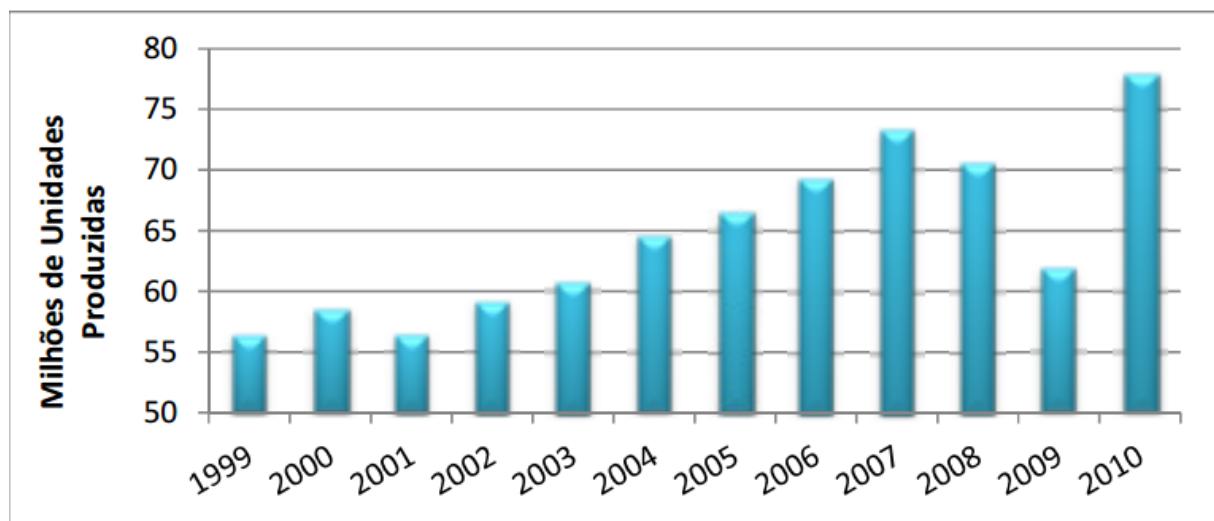


Figura 1.1: Gráfico de Unidades de Veículos Produzidas Mundialmente, FONTE: OICA, 2011

No Brasil, a frota recebe todo ano mais de 3,5 milhões de novos veículos. Por um lado, observa-se que o uso de veículos automotores com motores a explosão tem sido identificado como uma das principais atividades emissoras de gases de efeito estufa e de problemas de saúde com origem na poluição atmosférica (UNEP 2011), tendo portanto importância capital na gestão voltada para as mudanças climáticas. Nesse contexto, estudar alternativas de transporte, incluindo tecnologias mais limpas tais como o uso de carro elétrico, combustíveis alternativos e motores mais econômicos tem sido objeto e foco de diversos estudos em busca de inovação tecnológicas que tornem essa atividade mais sustentável.

Por outro lado existe uma quantidade cada vez maior de carros em circulação, utilizando uma variedade cada vez maior de matérias, e com um ciclo de vida cada vez mais curto. Isso significa que num futuro próximo teremos quantidades cada vez maiores de veículos em fim

de vida útil para serem destinados. Separar os materiais, classificá-los e buscar diferentes soluções de destino final dessa sucata pode se tornar portanto , um desafio considerável. A destinação dos veículos em fim de vida útil será cada vez mais um problema, com o aumento do mercado automobilístico no Brasil e no mundo.

Trata- se, portanto, de um problema ambiental com tendência de crescimento, e que deve ser objeto de estudo para estabelecimento de soluções técnicas e políticas que viabilizem soluções compatíveis com os princípios do desenvolvimento sustentável.

Desmontar, separar, despoluir e recuperar as partes do automóvel para reinserir seus matérias na cadeia produtiva torna-se então um problema tão complexo quanto sua produção.

O automóvel é um conjunto de sistemas complexos com equipamentos mecânicos hidráulicos e elétricos; sistemas de resfriamento do motor; sistema de climatização da cabine dos passageiros; sistemas eletrônicos de monitoramento do motor; sistema de iluminação e sinalização; sistema de navegação; computador de bordo; piloto automático; sistema de alarme e travas comandado a distancia; sistema de tratamento dos gases do escapamento e sistema de produção e acumulo de energia, apenas para citar alguns, o que torna um dos produtos fabricados em série que mais utiliza matérias em diversidade e quantidade.



Vidros



Comp . Plastico



Combustivel



Oleos/Fluidos



Pneus



Catalisador



Liq . Refrigeração

Comp .  
Piel e tecnicos

Fluido AC



Peças reutilizaveis



Filtro oleo

Figura 1.2: Exemplo de separação de peças para tratamento de reciclagem, FONTE: VALORCAR 2006

Um dos principais desafios da indústria automobilística é reduzir os efeitos danosos dos seus produtos ao meio ambiente durante a produção, o uso e o descarte final, através de processos eficazes a escolha de materiais que demandem menores quantidades de matérias-primas, menos energia para serem convertidos e sejam mais fáceis de serem reaproveitados no final de vida.

Se dispostos de forma inadequada, os resíduos automotivos podem causar desperdícios de recursos não-renováveis; contaminação do solo e corpos de água por óleo; ácido, metais pesados e dioxinas; danos a camada de ozônio; ocupação de espaço em aterros e carcaças abandonadas pelas ruas.

Esse trabalho visa explorar a questão da destinação de veículos em fim de vida, separação de cada material, as dificuldades existentes, o destino de cada um, apresentando diretrizes para que as soluções relativas a essa problemática sejam implantadas na direção do desenvolvimento sustentável.

## **2 OBJETIVOS**

O objetivo geral do estudo é contribuir para a ampliação da base de conhecimentos nas cadeias de reciclagem utilizados no setor automobilístico, visando minimizar o consumo de matérias-primas primárias, além de proporcionar uma utilização sustentável dos recursos energéticos. Averiguamos como outros países estão enfrentando esse desafio, avaliamos as condições atuais presentes no país para tratamento de veículos em final do ciclo de vida e identificamos os desafios, as barreiras e oportunidades do tratamento dos Veículos em Final de Vida no Brasil. Finalmente, oferecemos sugestões para otimizar o reaproveitamento dos materiais e energia envolvida no processo.

## **3 MÉTODOS E TÉCNICAS**

O caráter exploratório imprimido deve-se a bibliografia relativamente escassa sobre o tema, bem como a recente aceleração da dinâmica do mercado automotivo.

Para realização deste trabalho, buscou-se construir uma base factual por meio de busca de informações:

- 1) Nos sítios da internet das instituições e associações do setor, tais como Associação de Engenharia Automotiva (AEA), Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores (FENABRAVE),

Organization Internationale des Constructeurs d'Automobiles (OICA), e Sindicato do Comércio Atacadista de Sucata Ferrosa e Não Ferrosa (SINDIFESA) entre outras.

- 2) Em bancos de dados e mecanismos de buscas de artigos científicos, por meio do portal da CAPES.
- 3) Em revistas especializadas, como CESVI Brasil, Quatro Rodas, Isto É, Exame, Ambiente Brasil, Época, Jornal Valor Econômico, Ecodebate, entre outras.

Montou-se uma panorama das informações relevantes do setor automotivo por meio de uma adequada revisão biográfica, abordando as questões ambientais relativas aos materiais utilizados na construção do carro e suas questões quanto a reciclagem; diretrizes de projeto que facilitam a reciclagem; e soluções aplicadas em outros países.

Adicionalmente, a fim de prospectar e avaliar a dimensão dos problemas no presente e no futuro, foram obtidas informações bibliográficas sobre a lista dos veículos mais vendidos no Brasil e seu peso, sendo feitas estimativas com base nas proporções de veículos vendidos. Com base em dados de quantidades de unidades de veículos por modelo, fornecidos pela ANFAVEA (2011) e em dados de peso dos veículos coletados diretamente nos sítios dos fabricantes e em revistas especializadas, foi calculado o peso médio do automóvel vendido no Brasil de acordo com o seguinte:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^{50} vi \times pi}{\sum_{i=1}^{50} vi}$$

Onde:

P= peso médio dos 50 veículos mais vendidos

Vi= numero de veículos vendidos por ano

Pi= peso de cada modelo de veículo

Não se espera obter números exatos, que iriam requerer modelos mais sofisticados, mas apenas demonstrar a ordem de grandeza do problema, por isso essa estimativa simplificada foi utilizada.

#### **4 RECILAGEM: PRINCIPAIS ASPECTOS TÉCNICOS**

Serão apresentados a seguir alguns dados técnicos referentes à reciclagem de uma forma geral no Brasil, com ênfase na Indústria Automobilística.

#### **4.1 TIPOS DE RECICLAGEM**

Segundo CEMPRE [19], as formas de reciclagem mais utilizadas, com os materiais derivados do indústria automobilística são o, reuso, reciclagem energética, reciclagem química, reciclagem mecânica chegando até a reutilização industrial de materiais nesta ou em outras indústrias.

Reuso - trata-se de retirar componentes de um veículo em fim de ciclo de vida e utilizá-lo em outro veículo com a mesma função. A reutilização industrial ou de matérias “latu sensu” nada mais é do que a retirada de partes, ou peças de um produto, que ainda seja reutilizáveis, com nenhuma ou pouca alteração, ou seja, em um sentido amplo, um novo uso. Exemplos de reutilização de pneus que podem ser recauchutados algumas vezes antes de ser descartado e ser utilizados em outros tipos de reciclagem, lâmpadas, baterias com alguma carga, e peças de automóveis que sofreram acidentes, onde ocorreu a destruição de algumas partes do mesmo, mas não foram danificadas.

- Reciclagem energética - tem estreita relação com a incineração de resíduos. Ela é feita a partir de uma instalação de combustão de resíduos, mas se difere da usina de incineração porque gera um produto, a energia (eletricidade e calefação), que pode ser vendido ou reutilizado para abastecer processos.

Esse tipo de reciclagem pode ser bastante vantajoso para a indústria, por prover um certo grau de autossuficiência energética.

Esse tipo de reciclagem tem como grande desvantagem a emissão de poluentes na atmosfera, que pode ser minimizada através de uma preocupação prévia com o tratamento desse resíduo. Um exemplo desse processo é a reciclagem de pneus.

- Reciclagem química - visa recuperar compostos químicos, que deram origem aos materiais plásticos ou seus compósitos. Isso é possível com a quebra parcial ou total das moléculas dos resíduos plásticos, selecionados, limpos, através de reações químicas. Os materiais obtidos exigem tratamento dispendioso na purificação final. No Brasil, a reciclagem química é feita para o poli (metacrilato de metila), PET, em para-choques de automóveis (PPE, PA, PC, ABS) em freios e em tanques de combustível (PE). O objetivo dessa recuperação dos compostos e substâncias químicas é reutilizá-los como matéria-prima secundária na produção de novos materiais plásticos.

- Reciclagem mecânica - consiste na redução de tamanho e reprocessamento dos materiais transformando-os em matéria prima secundária. Esse tipo de reciclagem fecha o ciclo de reciclagem de um produto, onde ele pode voltar a ser utilizado como matéria-prima para gerar o mesmo produto que fora ou um novo produto, continuando a contribuir com a indústria.

Tecnicamente hoje todos os materiais que entram na composição do automóvel são recicláveis, mas os metálicos, que ainda representam em média 70% do peso de um veículo, permanecem sendo os mais intensamente reciclados em todo o mundo. Isso porque a reciclagem dos metais é a que traz maior vantagem econômica, quer no processo de recuperação/separação, quer seja na qualidade dos novos produtos feitos a partir do material secundário obtido. (MEDINA, 2002).

À medida que a população urbana aumenta, aumenta o acesso desta aos bens de consumo, ou seja pelo aumento do poder aquisitivo ou pela queda do preço relativo dos produtos, cresce a preocupação com a destinação dos resíduos sólidos gerados no processo.

A recicabilidade de um produto só se justifica quando existe uma cadeia de recicladores disposta a receber os resíduos e reaproveitá-los, ou seja, quando a reciclagem é industrial e economicamente viável.

A indústria atualmente estabelecida possui uma sofisticada cadeia de fornecimento de matérias-primas e produtos acabados, mas não possui canais eficientes para destinação desses materiais após o uso e descarte. Geralmente é mais simples utilizar matérias-primas virgens comparativamente aos materiais reciclados devido ao pouco desenvolvimento dos canais de retorno.

Para que a reciclagem gere o menor impacto sobre o meio ambiente e garanta o melhor aproveitamento econômico dos materiais, uma sequência de operações deve ser seguida.

Ao ser encaminhado para um Centro de Reciclagem Veicular, deve ser realizado o registro de destruição do veículo para informar o Departamento de Trânsito para dar baixa no licenciamento e placa do veículo.

Em seguida é realizada a despoluição do veículo em final de vida. Nesta etapa são removidos os fluidos do veículo: combustível, óleo lubrificante do motor, fluido de freio, líquido de arrefecimento, líquido do reservatório do lavador de para-brisas, combustível no reservatório de partida a frio, gás do sistema de ar condicionado e óleo dos amortecedores.

Todos estes materiais devem ser contidos em recipientes adequados. O piso dessa instalação deve ser impermeável, com pequena declinação e canaletas de contenção, para evitar que eventuais derrames contaminem o solo, o lençol freático, galerias de esgotos e águas pluviais.

Ainda nesta etapa devem ser removidos a bateria, os pneus, e os filtros de ar, óleo e combustível devido ao seu alto potencial de contaminação e em obediência a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Após a etapa de despoluição, pode ser realizada a desmontagem e separação das diversas partes de um veículo que poderão ser destinadas à reutilização ou reciclagem conforme o valor econômico de cada componente e as funções que desempenham no funcionamento do veículo, sejam estéticas, mecânicas ou estruturais.

Na desmontagem, são separados os tecidos e espumas constituintes dos bancos e tapeçaria do veículo, vidros, plásticos, borrachas, bem como metais nobres presentes em componentes como catalisador e radiador.

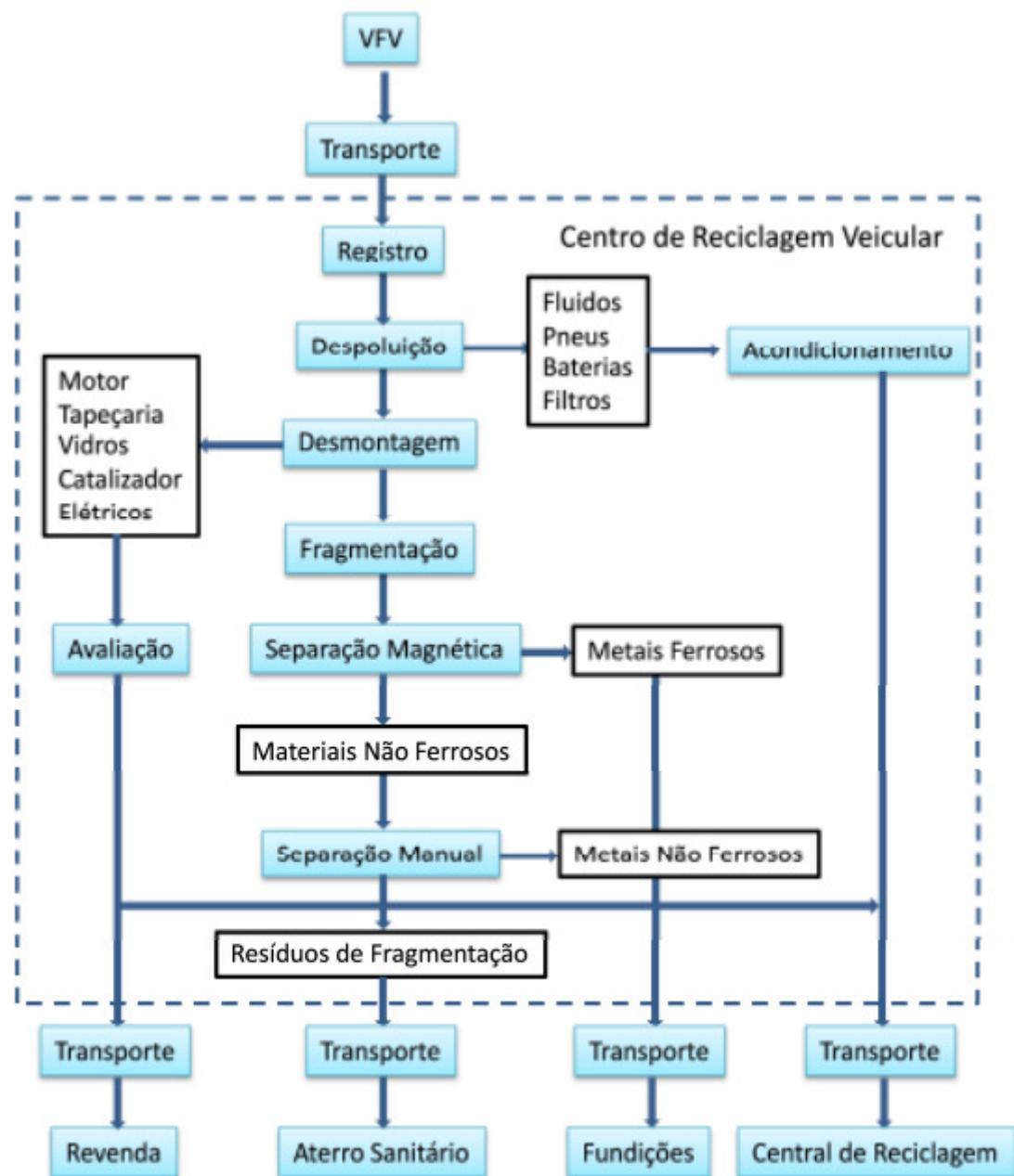


Figura 4.1 – Diagrama de processamento de Veículos em Final de Vida – Elaborado pelo Autor.

Após serem despoluídas e desmontadas, as carcaças dos veículos são trituradas em máquinas específicas para este fim, gerando pequenos pedaços com características diferentes: metais ferrosos (aço); metais não ferrosos (cobre, alumínio, magnésio, etc.) e; resíduos de fragmentação (plásticos, borracha, resíduos metálicos de pequena dimensão, etc.).

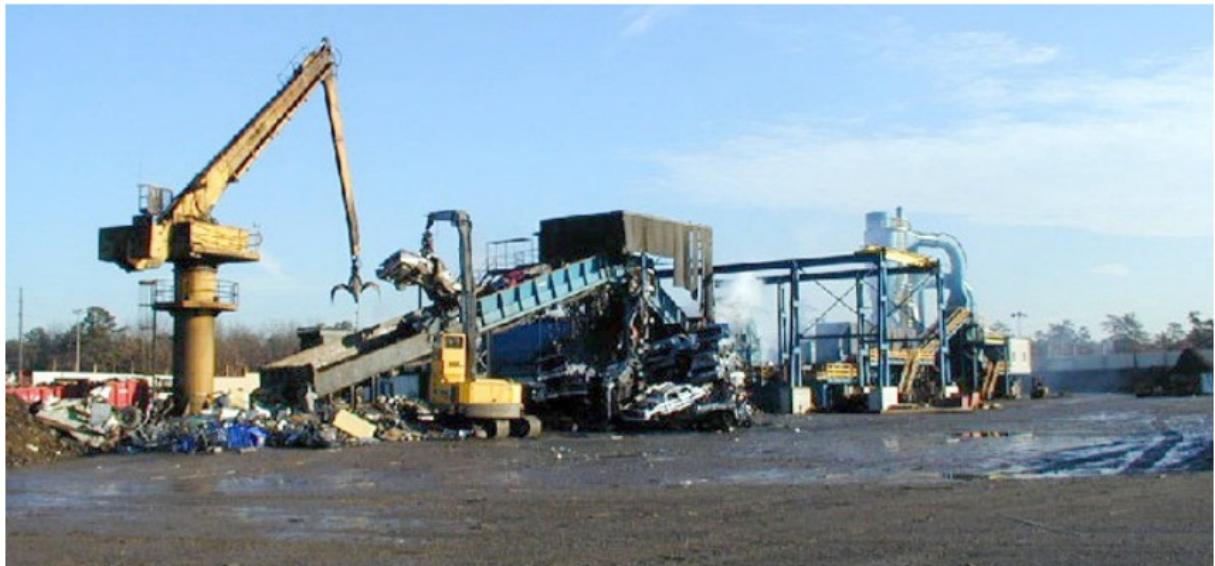


Figura 4.2: fragmentadora de Automóveis. FONTE: <http://rarakean.livejournal.com>

Após o processo de Trituração, os metais ferrosos são separados dos outros materiais por separação magnética. Processos de separação automáticos ou manuais permitem, em seguida separar os materiais restantes.

De acordo co Ferrão, Nazareth e Amaral (2006) no processo de fragmentação, de 75% a 80% do peso de um veículo é reciclado. Como alguns países já estabeleceram um objetivo de 85% para ser atingido ate 2015, é evidente que novas tecnologias de separação necessitam ser desenvolvidas.

As frações de metais ferrosos e metais não ferrosos são posteriormente encaminhadas para reciclagem, sendo utilizadas como matéria-prima secundária em outros ciclos de produção como por exemplo, em siderurgias e fundições.

No Brasil, a indústria de beneficiamento de sucata foi estruturada nos anos 70 e utiliza como matéria prima a sucata de obsolescência (obtida após o consumo). O setor é composto por cerca de 3.000 pequenas e médias empresas com capacidade para processar mensalmente até 420 mil toneladas de sucata. Cerca de 10 milhões de toneladas de sucata ferro e aço são consumidas anualmente em todo território nacional gerando cerca de 270.000 empregos em

toda cadeia produtiva. A sucata de absolescência vem participando com pouco mais de 1/3 do consumo nacional de sucata. Na média mundial as participação atinge a 45% do total consumido de sucata. (VASQUES, 2009).

## **5 TECNICAS DE SEPARAÇÃO E MATERIAIS ENVOLVIDOS**

Muitas pesquisas tem sido realizadas para desenvolver métodos de separação de Resíduos de Fragmentação Automotiva em substituição à separação manual. A maioria destes métodos utilizam as diferentes propriedades dos materiais, como atração magnética, condutividade elétrica, densidade ou solubilidade:

- Magnetismo – elementos ferromagnéticos são atraídos por um campo magnético. Este método é utilizado para os metais ferrosos.
- Corrente de Vento – sólidos são separados por gravidade em uma corrente de vento de acordo com as diferentes densidades, formas e dimensões. Partículas leves são sopradas enquanto partículas mais pesadas precipitam.
- Ciclone de Ar – separa o pó de outros materiais através de uma força centrífuga.
- Hidroclone – mesmo processo que o ciclone de ar, mas é utilizado para separar partículas sólidas de líquidos.
- Decantação – partículas sólidas são separadas conforme suas densidades pela imersão em fluidos de densidade intermediária.
- Corrente Induzida – materiais condutores são atraídos magneticamente através de correntes elétricas induzidas que percorrem os materiais.
- Precipitador eletrostático – pequenas partículas são eletricamente carregadas e depois atraídas por um campo elétrico.

Apesar das diversas tecnologias em desenvolvimento para separação de Resíduos de Fragmentação Automotiva, com a exceção da separação magnética, a viabilidade econômica desses processos ainda está muito distante da realidade. (FERRÃO, NAZARETH e AMARAL, 2006)

### **5.1 OS CUSTOS OPERACIONAIS**

De acordo com Hatschbach, Niemayer e Naveiro (2003) a viabilidade econômica do processo de reciclagem está diretamente relacionada aos custos associados ao processo.

Contribuem para o custo total:

- Custo de aquisição dos Veículos em Fim de Vida. Este depende da condição dos veículos e seus componentes e da demanda por esses componentes. Em algumas circunstâncias esse custo pode ser nulo ou negativo, isto é, as recicadoras podem receber para dar destinação adequada ao veículo.
- Custo de transporte. Estes custos dependem da distância a ser percorrida e do meio utilizado: caminhão cegonha, plataforma ou guincho para Veículos em Fim de Vida e caçambas ou caminhão tanque para os materiais e resíduos.
- Custo de armazenagem. O local onde os veículos ficam armazenados aguardando processamento também tem um custo. Estes custos são fortemente influenciados pela localização da recicladora e pelas leis locais.
- Custo dos equipamentos e operação, influenciado pela necessidade de equipamentos especiais, pela taxa de depreciação destes e pelas tarifas de energia.
- Custo de mão de obra para desmontar os veículos. Este custo é totalmente influenciado pelo projeto do veículo, pelo nível de automação da operação, pelo nível de especialização requerida e pelos benefícios sociais concedidos e pelos encargos sociais pagos.
- Custo de limpeza, inspeção, embalagem, armazenamento, gerenciamento e distribuição dos componentes a serem revendidos.
- Custo de tratamento e adequada disposição dos resíduos automotivos, dependentes da classificação desses resíduos.

Para a viabilidade econômica do processo de reciclagem esses custos deveriam ser compensados pela venda dos materiais recicláveis, venda dos componentes a serem reutilizados e pela venda da energia recuperada pela incineração. Porém essa equação não fecha, na totalidade dos países pesquisados.

O incentivo previsto no programa de renovação de frota deverá ser, como proposto inicialmente no Brasil, subsidiado por redução de impostos de produção, já que a atividade de reciclagem por si é insuficiente para gerar receitas que se reverta em subsídios. (COLOMBO Jr., 2005).

De acordo com Balabenute (2004) os Centros de Reciclagem Veicular são inviáveis economicamente, se considerarmos que a venda dos materiais recicláveis não cobre os custos de operação deste tipo de negócio.

Como as despesas são muito inferiores às receitas, no mundo todo discute-se quem deve pagar pelos custos do adequado tratamento dos Veículos em Final de Vida: o último proprietário, os

fabricantes ou a sociedade através dos governos pela redução de impostos, ou destinação de fundos públicos para esta finalidade.

## **5.2 TRANSPORTE E ACONDICIONAMENTO DE VEÍCULOS EM FINAL DE VIDA.**

Um dos fatores que implicam em altos custos para o tratamento de Veículos em Final de Vida é o transporte destes e dos materiais resultantes do processo.

A forma como é efetuado o transporte de Veículos em Final de Vida pode condicionar a posterior valorização dos seus componentes, além de causar risco de escape de gases e líquidos para o meio ambiente.

Por essa razão, alguns cuidados devem ser requeridos ao manusear e acondicionar Veículos em Final de Vida:

- Não alterar a forma física do Veículo em Final de Vida, principalmente por compactação antes que este tenha sido convenientemente despoluído.
- Não utilizar pinças metálicas para a carga e descarga de Veículos em Final de Vida, pois estas podem perfurar as tubulações e gerar escape de poluentes além de danificar componentes que poderiam ser reaproveitados como vidros, faróis e lanternas. Uma alternativa é a utilização de cintas.
  - Não sobrepor ou empilhar veículos pelos mesmos motivos acima. Estes devem ser separados em prateleiras ou estantes.

## **5.3 MATERIAIS CONSTITUINTES DE UM VEÍCULO.**

A composição dos veículos varia muito em função da idade, modelo, tecnologia e do fabricante do veículo, conforme podemos observar em um estudo feito pela General Motors em 1998, com modelos de 3 diferentes fabricantes (GENERAL MOTORS, 1999).

TABELA 5.3.0.1 - Peso Relativo dos Materiais Automotivos:

Peso Relativo dos Materiais								
	VW Fusca 1979	%	Chevette 1980	%	Fiat 147 1981	%	Média Ponderada	
Peso Total	765,9	100,0%	854	100,0%	748,2	100,0%	2368,1	100,0%
Bateria	10	1,3%	10	1,2%	10	1,3%	30	1,3%
Pneus	33,6	4,4%	33,6	3,9%	33,6	4,5%	100,8	4,3%
Aço	515,6	67,3%	568,3	66,5%	457,6	61,2%	1541,5	65,1%
Ferro Fundido	116,6	15,2%	147	17,2%	135,5	18,1%	399,1	16,9%
Alumínio	36,4	4,8%	13	1,5%	19,5	2,6%	68,9	2,9%
Tecido	2,5	0,3%	3,1	0,4%	2,4	0,3%	8	0,3%
Espuma	7	0,9%	13	1,5%	8,8	1,2%	28,8	1,2%
Vidros	19,9	2,6%	29,8	3,5%	26,2	3,5%	75,9	3,2%
Lubrificantes	3	0,4%	3	0,4%	3,5	0,5%	9,5	0,4%
Plástico	2	0,3%	10,1	1,2%	28,3	3,8%	40,4	1,7%
Borracha	8,5	1,1%	14,1	1,7%	11,8	1,6%	34,4	1,5%
Fiação elétrica	3,4	0,4%	2,5	0,3%	5,8	0,8%	11,7	0,5%
Outros materiais	6,9	0,9%	6,5	0,8%	5,2	0,7%	18,6	0,8%

FONTE: General Motors do Brasil, 1998

Note nos dados acima, o significativo aumento no uso dos plásticos no VW Fusca (0,3%), um veículo projetado em meados dos anos 30 comparado ao plástico utilizado no Chevette (1,2%) e no Fiat 147 (1,7%), ambos projetados no início dos anos 70.

O mesmo pode ser afirmado em relação ao aumento do uso de espumas e borrachas, para absorver trepidações e ruídos, e assim melhorar o conforto, e o aumento da área envidraçada, para melhorar a visibilidade e a segurança dos passageiros.

Podemos também observar a variação dos materiais constituintes dos veículos na tabela abaixo, com 3 modelos de carros representativos do Japão, Europa e Estados Unidos apontam diferenças de composição de diversos materiais utilizados na fabricação de veículos.

TABELA 5.3.0.2 – Composição Média de Veículos em Fim de Vida Japonês, Europeu e Americano.

Material	Japonês (1992)		Europeu (1998)		Americano (1994)	
	Peso (kg)	%	Peso (kg)	%	Peso (kg)	%
<b>Metais Ferrosos</b>	818,3	68,8	778,3	65,4	973	67,7
<b>Metais Não Ferrosos</b>	31,2	2,3	23,8	2,0	26,3	1,8
<b>Alumínio</b>	86,9	7,3	95,2	8,0	82,4	5,7
<b>Borracha</b>	40,7	3,4	66,6	5,6	60,7	4,2
<b>Plástico</b>	97,2	8,2	105,0	9,3	114,4	7,8
<b>Vidro</b>	36,9	3.1	34,5	2,9	40,3	2.8
<b>Outros</b>	78,8	6,9	81,8	6,8	143.3	10,0
<b>Total</b>	1190	100	1184,3	100	1437,4	100

FONTE: Ferrão, Nazareth e Amaral, 2006

A reciclagem de um veículo é altamente influenciada pelos materiais empregados. Em um exemplo extremo, se compararmos a perua Kombi, o primeiro carro que a Volkswagen fabrica no Brasil, desde 1957, até hoje, com o mais moderno modelo esportivo de alto desempenho da Corvette, os materiais empregados são totalmente diferentes.

Enquanto o primeiro ainda apresenta carroceria, para-choques, rodas e tanque de combustível de aço, facilmente recicláveis, o segundo carro terá carroceria e componentes de fibras de carbono de baixo peso, discos de freio de material cerâmicos, rodas, bielas e válvulas de pistões de titânio de alta resistência, além de maior presença de eletrônica embarcada, mais difíceis de serem reciclados.

Para efeito de processamento de Veículos em Final de Vida, devemos especificar os diferentes materiais constituintes e um veículo, e seus respectivos tratamentos:

### **5.3.1 METAIS**

Um veículo é constituído por metais ferrosos (ferro, aço) e metais não ferrosos (alumínio, cobre, magnésio, chumbo, níquel).

Os metais ferrosos são facilmente separados dos outros materiais mediante a passagem por um campo magnético. Os metais não ferrosos são separados através de técnicas de triagem automáticas ou manuais.

A vantagem da utilização de metal nos automóveis, comparativamente a outros materiais, é que o metal pode ser reciclado indefinidamente com baixo custo e alta eficiência no processo mantendo as mesmas características. Os metais ferrosos são fundidos em siderurgias, sendo posteriormente utilizados como matéria-prima para a fabricação de vigas para a construção civil, por exemplo. Os metais não ferrosos são fundidos em fundições, sendo posteriormente utilizados como matéria-prima para o fabrico de outros produtos relacionados.

A pintura, as massas de vedação e as placas asfálticas antirruídos aplicadas à carroceria, apesar de serem contaminantes, são reciclados junto com o metal, visto que a separação desses componentes não é viável economicamente. Esses materiais são eliminados durante o processo de fundição, convertendo-se em cinzas.

### **5.3.2 PLÁSTICOS**

De acordo com Medina (2003) os plásticos foram introduzidos nos carros nos anos 70 para tornar o carro mais leve e reduzir o consumo de combustível e apenas 15 anos após, dobraram sua participação no peso dos veículos.

Na indústria automobilística, a crescente utilização de plásticos reduz o peso e aumenta a eficiência dos veículos. O principal método de reprocessamento desses plásticos passa pela desmontagem e separação das peças e pela Trituração do material separado. Hoje tecnicamente todos os plásticos utilizados em automóveis são recicláveis, mas exigem uma marcação específica dada sua grande diversidade. (MEDINA, 2002).

Em um veículo podem ser encontrados até 40 diferentes tipos de plásticos, com diferenças de componentes, aditivos e corantes. Essa diversidade dificulta e mesmo em alguns casos inviabiliza a reciclagem.

Tecnologias de tratamento químico para descontaminação ainda necessitam ser desenvolvidas, enquanto a separação manual é muito cara, inviável em grande escala. Plásticos reciclados, diferentemente dos metais, perdem sua pureza quando processados e normalmente são destinados a utilizações menos nobres que a produção automobilística.

### **5.3.3 BORRACHAS**

Presentes nos pneus, mangueiras, pedais, volante, vedações das portas e cavidades, coxins do motor e suspensão.

Atualmente, a maioria das borrachas presentes em um automóvel não se apresenta na forma mais pura, pois contém malha de aço (pneus), almas de aço (mangueiras e guarnições) ou anéis de aço (coxins) que aumentam sua resistência estrutural.

O método de reciclagem das borrachas mais utilizado envolve a Trituração. O resultado deste processo em forma de granulado de borracha podendo ser utilizado em pisos sintéticos ou na composição do pavimento asfáltico. A adição de borracha no asfalto aumenta a sua vida útil conferindo melhores propriedades de elasticidade para resistir às variações de temperatura, além de reduzir o ruído gerado pelo atrito dos pneus com o piso.

Outra forma muito comum de utilização da borracha é a valorização energética em fornos de siderurgia ou de cimento, devido às suas propriedades de queima, semelhantes ao carvão e pouco inferiores ao petróleo.

[...] Os pneus são também valorizados energeticamente, por co-incineração ou pirólise (tem um poder calorífico líquido de 32 a 34 MJ/kg, sendo que uma tonelada de pneus é equivalente à mesma quantidade de carvão de boa qualidade ou a 0,7 toneladas de petróleo). (VALORCAR, 2008, pg 27).

A utilização de borracha para queima em fornos requer instalação de equipamentos de controle de emissões, mas a diferença de preço em comparação com outros combustíveis tem se mostrado vantajosa em projetos de longo prazo.

A queima de pneus para recuperação energética vem encontrando dificuldades legais impostas em algumas legislações estaduais e nacionais nos Estados Unidos (STAUDINGER e KEOLEIAN, 2001, pg. 37).

Para diminuir os impactos ambientais causados por pneus inservíveis no meio ambiente, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) publicou em 26 de Agosto de 1999 a resolução número 258 obrigando as empresas nacionais e importadoras de pneus a recolher e dar destinação adequada a pneus no território nacional.

Em 2010 o Brasil reciclagem 311 mil toneladas de pneus, equivalente a 67 milhões de pneus de automóveis. 64% desse volume seguem para as caldeiras da indústria de cimento e papel e celulose, enquanto os outros 36% são transformados em cimento ecológico, asfalto permeável e artefatos de borracha (RECICLANIP 2011).

#### **5.3.4 ESPUMAS, TECIDOS, CARPETES E FORRAÇÕES.**

Tecidos são utilizados na forração dos bancos e painéis de porta, locais em que normalmente os ocupantes têm contato contínuo com o veículo. Além de proporcionar conforto ao tato, também possuem uma função estética. Normalmente são compostos por fibras sintéticas. Quando removidos dos Veículos em Final de Vida podem ser reciclados, porém tem uma destinação menos nobre ao serem utilizados como matéria prima para novos veículos.

As espumas garantem o conforto ao amortecer as imperfeições do piso, evitando transmiti-las aos passageiros. Têm em sua formulação o Poliuretano (PU) e possuem baixo potencial de reciclagem, devido ao pequeno valor comercial atribuído a esse material.

Os carpetes, além, de servirem de acabamento estético na cabine e porta-malas, também desempenham a função de atenuar o ruído para os passageiros. O carpete tem em sua composição o nylon, e pode ser reciclado.

Tecidos, espumas, carpetes e algumas forrações antirruídos podem ser submetidos à reciclagem energética.

O forro do teto, como os painéis de porta são normalmente compostos por um substrato de espuma de poliuretano reforçado por camadas de fibra de vidro e revestido de tecido.

Lã de rocha e também lã de vidro são utilizados no isolamento acústico e térmico do motor e rotas dos tubos de escapamento, devido à suas propriedades físicas, porém estes materiais são de difícil reciclagem.

Exemplos de compósitos fabricados a partir de fibras naturais pesquisados com o objetivo de aplicar nos veículos comerciais:

- Aglomerado de Fibra de Coco & Látex substituindo o Poliuretano (PU) petroquímico.
- Manta de fibra natural com a resina PU vegetal (mamona) revestido com vinil substituindo o PU sintético e a fibra de vidro.
- Manta de fibra natural com resina de poliéster insaturada substituindo a fibra de vidro.
- Manta de fibra natural com termoplástico PP substituindo a fibra de vidro.

As fibras naturais têm apresentado um custo competitivo com as fibras em uso na indústria automotiva, como a fibra de vidro. Estas fibras possuem densidade menor, o que permite fabricar peças com menor peso e resistência mecânica. Por possibilitarem a reciclagem energética podem ser uma boa alternativa às fibras sintéticas quando as propriedades de isolamento térmico e resistência ao fogo assim o permitirem. (HEITZMANN et al, 200-?).

### **5.3.5 VIDROS.**

Formulação de sódio, cal e sílica.

Os vidros automotivos são temperados para evitar a formação de lâminas em caso de quebra e melhor proteger a integridade dos passageiros em eventuais colisões. O vidro traseiro inclui geralmente uma resistência metálica para desembasar os vidros por aquecimento.

Os automóveis mais modernos possuem vidros colados à carroceria para melhorar as condições aerodinâmicas e reduzir ruídos causados atrito com o ar deslocado no movimento do carro. Os vidros colados também conferem maior resistência estrutural ao veículo. Porém, o adesivo utilizado na instalação dos vidros dificulta a operação de desmontagem. Nos veículos mais antigos basta cortar a guarnição que prende o vidro ao veículo para efetuar a desmontagem.

No Brasil, a legislação de trânsito requer que o número Vehicle Identification Number (VIN) ou Número do Chassi seja gravado nos vidros com ataque ácido, o que dificulta a reutilização em outro veículo, reduzindo os roubos de veículos.

O vidro, após moído e separado das impurezas, pode ser utilizado como matéria-prima nas indústrias vidreira e cerâmica, conforme as características requeridas de coloração, granulometria, e pureza.

Nos Estados Unidos a organização Vehicle Recycling Partnership (Parceria para Reciclagem de Veículos) patrocinou um estudo de reciclagem de para-brisas na região metropolitana de Detroit para avaliar a viabilidade econômica dessa atividade. O objetivo do projeto era

reciclar os vidros danificados retirados dos veículos nas oficinas de reparo com um custo igual ou inferior aos custos de disposição em aterros. Entretanto os custos de coleta e transporte se mostraram um forte impedimento econômico. Estudos concluíram que deveriam ser recolhidas na rota de coleta mais de três toneladas de vidro por hora, quantidade que as oficinas não poderiam fornecer (STAUDINGER e KEOLEIAN, 2001, pg 47).

### **5.3.6 BATERIAS**

São componentes destinados a armazenar energia elétrica para alimentar o motor de partida e os sistemas eletroeletrônicos.

Normalmente as baterias automotivas são constituídas de Chumbo (60%), Plástico (p. ex. PP - polipropileno) e líquido eletrolítico, que pode ser uma solução de ácido sulfúrico.

As baterias devem ser retiradas do Veículos em Final de Vida por se tratar de um componente considerado corrosivo, e armazenadas de forma adequada para não derramarem o líquido eletrólito.

O processo de reciclagem mais utilizado consiste na retirada do líquido eletrólito e Trituração das baterias para efetuar a separação dos seus componentes. O ácido sulfúrico deve ser neutralizado com soda cáustica ou utilizado na formulação do sulfato de sódio, utilizado na fabricação de vidro, detergentes e outros produtos. O chumbo deve ser fundido. Depois de retiradas as impurezas, o chumbo pode ser utilizado na fabricação de novas baterias. O plástico (PP) é processado por extrusão e reutilizado.

De acordo com o Artigo 8º da Resolução CONAMA nº 401/08, [...] “ficam proibidas as seguintes formas de destinação final de baterias: lançamento ‘in natura’ a céu aberto; queima a céu aberto ou em recipientes, instalações ou equipamentos não adequados; lançamento em corpos d’água, praias, manguezais, terrenos baldios, poços ou cacimbas, cavidades subterrâneas, em redes de drenagem de águas pluviais, esgotos, eletricidade ou telefone, mesmo que abandonadas, ou em áreas sujeitas à inundação”.

Um carro elétrico é um veículo impulsionado por um motor elétrico, usando energia acumulada em baterias ou outros dispositivos de armazenamento, como capacitores.

Enquanto um motor automotivo à explosão converte apenas 30% da energia gasta em movimento, um motor elétrico transforma quase 100% da energia que produz, com pouca geração de calor ou ruídos. Isso indica uma maior utilização de veículos com motores elétricos, no futuro (BARRETO, 2009).



Figura 5.3.6: Conjunto de Baterias do Chevrolet Volt. FONTE: Chevrolet.com

Independentemente de qual fonte de energia vai abastecer eletricidade para o carro elétrico, seja hidroelétrica, termoelétrica, nuclear, eólica ou solar, o carro elétrico tende a ser mais um complicador na logística reversa automotiva. As baterias para carros elétricos e híbridos são bem mais potentes e maiores pesando até 250 quilogramas comparadas às dos veículos com motor a combustão (10 a 13 Kg). De fabricação complexa, elas também podem ser a peça mais cara do veículo, especialmente se considerarmos que em períodos de cerca de 3 anos, esse conjunto pesado de baterias deve ser disposta de forma sustentável.

Embora sejam unâimes em exaltar os benefícios ambientais dos carros elétricos, as fábricas de automóveis estão divididas quanto à melhor forma de descartar, reciclar ou reaproveitar as caras baterias que os alimentam.

De acordo com a Folha de São Paulo (31 dez.2011) apud Canal do Transporte (2011) as baterias mais novas e potentes, de lítio, são também menos valiosas para a reciclagem que as anteriores. O lítio é abundante em seus principais países produtores como Chile e Bolívia, além de custar cerca de cinco vezes mais para reciclar do que para extrair.

### **5.3.7 COMPONENTES ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS.**

Um circuito eletrônico é constituído de componentes eletrônicos como resistores, transistores, capacitores, indutores e diodos, interligados por fios ou trilhas em uma placa de circuito impresso, através do qual a corrente e sinais elétricos podem circular. Nos veículos

automotores. Esses circuitos executam diversas tarefas como: amplificar sinais, executar cálculos, transferir dados, enviar comandos e controlar funções.

Esses circuitos são normalmente encapsulados em caixas de polímeros ou metais, para dar resistência mecânica e protegê-los de umidade, poeira e outros agentes externos.

Os componentes são soldados a uma placa isolante de fenolite, fibra de vidro ou polímero perfurada e com trilhas de cobre, prata, ouro ou outras ligas, com a função e interligar eletronicamente os componentes. Além destes materiais, os circuitos elétricos contêm cobre, estanho, gálio, índio, paládio, e outros metais raros e de alto valor.

De acordo com Martins (2007) existem no Brasil poucas empresas no ramo de reciclagem de componentes eletrônicos, com tecnologia adequada e preocupação com a preservação ambiental. Por isso, a maior parte da sucata eletrônica é destinada aos aterros sanitários. Como esses componentes contêm elementos nocivos à saúde e ao meio ambiente, necessitam de um tratamento adequado desses resíduos.

Atualmente, somente uma pequena quantidade das placas de circuito impresso passa por um processo de reciclagem. Elas são tipicamente colocadas em fundições de cobre, o que oferece o risco de se liberar fumaças tóxicas danosas ao meio-ambiente. A maioria das placas são simplesmente incineradas ou jogadas em aterros sanitários, o que libera poluentes tóxicos, tais como metais pesados e dioxinas, nas águas subterrâneas e na atmosfera. (SIMONITE, 2007).

Alguns componentes eletrônicos possuem ainda mercúrio em sua composição: interruptores de iluminação, vidros com filamentos desembacantes, telas de entretenimento e navegação, faróis de alta densidade, sensores de Air Bag e pré-tensionadores dos cintos de segurança. Por esta razão, em 11 de agosto de 2006, nos Estados Unidos, a Agência de Proteção Ambiental - Environment Protection Agency - iniciou um programa nacional para recuperar de 80% a 90% de todo mercúrio existente nos componentes automotivos de Veículos e Final de Vida (EPA, 2006).

A diretiva europeia Restriction of Certain Hazardous Substances (RoHS – Restrição de determinadas substâncias Nocivas) restringe o uso de substâncias nocivas (chumbo, mercúrio, cádmio, cromo hexavalente, PPB e PBDE) em equipamentos eletroeletrônicos na etapa de fabricação e produção. Essa diretiva se aplica a produtos industrializados e comercializados na Europa, implicando que países que pretendem para lá exportar devem se adequar a este regulamento (INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA, 2007).

### **5.3.8 CATALISADOR.**

O catalisador ou conversor catalítico, presente nos veículos mais modernos, é um dispositivo usado para reduzir a toxicidade das emissões dos gases de escape de um motor de combustão interna, através de reações químicas com metais preciosos. Trabalha em conjunto com um sensor de oxigênio para regular a mistura de ar/combustível no motor.

É constituído de um corpo de aço envolvendo um bloco de cerâmica porosa recoberto por uma película ativa. Esta película é constituída por uma mistura de óxidos raros, pulverizada com pequenas quantidades de metais preciosos como Platina, Ródio e Paládio.

O catalisador é retirado do Veículos em Final de Vida devido ao alto valor dos metais nele presentes.

O processo de reciclagem mais utilizado consiste na abertura do corpo de aço e na remoção do material cerâmico. O material cerâmico é submetido a um processo de depuração (inclui, entre outras etapas, Trituração e fusão) que permite separar os metais preciosos.

### **5.3.9 COMPONENTES PIROTÉCNICOS**

Os detonadores dos airbags e os pré-tensionadores dos cintos de segurança são dispositivos presentes nos sistemas de segurança passiva dos veículos mais modernos.

Os airbags completam a função dos cintos de segurança, agindo conjunta e simultaneamente com o objetivo de reter o movimento dos ocupantes para frente.

A utilização destes sistemas começou a generalizar-se a partir da segunda metade da década de 90, mas no Brasil ainda tem uma baixa participação no mercado devido ao alto custo desses acessórios e falta de uma cultura de segurança.

O Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN, através das Resoluções nº 311 e 312 instituiu a obrigatoriedade do airbag, juntamente com sistema antitravamento de rodas o Anti Block System (ABS). A implantação que será de forma gradual, iniciou-se em 2010 com (8%) dos veículos comercializados e será concluída em 2014 de acordo com cronograma específico. (CONTRAN, 2009).

Os airbags são bolsas geralmente constituídas por um tecido de nylon ou de poliamida que se inflam através de um gatilho pirotécnico acionado eletricamente em caso de impacto ou capotamento do veículo.

Estes componentes devem ser retirados dos veículos e detonados para não colocar em risco a segurança das pessoas que realizam o desmonte. Sua eventual reutilização pode colocar em risco a segurança dos ocupantes dos veículos que receberem esses componentes.

### **5.3.10. FILTRO DE ÓLEO**

Constituído de um corpo metálico e interior em papel. De acordo com a resolução do CONAMA, devem ser removidos do Veículos em Final de Vida por estarem contaminados com óleo lubrificante.

Após o filtro ser removido do Veículos em Final de Vida, o óleo de seu interior deve ser retirado, normalmente por prensagem. O corpo metálico pode ser fragmentado, separado por atração magnética e encaminhado para reciclagem.

### **5.3.11. LUBRIFICANTES**

Os lubrificantes atuam nas partes móveis do veículo diminuindo o atrito e auxiliando na dissipação do calor gerado na combustão do motor. Normalmente possui base mineral. Os mais modernos são de base sintética, que apesar de serem mais caros, reduzem a frequência das trocas desse lubrificante.

Os lubrificantes devem ser retirados por serem tóxicos e inflamáveis sob algumas condições. Para retirar os lubrificantes remove-se o bujão do cárter, sendo o óleo escoado por gravidade para um recipiente adequado.

A partir da Resolução Conama nº 362 de junho de 2005, ficam proibidos quaisquer descartes de óleos usados ou contaminados em solos, subsolos, nas águas interiores, no mar territorial, na zona econômica exclusiva e nos sistemas de esgoto ou evacuação de águas residuais. A combustão ou a incineração de óleo lubrificante usado ou contaminado não são consideradas formas de reciclagem ou de destinação adequada. (IBAMA, 20XX).

Lubrificantes são reutilizáveis após passar por um tratamento de remoção da sujeira e umidade presentes. Após esse processo os lubrificantes podem ser utilizados na valorização energética em fornos e caldeiras industriais ou utilizados na formulação de lubrificantes novos.

### **5.3.12 COMBUSTÍVEIS**

Os veículos no Brasil são normalmente movidos à Gasolina, Gás Liquefeito de Petróleo, Etanol ou Diesel. Estes materiais devem ser obrigatoriamente removidos do Veículos em Final de Vida por se tratarem de materiais considerados poluentes, tóxicos e inflamáveis.

O tanque de combustível deve ser perfurado com ferramenta anti-faísca, para evitar explosões ou chamas sendo o combustível escoado por succão ou por gravidade para um recipiente adequado.

Os reservatórios de gasolina para facilitar a partida a frio nos veículos movidos a álcool também devem ser esvaziados, bem como as linhas de distribuição do combustível.

Após filtração/decantação, a Gasolina, GLP, Etanol ou Diesel podem ser reutilizados como combustível.

### **5.3.13 FLUIDO HIDRÁULICO DE FREIOS**

Constituído por uma mistura de vários tipos aditivos anti-congelantes, antioxidantes, inibidores de corrosão e reguladores do ponto de ebulação. É obrigatoriamente retirado do Veículos em Final de Vida por se tratar de um componente tóxico, corrosivo e inflamável.

O circuito do freio composto de reservatório, tubulações, cilindros de compressão e expansão é totalmente drenado, sendo o fluido removido acondicionado em recipientes adequados. A recuperação e posterior utilização são semelhantes ao processo dos óleos lubrificantes.

### **5.3.14 FLUIDO DO AR CONDICIONADO**

É possível encontrar dois tipos de fluidos térmicos no ar condicionado dos veículos. O R12, praticamente extinto, pois foi proibido após 1994 por se tratar de um CFC, que destrói a camada de Ozônio. O R134a passou a ser utilizado a partir de 1994.

O artigo 7º da Resolução 267 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA exige o recolhimento e destinação adequada a todo e qualquer Cloro Flúor Carbono (CFC) manuseado no País.

Este fluido é obrigatoriamente retirado do Veículos em Final de Vida por se tratar de um componente considerado tóxico, nocivo e inflamável. Para isso, utiliza-se um equipamento específico que é ligado através de mangueiras às válvulas do circuito de ar condicionado do Veículos em Final de Vida. O fluido é então extraído por pressão e armazenado em cilindros. Os equipamentos de extração possuem sistema de filtragem e recuperação do fluido de ar condicionado. Desta forma, o R134a pode ser reutilizado para encher sistemas de ar condicionado em outros veículos.

Um fator econômico considerado altamente favorável à reciclagem dos CFC, além de serem elementos cada vez mais escassos e consequentemente mais caros, é o fato de um quilo de fluido reciclado custar R\$ 5,80, contra os cerca de R\$ 13,00 do novo. (CETESB, 2002).

Para facilitar o estudo, apresentamos um resumo dos materiais utilizados nos veículos e os respectivos impactos em caso de disposição inadequada e alguns comentários específicos:

<b>Material</b>	<b>Impactos ambientais potenciais da disposição inadequada</b>	<b>Comentários</b>
Metais em geral	Desperdício de recursos não-renováveis, proliferação de vetores urbanos e ocupação de espaço em aterros	Material responsável por mais de 65% do peso. Pode ser reciclado indefinidamente com baixo custo e alta eficiência.
Plásticos	Desperdício de recursos não-renováveis, proliferação de vetores urbanos e ocupação de espaço em aterros	Torna o carro mais leve e reduz consumo de combustível. Diversificação dificulta reciclagem. Plásticos reciclados, perdem qualidade reprocessados normalmente são destinados a usos menos exigentes que a produção automobilística.
Borrachas	Desperdício de recursos não-renováveis, proliferação de vetores urbanos e ocupação de espaço em aterros	A maioria das peças de borracha contém metais de reforço. Tecnologias de reciclagem estão disponíveis. Pneus - disposição conforme regulamentação específica
Espumas, Tecidos, Carpetes e Forrações	Desperdício de recursos não-renováveis, proliferação de vetores urbanos e ocupação de espaço em aterros	Podem ser submetidos à reciclagem energética. Lã de rocha e também lã de vidro utilizados no isolamento térmicos são de difícil reciclagem.
Vidros	Desperdício de recursos não-renováveis, proliferação de vetores urbanos e ocupação de espaço em aterros	Os pára-brisas são produzidos com um "sanduíche" formado por duas lâminas de vidro e uma de plástico, o que dificulta sua reciclagem. Há uma tendência de que outros do veículo passem a utilizar a mesma tecnologia.
Baterias	Contaminação por chumbo e por ácido	Disposição conforme regulamentação específica
Componentes Eletro-Eletrônicos	Contaminação por metais pesados e dioxinas	Contém cobre, prata, ouro, e outros metais de alto valor. Alguns circuitos contêm mercúrio e chumbo.
Catalisador	Contaminação por metais pesados. Desperdício de recursos não-renováveis (metais nobres como platina)	Existe um mercado estabelecido para a recuperação dos metais nobres.
Componentes pirotécnicos	Contaminação por metais pesados. Desperdício de recursos não-renováveis (metais nobres como platina)	Devem ser retirados dos veículos e detonados para não colocar em risco a segurança das pessoas.
Lubrificantes & Combustíveis	Contaminação de solo e água por óleo	Disposição conforme regulamentação específica.
Fluido hidráulico de freios	Contaminação de solo e água por componentes químicos diversos	Disposição conforme regulamentação específica.
Fluido de ar condicionado	Danos a camada de ozônio Aumento do efeito estufa	Embora os CFCs tenham sido eliminados, alguns gases do anexo C do protocolo de Montreal ainda são usados, inclusive em misturas que formam os fluidos "alternativos".

Quadro 5.3; Materiais utilizados na Fabricação de veículos e seus impactos ambientais (do autor).

#### **5.4 RESIDUOS DE FRAGMENTAÇÃO AUTOMOTIVA**

No processo de Trituração, as carcaças dos carros entram em grandes máquinas rotativas que as reduzem a pequenos fragmentos. Processos mecânicos e magnéticos separam materiais ferrosos e não ferrosos, que são enviados para as siderúrgicas. O restante do material é uma mistura chamada Resíduo de Fragmentação Automotiva, tradução de Automotive Shredder Residue (ASR). Embora haja divergências, podemos considerar que este material constitui aproximadamente 30% do peso de um carro (FORTON, HARDER, e MOLES, 2005; FERRÃO, NAZARETH E AMARAL, 2006).

Da mesma forma que os materiais utilizados na fabricação de um veículo variam conforme a idade, o modelo, a tecnologia empregada e do fabricante do veículo, assim varia a composição do RFA. Essa variação de materiais torna o RFA uma mistura muito heterogênea, causando assim dificuldades de reciclagem.

O grupo Waste and Energy Research Group (WERG) – Grupo de Pesquisa em Energia e Perdas, da Universidade de Brighton tem realizado estudos para determinar as frações potencialmente recicláveis dos RFA. Esse grupo coletou amostras da parcela de resíduos automotivos maiores que 30 milímetros, correspondentes a 40% de todo RFA, ou apenas 5% do peso de um Veículo em Final de Vida (FORTON, HARDER, e MOLES, 2005).

O resultado desses estudos segue abaixo:

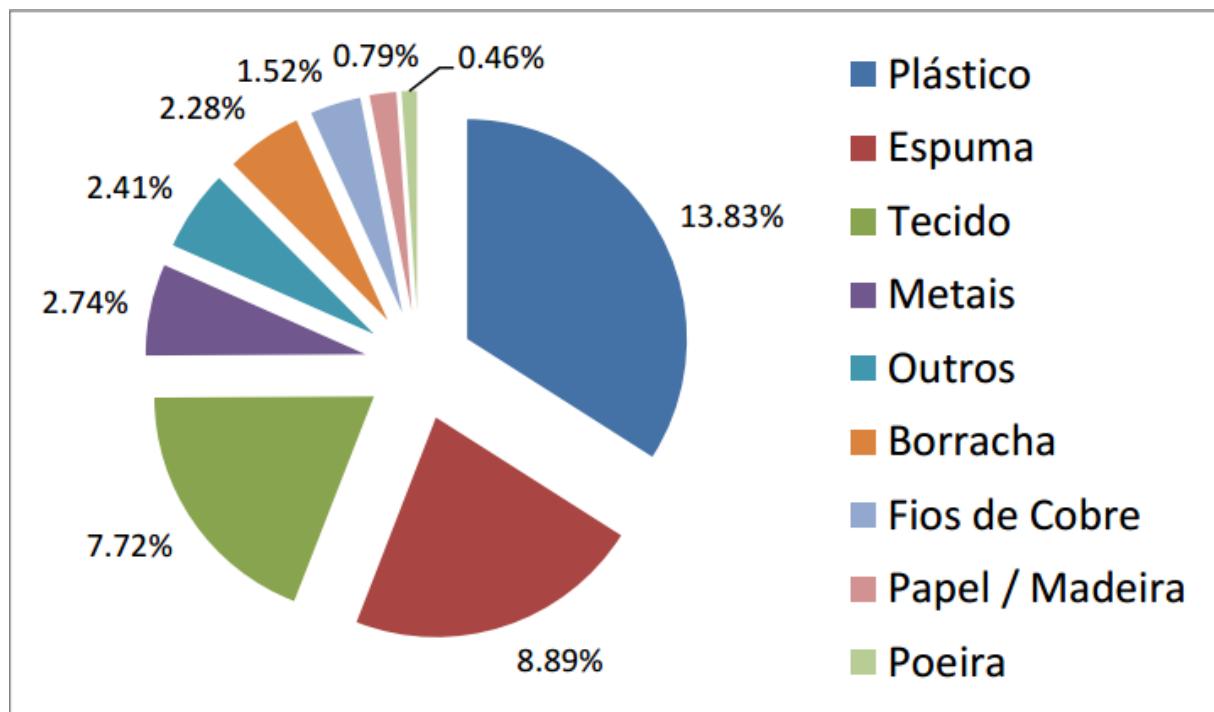


Gráfico 5.4: Composição dos RFA – FONTE: Forton, Harder e Moles (2005)

O estudo revelou que apenas metade desses resíduos maiores que 30 milímetros, pode teoricamente ser reciclada, embora as tecnologias atualmente existentes não sejam viáveis para efetuar a separação mecânica desses resíduos.

Normalmente, os resíduos de fragmentação automotiva são enviados para aterros, devido à falta de tecnologias economicamente viáveis de processamento e utilização desses materiais, bem como ao desconhecimento e variação da composição química desses resíduos.

Em vários estados da Comunidade Europeia e nos Estados Unidos, discute-se a classificação do RFA como Classe 1 (resíduos perigosos). Essa decisão deve implicar em um significativo aumento das taxas de destinação aos aterros sanitários (STAUDINGER e KEOLEIAN, 2001, pg. 36).

Uma barreira para a utilização do RFA como combustível é que o material bruto, além de possuir materiais incombustíveis como metais, vidro, cerâmica, terra e retardadores de chamas, possui grande concentração de cinzas, metais pesados e componentes organoclorados.

## **6 DIMENSÃO DO PROBLEMA NO BRASIL**

De acordo com a Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores (2010), o Brasil já conta com uma frota de aproximadamente 30 milhões de veículos, atrás apenas dos Estados Unidos, Japão, Alemanha, Itália, França, Reino Unido e México. A ANFAVEA previa, para o ano de 2011, 3,7 milhões de novos veículos licenciamentos no Brasil. Dados do DENATRAN (2011) informam que o Brasil teria mais de 70 milhões de veículos de todos os tipos, incluindo automóveis, caminhões, camionetas, ônibus, entre outros, dos quais quase 40 milhões seriam somente automóveis. A discrepância entre os números reflete possivelmente a informalidade da atividade de sucateamento de veículos, na qual por vezes o proprietário não comunica as autoridades a retirada do veículo da circulação. Isso traz incerteza aos dados trabalhados, no entanto não afeta a avaliação da dimensão do problema.

O Brasil é uma das economias onde a produção e a demanda por veículos automotivos vem sendo significativamente expandida. A proporção de habitantes por veículo evoluiu de originais 11 habitante por veículo nos anos 90, para 6 habitantes por veículo atualmente. A indústria automotiva brasileira pretende aumentar em 62,3% a taxa de motorização, que é a relação entre veículos por habitante, até 2020. A intenção é passar dos atuais 154 para 250 veículos por 1.000 habitantes, o que chegaria a 4 habitantes por veículo. Para isso, o setor planeja investimentos de US\$ 21 bilhões até 2015 em ampliações e em novas fábricas. A

produção anual, que neste ano foi projetada em 3,74milhões de unidades, deve saltar para 6,3 milhões em dez anos (ANFAVEA, 2011).

## **6.1 PERSPECTIVA QUANTITATIVA**

Para melhor compreender a questão quantitativa, foi feita uma estimativa da quantidade de resíduos que representam os veículos em final de vida útil no Brasil.

Foram considerados os 50 modelos mais vendidos no Brasil, o que representa 86,5% de todos os Automóveis e Veículos Leves (excluindo-se ônibus e caminhões médios e pesados), sendo o resultado um peso médio ponderado de 1083 Kilogramas por veículo.

No levantamento bibliográfico realizado não foi encontrado um estudo científico ou mesmo institucional com um resultado claro sobre o tempo médio de vida útil de veículos no Brasil. Lazzari e Ugaya (2009) estudaram a questão, mas com dados de 1997 e sem chegar a uma vida útil média.

Funazaki e colaboradores (2003) ao realizarem um estudo de ciclo de vida do automóvel levando em conta os resíduos de fragmentação automotiva, consideram uma vida útil de dez anos. Com a frota brasileira tem idade média ao redor de 13 anos (SINDIPEÇAS, 2011), pode-se afirmar que a vida útil está mais próxima de 20 anos do que desses 10 anos.

Com cerca de 3,6 milhões de unidades licenciadas (primeiro emplacamento) no Brasil em 2011, chega-se a um volume produzido de 3.898.800 Toneladas de veículos em fim de vida dentro de 20 anos, considerando apenas os volumes de 2011.

Considerando que daqui a 20 anos, ou seja, em 2031 o Brasil tenha desenvolvido uma indústria de reciclagem para processar todos esses veículos em fim de vida e o peso dos resíduos de fim de vida seja de 25% desse volume, mantendo-se as tecnologias atualmente existentes, teremos 974.700 toneladas de resíduos sendo enviados para aterros sanitários. Este volume equivale a aproximadamente 1,5% de todo resíduo sólido urbano gerado anualmente no Brasil (ABRELPE, 2010, pg. 43).

A crescente escassez de áreas disponíveis para a adequada destinação de resíduos nos aterros sanitários, além dos altos custos de implementação dessas áreas e as distâncias cada vez maiores destas para os centros urbanos implicam na necessidade de reduzir a geração de resíduos sólidos, incluídos aqui os automotivos.

A idade média da frota brasileira está estimada em 13,2 anos. Do total de 26 milhões de veículos 57% já ultrapassaram os 100.000 km rodados (SINDIPEÇAS, 2011). Segundo o SindiPeças (2011), 1.308.138 (4%) são veículos com mais de 20 anos e com estimativa de crescimento médio de 7,4% ao ano a partir de 2011, a frota circulante de veículos será

superior a 46,5 milhões de unidades em 2015. Os veículos mais antigos tendem a ser substituídos por novos, entre outros motivos pela possibilidade de políticas públicas estabelecerem metas para redução de poluição atmosférica e emissão de gases de efeito estufa.

Quando um veículo atinge seu final de vida útil, com aproximadamente 20 anos de uso, se não for abandonado nas ruas, acarretando em um gasto para o poder público e para a sociedade, além de ocupar indevidamente o espaço público, o veículo acaba em um desmanche. Só nos pátios do Departamento Estadual de Transito (DETRAN) no Estado de São Paulo, estão mais de 100 mil veículos apreendidos por irregularidades e dívidas enferrujando sob a ação das intempéries. De acordo com a prefeitura de São Paulo, são abandonados, em média, 500 veículos por ano, nas ruas do município (RODRIGUES, 2011). A permanência destes veículos expostos às mais variadas condições climáticas, alocados diretamente ao solo nesses depósitos, bem como em todo e qualquer ferro velho não fiscalizado ou licenciado causam penetração de fluídos contaminados nos lençóis freáticos comprometendo o meio ambiente, além de se tornarem potenciais criadouros de ratos, cobras e outros animais, encravados geralmente em áreas urbanas de baixa renda (NAIME, 2011).

## **6.2 QUESTÕES DO TRATAMENTO DE VEÍCULOS EM FIM DE VIDA NO BRASIL**

Em nossa pesquisa, não foram encontradas estatísticas oficiais ou mesmo estimativas precisas da quantidade de veículos que são retirados de circulação no país. Embora seja requerido um procedimento administrativo para baixado veículo que é retirado de circulação, na prática isso ocorre poucas vezes. Por exemplo, no Estado do Paraná foram registrados 355.537 primeiros emplacamentos em 2010, contra 12.771 baixas.

Estima-se que 98,5% da frota nacional termina em desmanches e depósitos, segundo estimativa do Sindicato do Comércio Atacadista de Sucata Ferrosa e Não Ferrosa (SINDIFESA). Ainda segundo o SINDIFESA, apenas 1,5%da frota brasileira que sai de circulação vai para o processo de reciclagem - na Europa e nos Estados Unidos da América (EUA), esse índice chega a 95%. (END of LIFE VEHICLE SOLUTIONS CORPORATION, 2006)

No Brasil não existe regulamentação específica para o descarte dos veículos velhos e sem condições de circulação e o pais tampouco possui empresas especializadas neste serviço. Por esta razão, os veículos acabam sendo levados para desmanches e depósitos expostos poluindo o meio ambiente (AEA, 2009), embora a rigor a legislação geral sobre meio ambiente e que requer a disposição adequada de resíduos valha também para esse descarte.

Nos desmanches é feito todo o processo de manufatura reversa para reaproveitamento de peças para o mercado de reposição. O que sobra pode ser enviado a reciclagem, particularmente a sucata ferrosa. No entanto, tipicamente tais empresas operam sem licença ambiental, Não possuem mão de obra treinada nem tampouco equipamento especializado ou instalações adequadas para proceder à descontaminação do veículo. Muitas vezes dispõem as carcaças expostas ao tempo diretamente sobre o solo desprotegido por um longo período.

Estes desmanches muitas vezes estão localizados nos bairros mais afastados, em locais de baixo custo e alguns operam na informalidade, conforme relatado por Lazzari e Ugaya (2009). Tal situação foi confirmada em entrevistas realizadas com participantes da EXPOSUCATA, 2011. Processam baixos volumes, não possuem controle detalhado de seu inventário, e fornecem componentes sem garantia de procedência. Devido à ausência de um inventário, os potenciais clientes dos desmanches tem que percorrer diversos estabelecimentos à procura das peças que necessitam, e quando as encontram, muitas vezes tem que removê-las por conta própria de um veículo semi-desmontado. Eventualmente, podem ser autuados como receptadores de peças roubadas, devido à falta de comprovação de procedência das peças.

## **7 DIRETIVAS DE RECICLAGEM AUTOMOTIVA PELO MUNDO**

A reciclagem dos automóveis contribui significativamente para a diminuição dos impactos ambientais. Através da reciclagem dos materiais retirados do automóvel e a sua reutilização, diminuímos a sobre-exploração dos recursos naturais necessários para a construção de outro automóvel.

Vamos descrever algumas iniciativas de reciclagem automotiva de sucesso em alguns países seguidos por uma experiência brasileira descontinua.

### **7.1 DIRETIVA EUROPEIA**

O objetivo da Diretiva Europeia para Veículos em Fim de Vida - End of Life Vehicle Directive – ELVD - aprovada em 2009 é proporcionar uma destruição ambientalmente adequada dos veículos e sem custo para o proprietário.

Transmite para os fabricantes as despesas de reciclagem dos automóveis. Estes já eram obrigados a pagar pela reciclagem dos veículos produzidos desde 2002. A diferença é que a medida passa a valer para veículos produzidos em qualquer ano.

Na União Europeia, o proprietário de um veículo no final de seu ciclo de vida deve levá-lo a um centro de desmontagem ambientalmente correto e receberá um certificado para encerramento do registro automotivo.

São objetivos da Diretiva ELDV:

- No máximo 15% do peso de um veículo podem ser enviados a aterros ou incinerados sem recuperação de energia.
- Para modelos a partir de 2002, máximo de 10% enviados para aterros.
- Para modelos a partir de 2015, máximo de 5% enviados para aterros.
- A partir de 1995, os carros devem ser despoluídos antes de serem fragmentados.
- A partir de 1998, 10% dos veículos sucateados devem ser devidamente destinados.

Todavia, a implementação da Diretiva não tem sido fácil. De acordo com Forton, Harder e Moles (2005), no Reino Unido, apenas 1500 dos 3500 centros de reciclagem possuem o licenciamento ambiental para operar sob a nova regulamentação. Os 2000 restantes requerem uma melhoria significativa em consequência da Diretiva, e o custo de disposição adequada deve aumentar significativamente, implicando no aumento da quantidade de Veículos em Final de Vida abandonados.

Segundo Forton et al, no Reino Unido, a legalização das estações de tratamento poderá trazer prejuízos ambientais em função do abandono dos Veículos em Final de Vida visto que grande parte dos desmontadores atualmente instalados não têm licenciamento ambiental. A adequação às exigências da diretiva poderá desencadear a inoperância das estações em função dos custos de adequação. (COLOMBO Jr., 2005).

Segundo a Diretiva, os RFA que contém substâncias nocivas são agora classificados como perigosos. Essa reclassificação terá sérias consequências para a indústria mundial e vai influenciar a legislação em outras partes do mundo. Essas implicações incluem passivos legais e aumento de custos, possivelmente resultando em condições econômicas mais desfavoráveis para o negócio de reciclagem. Anteriormente, esses resíduos eram dispostos nos aterros junto a materiais inertes.

## **7.2 DIRETIVA PORTUGUESA**

Como exemplo das consequências da implementação desta diretiva, podemos citar a criação dos Centros de Desmantelamento da VALORCAR, em Portugal.

Estes centros são instalações onde os Veículos em Final de Vida podem ser entregues gratuitamente pelos proprietários, sendo aí submetidos a dois processos: despoluição e

operações para promover a reutilização e a reciclagem. Atualmente existem 65 destes Centros.

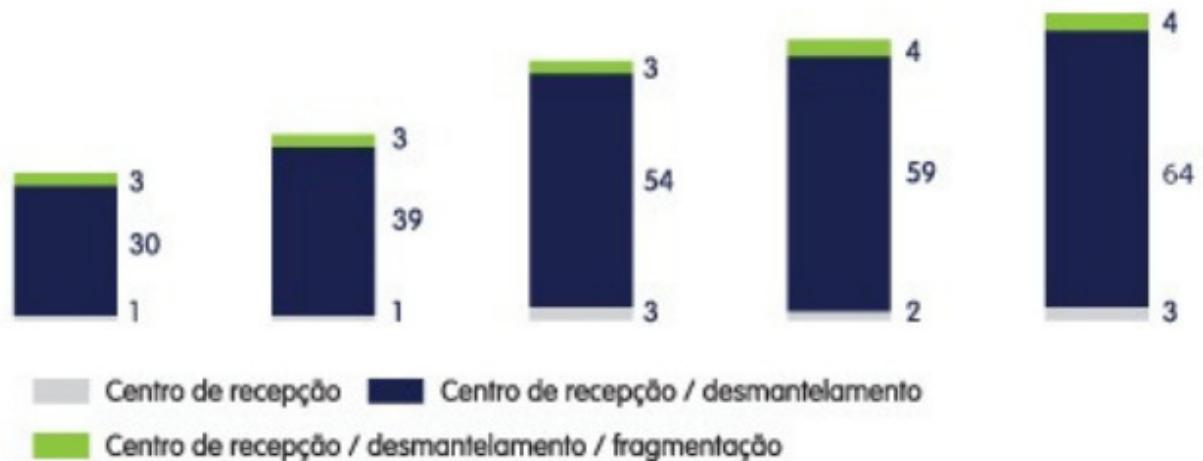


Figura: 7.2.1: Unidades VALORCAR de 2006 a 2011. FONTE: VALORCAR, 2012

As operações de despoluição consistem na remoção dos componentes dos Veículos em Final de Vida que são considerados perigosos, tais como os depósitos de gás liquefeito, a bateria, os fluidos (óleos lubrificantes, óleos hidráulicos, líquido de arrefecimento, fluido do ar condicionado, etc...), bem como na neutralização dos componentes pirotécnicos (airbags e pré-tensores dos cintos de segurança). As operações para promover a reutilização e a reciclagem consistem na remoção de diversos componentes do Veículos em Final de Vida, para revenda como peças em segunda mão (ex.: faróis, portas, motor, transmissão) ou para reciclagem (ex.: catalisadores, pneus, vidros, grandes componentes de plástico).

Todos os componentes e materiais retirados dos Veículos em Final de Vida são conduzidos para reciclagem, os resíduos recebem destinação adequada, enquanto as carcaças são enviadas para fragmentação.

<b>Materiais enviados para reutilização/valorização (Kg/VFV)</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
Baterias	15,0	15,0	15,0	15,0	13,0	13,6
Catalisadores	0,1	0,1	0,5	0,4	1,0	0,7
Filtros	0,4	0,4	0,4	0,5	0,2	0,3
Filtros AC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fluido travões	0,4	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
Líquido refrigeração	0,8	0,6	0,5	0,4	0,4	0,6
Metais	620,0	638,7	649,1	658,9	664,3	680,6
Óleos lubrificantes	4,7	3,6	3,9	3,7	3,5	4,1
Plásticos	1,5	4,5	5,3	5,2	4,6	5,2
Pneus	30,0	29,5	30,0	35,4	29,9	33,2
Resíduos fragmentação	32,7	27,3	50,9	14,7	28,5	38,5
Vidro	20,7	22,5	14,6	16,0	14,8	17,4
Outros componentes não metálicos	4,1	4,2	3,6	39,0	39,6	39,2
<b>Total</b>	<b>730,2</b>	<b>746,7</b>	<b>773,8</b>	<b>789,5</b>	<b>800,0</b>	<b>833,4</b>

Figura 7.2.2: Materiais Enviados para Reutilização/Valorização. FONTE: VALORCAR, 2012

A entrada em funcionamento dos Centros de Desmontagem depende de atribuição de licença por parte da Autoridade Regional dos Resíduos, nos termos do Decreto-Lei n.º 178/2006.

Estes centros devem observar regras ambientais rigorosas como impermeabilização do solo, estruturas adequadas de armazenamento e transporte de veículos.

Todavia, ainda existem em Portugal e outros países da Europa empresas que operam ilegalmente e não enviam os carros inutilizados para tratamento e reciclagem. Isto gera concorrência desleal com os operadores licenciados e risco de contaminação do solo e corpos de água.

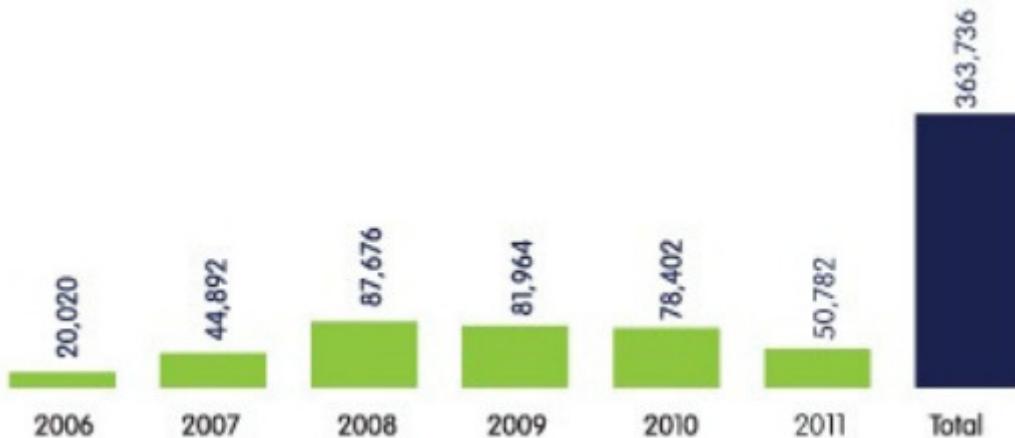


Figura 7.2.3: Quantidade de Veículos em Final de Vida Tratados. FONTE: VALORCAR, 2012

Note que a crise que se abateu sobre a Europa e o fim do programa de incentivo no final de 2010 tiveram reflexos na quantidade de Veículos em Final de Vida tratados, bem como o aumento da idade dos Veículos em Final de Vida entregues para tratamento. Lembramos ainda que Portugal permite a importação de veículos usados, o que pode tornar o país um destino viavelmente econômico para veículos mais antigos em países com legislações ambientais mais rígidas.

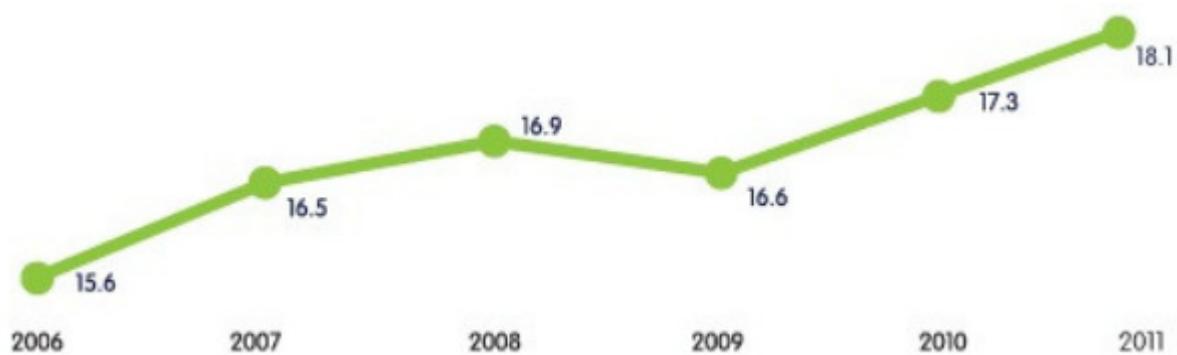


Figura 7.2.4: Idade Média dos Veículos em Final de Vida Tratados. FONTE: VALORCAR, 2012.

Pelo segundo ano consecutivo verificou-se uma quebra no número de Veículos em Final de Vida recebidos nos centros da REDE VALORCAR, fato que não se pode dissociar da conjuntura econômica e da quebra dos índices de confiança dos consumidores, bem como da suspensão do Programa de Incentivo Fiscal ao Abate de Veículos em Final de Vida nos primeiros quatro meses do ano. Aliás, o anúncio da eliminação deste programa a partir de 2011 foi o fato mais negativo do ano, dado que já representava cerca de 30% do total de Veículos em Final de Vida abatidos na REDE (VALORCAR, 2011).

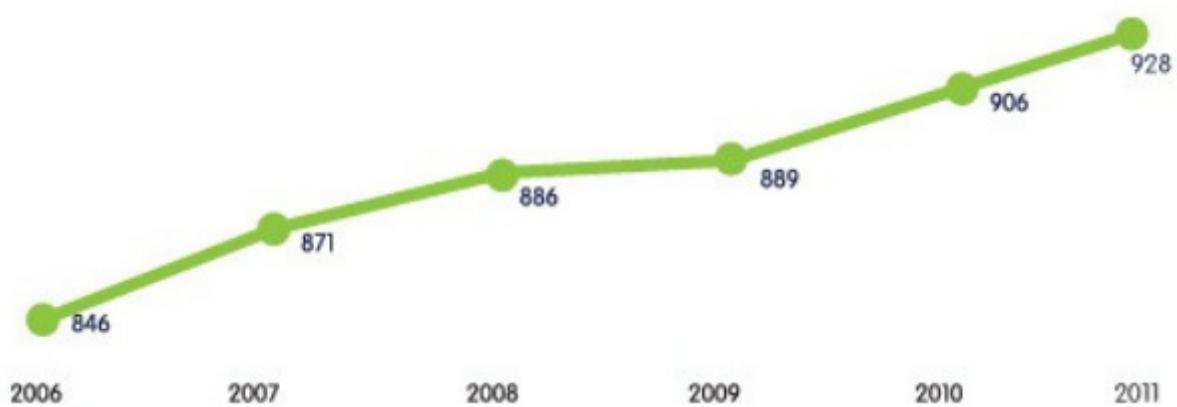


Figura 7.2.5: Peso Médio dos Veículos em Final de Vida Tratados. FONTE: VALORCAR, 2012.

De acordo com dados da Associação Automóvel de Portugal (ACAP), em 2010 a frota de automóveis leves ultrapassou os 5,8 milhões de veículos. O mercado registrou cerca de 270 mil veículos leves novos, o que correspondeu a um aumento de 35% face ao verificado no ano anterior (VALORCAR, 2010).

A legislação obriga os cidadãos europeus a entregarem os carros inutilizados em um operador licenciado. Este operador deve ainda tratar de emitir um certificado que atesta a destruição do veículo e trata da anulação do registro do mesmo. Em 2008 somente, a Valorcar processou 88.000 veículos em Portugal. Não há dúvida que o conjunto de medidas propostas pelo governo Português se mostraram de grande eficácia. (VALORCAR, 2008).

### **7.3 DIRETIVA ARGENTINA**

No ano 2000, um país muito próximo do nosso, a Argentina, desenvolveu um projeto de reciclagem de veículos, mas este não foi aprovado devido ao temor que a máfia dos desmanches ilegais fosse aumentar.

Durante a crise econômica que se abateu sobre aquele país em 2002, observou-se um aumento brusco das taxas de criminalidade. 30% dos homicídios estavam relacionados a roubo de veículos.

Foi então editada uma lei para diminuir o roubo de carros. Essa legislação permitiu a criação de 29 centros legalizados de reciclagem para dar uma adequada destinação aos veículos retirados de circulação, trazendo ganhos ambientais, econômicos e sociais ao país.

Além de reduzir a poluição, a lei contribuiu para a redução dos desmanches ilegais, e diminuição de até 70% o roubo de veículos, visto que muitos destes estabelecimentos funcionavam como receptadores de veículos roubados.

De acordo com o CESVI (2011), os centros de reciclagem recebem em torno de 2 200 carros provenientes de seguradoras que recebem 40% da receita obtida com a venda de peças. Os veículos são despoluídos e até 15 tipos de peças são reaproveitadas. Os pneus são enviados para usinas de cimento para reciclagem térmica e os fluidos são queimados em caldeiras industriais. O investimento em um desses centros de reciclagem, de 1,5 milhão de dólares teve um retorno em 30 meses.

### **7.4 O PROGRAMA “CARS” AMERICANO**

O Car Allowance Rebate System (CARS), ou Sistema de Provisão de Desconto para Carros, foi um programa de sucateamento federal no valor de 3 Bilhões de dólares com o objetivo de

fornecer incentivos econômicos para residentes americanos comprarem um veículo novo, mais eficiente em termos de consumo de combustível em substituição a um veículo velho menos eficiente.

O programa foi criado para promover um estímulo à economia aumentando as vendas automotivas, enquanto colocava nas ruas veículos mais seguros e eficientes.

Este sistema de descontos resultou em 619.114 veículos “beberrões” substituídos no período de vigência entre de 1 de Julho e 25 de Agosto de 2009, com subsídios de 2,77 Bilhões de dólares no total.

O Departamento de Transportes Americano reportou que a media de consumo dos veículos velhos dados em troca era 15.8 milhas por galão (mpg), equivalente a 6,71 quilômetros por litro (km/l) comparado a 24.9 mpg (10,6 km/l) dos novos carros adquiridos para substituí-los, resultando em um aumento de eficiência de 58% na economia de combustível.

Abaixo os critérios de elegibilidade do programa:

- Os veículos deveriam ter menos de 25 anos de uso na data da transação.
- Aplicava-se apenas para compras ou operações de leasing de pelo menos 5 anos
- Em geral, os veículos dados como troca deveriam ter uma media de 18 mpg (7,65 km/l). Algumas picapes grandes e perucas de carga tinham requerimentos diferentes.
- Os veículos dados em troca deveriam estar licenciados e segurados por todo ano anterior à data da transação.
- Os veículos dados em troca deveriam estar em condições de operação.
- O programa requeria o descarte do carro dado em troca e a concessionária que realizasse a transação deveria informar ao proprietário uma estimativa do valor residual deste carro. O valor residual, embora fosse mínimo, deveria ser pago ao proprietário do veículo em adição ao desconto concedido.
- O carro novo comprado neste plano deveria ter um preço de comercialização inferior a Quarenta e Cinco Mil Dólares, e para carros de passageiros, deveriam ter um consumo de, pelo menos 22 mpg (9,36 km/l).

Dependendo da diferença de economia do carro adquirido e do carro dado em troca, o incentivo econômico em forma de cupons poderia variar entre 3500 e 4500 dólares.

Para garantir que os veículos substituídos sob o programa CARS não fossem revendidos, um procedimento foi estabelecido a fim de danificar o motor e impossibilitar qualquer recuperação de seus componentes. O óleo lubrificante era drenado e substituído por uma solução de silicato de sódio. O motor então funcionava até que a solução vitrificasse com o

aquecimento, causando o colapso do motor e componentes internos. Por fim o centro de reciclagem tinha até 180 dias para compactar ou triturar o veículo.



Foto 7.4: Carro substituído no programa CARS. FONTE: [www.ttac.com](http://www.ttac.com)

Este procedimento visava evitar esquemas como os observados na Alemanha, onde cerca de 50 mil veículos destinados à destruição foram exportados para a África e países do Leste Europeu, onde os padrões de segurança e ambientais são menos restritivos.

Alguns recicladores automotivos se recusaram a participar do programa devido à exigência de inutilizar os motores para impedir a utilização dos veículos. Para esse grupo, o motor é o componente na reciclagem, e a inutilização deste compromete a viabilidade econômica da transação quando considerados os custos de transporte e remoção de resíduos tóxicos como lubrificantes, líquido refrigerante, gasolina, plásticos irrecuperáveis, o que pode custar de 700 a 1,200 dólares por carro.

Atualmente, conforme o Relatório Anual do End-of Life Vehicle Solutions Corporation (2006), 95 % dos veículos retirados de serviço nos Estados Unidos são destinados à reciclagem, com cerca de 83% dos materiais sendo reaproveitados.; Aproximadamente 10 Milhões de veículos foram reciclados em 2005, criando um grande mercado para peças usadas e materiais reciclados.

Segundo Staudinger e Keoleian (2001) haviam nos Estados Unidos e Canadá 200 recicladores automotivos localizados principalmente em áreas muito populosas. Foram reciclados nos EUA apenas em 2001 cerca de 13,5 Milhões de Veículos em Final de Vida, com 4,7 milhões de toneladas de RFA sendo destinados a aterros sanitários.

### **7.5 RECICLAGEM AUTOMOTIVA NO JAPÃO**

De acordo com o Japan for Sustainability, (2006), no Japão 4 milhões de carros foram enviados de lojas automotivas para centros de desmanche e reciclagem no ano de 2005.

Nestes centros de 75 a 80% do peso dos carros é reciclado, enquanto os 25 a 20% restantes são enviados como RFA para aterros sanitários. Como a capacidade destes aterros está chegando a seu limite, existe hoje no Japão uma grande preocupação para reduzir esses resíduos.

Além disso, existe uma crescente preocupação com um eventual colapso do sistema atual de reciclagem porque os centros de reciclagem estão com suas margens reduzidas devido a aumento dos custos de disposição desses resíduos e uma queda nos preços do preço da sucata de ferro. Estes fatos levam ao temor que a destinação apropriada destes veículos se torne mais difícil, aumentando a disposição ilegal de Veículos em Final de Vida. Para promover as práticas apropriadas de reciclagem automotiva, o governo Japonês editou a Lei de Reciclagem Automotiva em Janeiro de 2005. A lei determina os papéis das montadoras de veículos e entidades automotivas relacionadas na reciclagem de veículos usados.

As empresas participantes são autorizadas pelo Ministério da Economia, Comércio e Indústria e pelo Ministério do Meio-Ambiente, e registradas ou licenciadas pelas prefeituras.

As taxas de reciclagem são pagas pelos proprietários, geralmente na ocasião da compra.

Para veículos adquiridos antes da entrada em vigor desta lei, as taxas devem ser pagas na primeira inspeção do veículo.

Essas taxas variam conforme o tipo de veículo e da somatória os custos para processar os gases presentes no sistema de ar condicionado, airbags e RFA, e aqueles envolvidos na gestão do sistema, podendo variar entre 51 e 153 Dólares Americanos.

Em 2006 havia no Japão 5,800 empresas de desmontagem de veículos e 1200 de Trituração.

As taxas anuais de reciclagem de RFA estabelecidas pela lei são de 50% em 2010 e 70% em 2015.

### **7.6 PROGRAMA BRASILEIRO DE RENOVAÇÃO DA FROTA**

Em 1998 a indústria brasileira vivia uma crise sem precedentes na história do Brasil. Após produzir 1.997.000 veículos em 1997, os volumes foram reduzidos para 1.534.952 em 1998 e reduzidos ainda mais para 1.256.953 unidades em 1999, após crescer 154% no período de 1992 a 1997. (ANFAVEA, 2011)

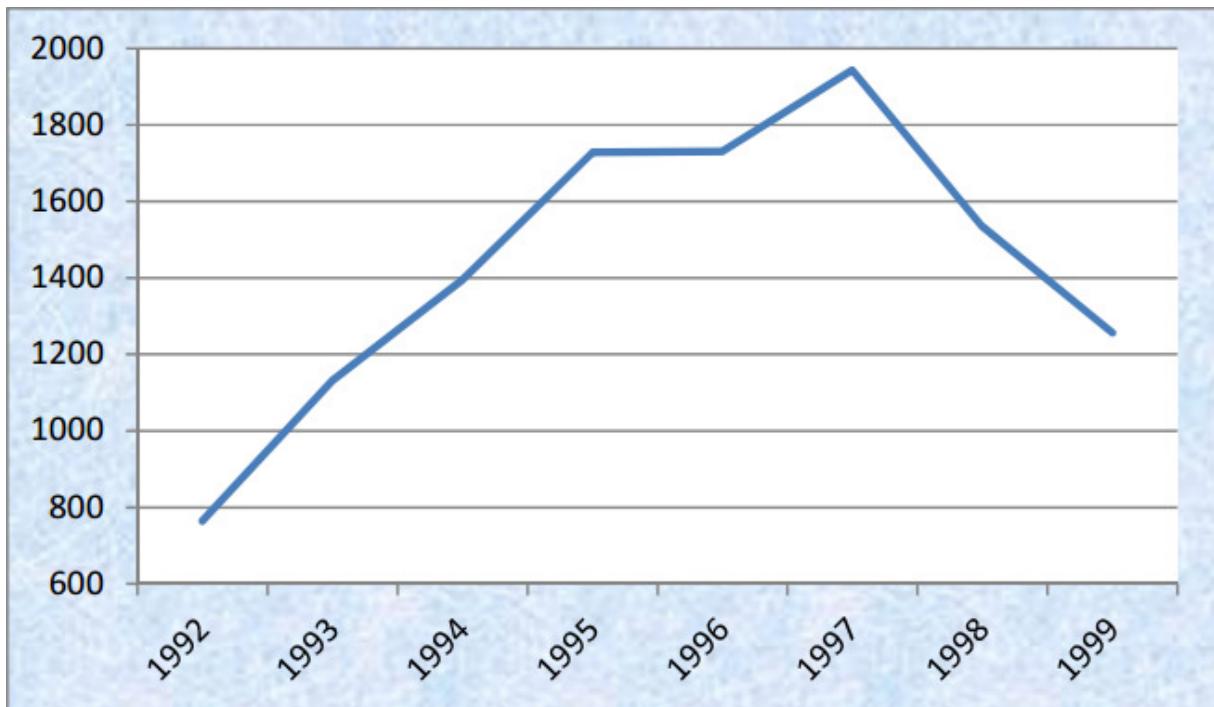


Figura 7.6.1 – Licenciamento de veículos 1992 à 1999 em milhares de Unidades. FONTE: ANFAVEA

Para lidar com essa crise, em uma indústria muito importante para qualquer nação, devido aos empregos gerados e tributos arrecadados, o Brasil desenvolveu o Programa de Renovação e Reciclagem da Frota de Veículos (PRRFV), ou simplesmente Programa de Renovação da Frota.

O debate sobre a reciclagem não é novo e já teve defensores bem organizados e dispostos a investir. No fim da década de 90, as montadoras foram as maiores defensoras da adoção da inspeção e reciclagem. Naquela época, ao lado dos sindicatos de metalúrgicos, as montadoras articularam o chamado Plano de Renovação da Frota. O objetivo era impulsionar as vendas de veículos, em queda acentuada desde 98. Na ocasião, o plano preparado pelos fabricantes de veículos incluía o pagamento de R\$ 1,8 mil por automóvel velho que fosse entregue para reciclagem. Atualizado pelo IPCA, índice de inflação oficial, o valor seria hoje em torno de R\$ 3,5 mil, praticamente o dobro do que foi estimado pela indústria em 98. (AEA, 2009)

Este foi um conjunto de medidas acordadas entre os organismos governamentais e a iniciativa privada para substituição de veículos automotores em circulação no país com tempo de uso igual ou superior a 15 anos, objetivando:

- Geração de renda através do incremento nas vendas de veículos novos;
- Geração de impostos e manutenção de empregos no setor automotivo e toda sua cadeia de fornecimento;
- Melhoria das condições de vida da população

De acordo com a General Motors (1999) os trabalhos iniciaram em dezembro de 1998, com a desmontagem de 3 veículos (VW Fusca, Chevrolet Chevette e Fiat 147) com 15 anos para análise de composição dos diversos materiais.

[...] Montadoras como a FIAT e a General Motos já trabalham no Brasil em parceria com fornecedores de produtos siderúrgicos como a Gerdau, em projeto da primeira usina piloto de desmontagem de veículos. Esse projeto dá sequência a um processo iniciado e desenvolvido nas matrizes Italiana e Americana, que viabiliza a reciclagem de partes metálicas e não metálicas do veículo que normalmente não são aproveitadas (MEDINA, 2003).

Abaixo uma linha do tempo com os principais eventos do Programa Nacional de Renovação da Frota de Veículos.

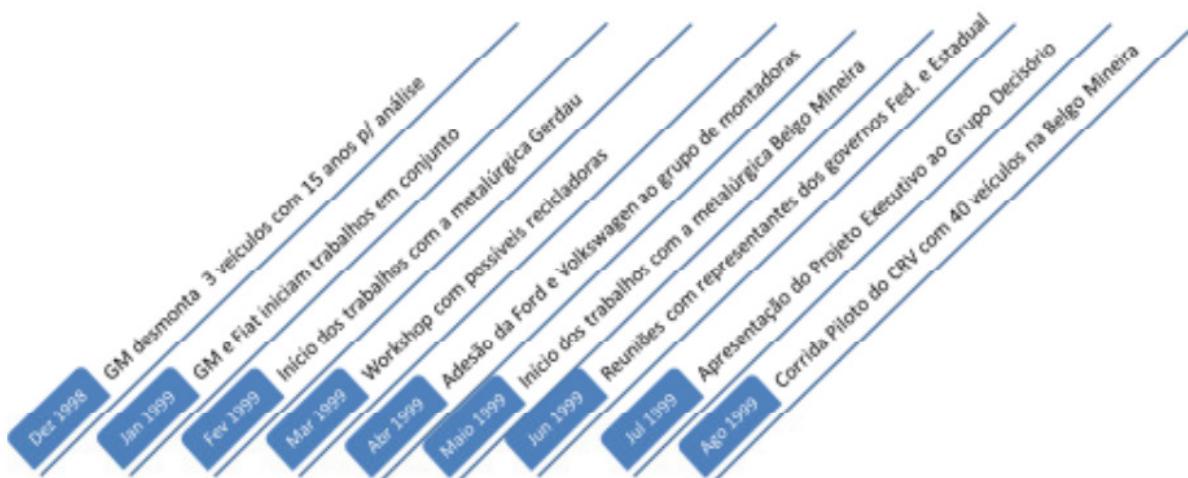


Figura 7.6.2 – Linha de Tempo do PRRFV (do Autor)

[...] Temos de parar com as discussões eternas e etéreas e passar a agir... estamos vendo o benefício do consumidor e da comunidade. Estamos falando da retirada de circulação de um carro indesejado, de segurança, da criação de uma atividade industrial, de manutenção e ampliação de emprego... Esse negócio da renovação de frota é um boi de filé mignon. É um bom negócio para todo mundo. José Pinheiro

Neto, presidente da ANFAVEA, em entrevista para a revista ISTO É de 15 de Dezembro de 1999. (ALMEIDA, 1999).

Porém, apesar de todo ânimo, a disposição das montadoras e do Governo mudaram radicalmente com a recuperação das vendas de veículos novos, e o Programa de Renovação e Reciclagem da Frota de Veículos foi abandonado.

### **7.7 – DESAFIOS TECNOLOGICOS PARA OS VEICULOS NO FUTURO**

Em se tratando da reciclagem dos veículos, o futuro está relacionado com o que se está fazendo agora. Pesquisas e desenvolvimentos necessários para reciclagem dos materiais e componentes automotivos, que foram aplicados nos últimos três anos e serão aplicados nos próximos três, terão os efeitos "sentidos" nos veículos em fim de vida em 2020, tempo médio esperado para o sucateamento dos veículos produzidos neste período (CIUCCIO, 2004, p.87).

Nos próximos 20 anos, o número e a complexidade dos veículos em fim de vida tendem a aumentar, colocando importantes desafios à estrutura da reciclagem atual. O automóvel no futuro usará grande quantidade de materiais leves, complexos e sofisticados (aços ultraleves e super resistentes, alumínio, plásticos e materiais compósitos). Dessa maneira, novas tecnologias serão necessárias para melhorar a reciclagem dos veículos.

O sucesso para direcionar os avanços técnicos, econômicos e as exigências sociais nas próximas duas décadas irá impactar a viabilidade da reciclagem dos veículos em fim de vida em 2020.

Os fatores principais que poderão afetar a reciclagem dos automóveis nos próximos 20 Anos são (UHERKA, 2001, p.4-7).

1. Valor Econômico para Recuperação de Materiais e Componentes: este valor irá moldar o negócio da reciclagem no futuro. Hoje, exceto para os metais, o custo da coletagem, separação, recuperação de alguns materiais, como plástico, excede o custo do material virgem.

2. Tipos de Materiais nos Veículos: a diversidade e complexidade dos materiais usados tornam um desafio o sistema de separação. As áreas de Projetos de Engenharia das empresas estão reduzindo o número de tipos de materiais. Esta tendência associa performance, economia de energia, segurança e custos baixos.

3. Competência nas Exigências dos Projetos dos Veículos: existe uma forte pressão nas áreas de Projetos de Engenharia para aumento de durabilidade e redução dos custos dos reparos. Desmontagens inteligentes e o impacto ambiental dos materiais terão que ser levados em consideração nos desenvolvimentos dos novos projetos.

4. Capacidade para Separação dos Materiais: a falta de capacidade tecnológica para separar peças não metálicas poderá limitar a reciclagem em 2020. Os custos de pesquisa e desenvolvimento são altos e levam tempo.
5. Materiais Perigosos: os riscos de contaminação pelos resíduos resultantes dos veículos em fim de vida, como metais pesados, ainda são um desafio nos projetos e uma forte pressão da população e ambientalistas.
6. Capital Necessário para Construção de Infraestrutura: será necessária uma expansão significativa para aumentar a capacidade de recuperação de materiais de diferentes tecnologias, como células de combustíveis e sistemas mistos como plástico-metal.
7. Custo de Coleta, Transporte e Fornecimento de Materiais: uma indústria de reciclagem economicamente viável depende dos custos de coletagem, transporte e suficiente material disponível. Os recicladores deverão estar localizados próximos aos grandes mercados fornecedores.
8. Impacto das Regulamentações: nos Estados Unidos, a reciclagem dos veículos em fim de vida são dirigidas pelo mercado ou pelas legislações de cada Estado. Na Europa e no Japão, a legislação direciona as exigências para a eliminação de depósitos de resíduos, responsabilização e penalização por problemas ambientais e encoraja as empresas para a reciclagem. Com os produtos globalizados, estas exigências, mais fortes, deverão ser padronizadas por todo o mundo.
9. Opinião dos Consumidores: o grau de preocupação e exigências relativas ao meio ambiente deverá direcionar a visão de uma empresa e seus produtos perante a comunidade.
10. Fatores Imprevistos: fatores técnicos, econômicos e sociais podem influenciar a viabilidade ou não de projetos para reciclagem. Por exemplo, o aumento dos preços dos combustíveis impacta na tendência de uma maior economia de energia e isso aumenta a expectativa de vida dos veículos.

A inter-relação destes fatores está mostrada na figura abaixo:

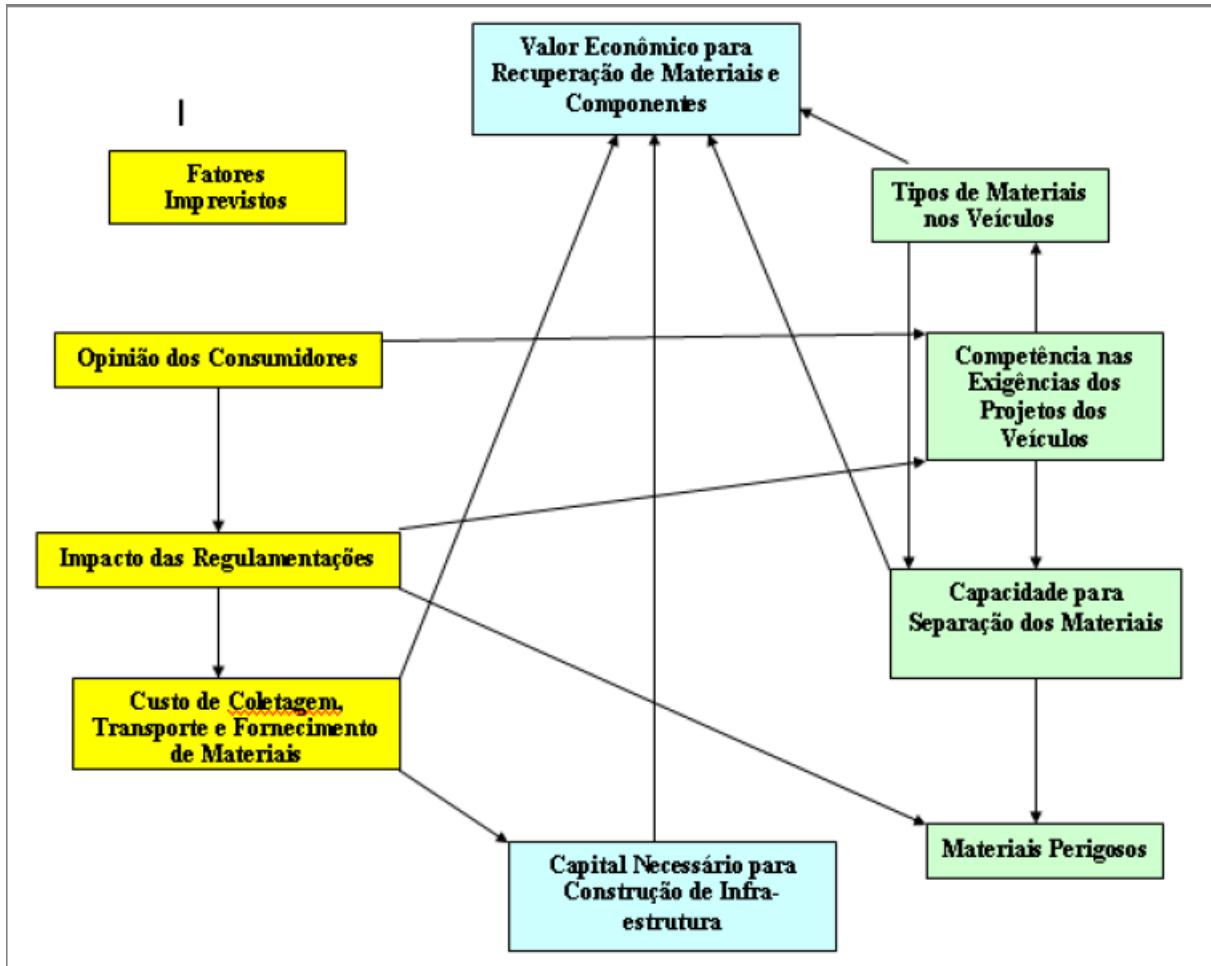


Figura 7.7 – INTER-RELAÇÃO ENTRE OS PRINCIPAIS FATORES, FONTE: Uherka (2001, p.3)

### 7.7.1 – METAS E OBJETIVOS PARA RECICLAGEM DOS VEÍCULOS EM FIM DE VIDA.

As comunidades voltadas à reciclagem dos veículos projetam um cenário em que somente 5% dos veículos em fim de vida irão para depósitos e aterros, isto é, 95% serão reutilizados ou transformados conforme mostra a figura abaixo. (STAUDINGER, 2001, p.12).

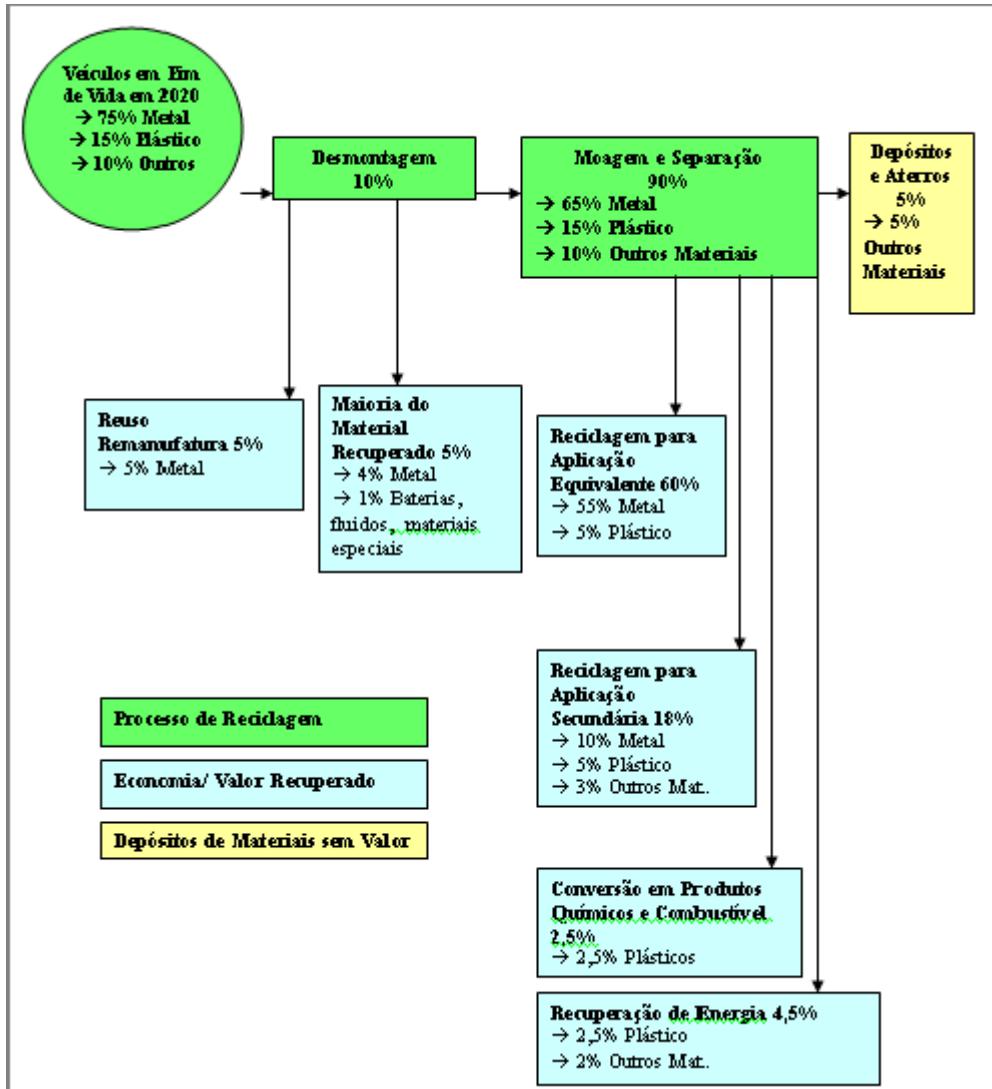


Figura 7.7.1 – Objetivos das etapas no processo de reciclagem para alcançar 95% de recicabilidade,  
FONTE: Uherka (2001, p.8)

### 7.7.2 – ESTRATEGIAS PARA ATINGIR OS 95% DE RECICLABILITYDE.

A superação dos desafios para aumentar a recicabilidade, exigirá uma estratégia cuidadosa e dedicada das organizações envolvidas (UHERKA, 2001, p.10).

- Trabalho conjunto e divisão dos custos para pesquisa e desenvolvimento de infra-estrutura para reciclagem das organizações público privadas.
- Incorporar o reuso, reindustrialização e a reciclagem dentro dos projetos dos novos veículos. Isto deve incluir a racionalização do número de materiais diferentes.
- Reciclar o mais cedo possível.
- Manter a flexibilidade dos processos de reciclagem.
- Desenvolver meios automáticos para recuperar a maior parte dos materiais.

- Enfatizar a pesquisa na identificação, separação e recuperação dos materiais.
- Focar as pesquisas em materiais de difícil reciclagem hoje em dia.
- Desenvolver o uso de materiais recuperados através de testes e ensaios.
- Encorajar o investimento em infra-estrutura necessária à reciclagem.
- Desenvolver meios para redução/eliminação e identificação dos materiais perigosos.
- Considerar os critérios dos requisitos da reciclagem no desenvolvimento de novas tecnologias.

A estratégia, portanto, deve ser traçada o mais cedo possível e é fundamental para se atingir esta meta de recicabilidade.

## **8 OUTROS ASPECTOS DO TRATAMENTO DE Veículos em Final de Vida NO BRASIL**

No Brasil, ainda não existem muitos recicladores especializados em materiais automotivos. Estima-se que 98,5% da frota nacional termina em desmanches e depósitos, segundo estimativa do Sindicato do Comércio Atacadista de Sucata Ferrosa e Não Ferrosa (SINDIFESA). Isso porque no país não há uma legislação que torne obrigatório e regulamente o reaproveitamento de peças de automóveis, ao contrário dos Estados Unidos, Japão e Europa, onde há leis de reciclagem. Apenas 1,5% da frota brasileira que sai de circulação vai para o processo de reciclagem - na Europa e nos Estados Unidos da América (EUA), esse índice chega a 95%. (MEDINA, 2003).

Segundo Pitta (2009) no Brasil, apenas 1,5% dos carros que deixam de circular têm uma destinação adequada.

Vamos agora analisar alguns fatores que contribuem para este baixo índice de reciclagem de Veículos em Final de Vida no Brasil.

### **8.1 A CARGA TRIBUTÁRIA SOBRE O AUTOMÓVEL BRASILEIRO**

Quando um brasileiro adquire um carro novo, o governo recolhe 30,4% em tributos. Na Alemanha, o carro novo paga em média 16% e, nos Estados Unidos, 6%. Ao encher o tanque do carro com gasolina, o brasileiro paga 53% da despesa em impostos. Nas ocasiões em que estes veículos visitam a oficina mecânica, pagam 32% do serviço em impostos. Mesmo que o automóvel fique imóvel na garagem, ainda assim será obrigado a pagar o IPVA, em torno de 4%.(ANFAVEA, 2011)

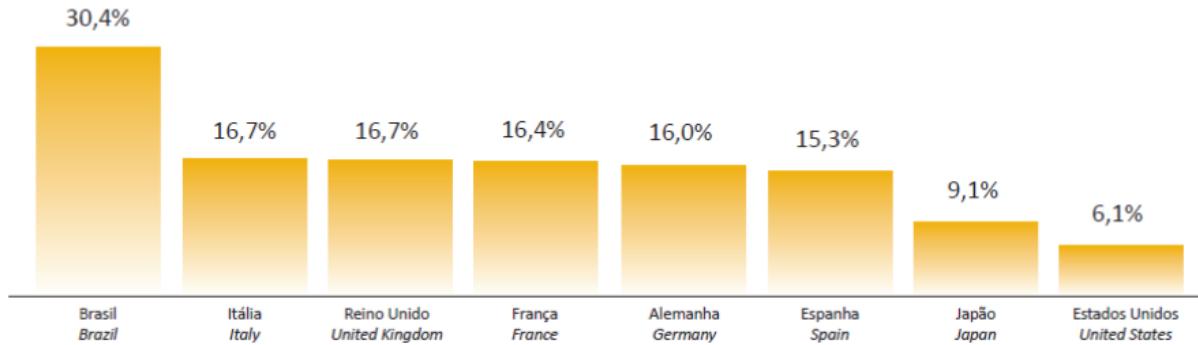


Gráfico 8.1: Participação dos Tributos sobre Automóveis. Fonte: ANFAVEA 2010

“Se somarmos taxas, pedágios, multas, seguros, estacionamentos e outras contribuições, o carro é a maior unidade arrecadatória da República [...] pela Constituição, o dinheiro dos impostos recolhidos com os automóveis não é vinculado a nenhuma aplicação específica” (MOURA et al., 2011).

Na Europa, o licenciamento anual é proporcional à poluição produzida por carro. As montadoras se empenham em desenvolver motores mais limpos, porque o público terá interesse financeiro em comprá-los. No Japão, os carros que ocupam mais espaço no asfalto pagam mais imposto.

No Brasil o IPVA é calculado sobre o valor de mercado do carro a cada ano. Esta metodologia de cálculo do IPVA premia os modelos antigos – justamente aqueles que, a princípio, causam maior poluição devido à sua tecnologia mais antiga, quebram com maior frequência, causando transtornos ao tráfego e oferecem menor proteção aos ocupantes em eventuais acidentes.

Tabela 8.1.1: Valor Venal Veículo GOL 1.6 e IPVA Correspondente

Ano de Fabricação	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991
Valor Venal (R\$)	29011	27907	24130	22970	21910	19555	18375	17450	17257	16486	15698	14997	13026	12070	11533	10697	9514	8843	8112	7445	7114
IPVA (R\$)	1160	1116	965	919	876	782	735	698	690	659	628	600	521	483	461	428	381	354	324	298	285

FONTE: Tabela FIPE, 2011.

Por essa lógica, quanto mais velho o automóvel, menor é seu valor de mercado e, portanto, o IPVA cobrado. Também carros com idade superior a 20 anos estão isentos da cobrança.

Além do custo de tratamento dos Veículos em Final de Vida, devemos considerar também o valor residual de Veículos em Final de Vida no Brasil. Os proprietários deveriam receber

incentivos proporcionais a este valor para entregar seus veículos para destruição. Tomando como base quatro modelos populares fabricados há vinte anos, teremos:

Tabela 8.1.2: Valor Residual de Veículos no Brasil

<b>Fabricante</b>	<b>Chevrolet</b>	<b>Fiat</b>	<b>Ford</b>	<b>Volkswagen</b>
<b>Modelo</b>	Chevette SL 1.6	Fiat Uno SI 1.5	Escort GL 1.6	Gol CL 1.6
<b>Ano</b>	1991	1991	1991	1991
<b>Valor</b>	R\$ 6452,00	R\$ 6592,00	R\$ 6270,00	R\$ 7114,00

FONTE: Tabela FIPE, 2011

## 9 DISCUSSÃO E RECOMENDAÇÕES

A renovação da frota automotiva produz aspectos positivos referentes ao meio-ambiente pois quanto mais antigo o veículo, maior é a possibilidade de poluição, em função da falta de manutenção e da ausência de equipamentos modernos, como catalisadores e a injeção eletrônica, que minimizam a emissão de poluentes.

Além disso, existe a questão da expansão da frota de veículos, que resulta provavelmente da melhoria no poder de compra da população em geral, do nível geral de atividade e de incentivos dados à indústria, tais como a redução temporária do IPI.

Outro elemento que pode influenciar a dinâmica de descarte de veículos em fim de vida útil é o aumento da fiscalização e das inspeções veiculares, visando o controle da poluição atmosférica na cidade, que pode levar muitos proprietários a anteciparem o descarte de seus veículos antigos, principalmente face às facilidades de financiamento existentes no mercado brasileiro. O lado perverso dessa moeda é a tendência de aumento nas quantidades de Veículos em Final de Vida útil. Seria necessário, portanto, existir no Brasil uma base para lidar com os imensos volumes de automóveis no final do ciclo de vida.

A pequena presença de empresas especializadas nesta área é evidente pelos carros abandonados e dispostos durante anos nos desmanches, ruas, terrenos e fundos de represas, sendo necessário portanto que haja políticas públicas e incentivos para o desenvolvimento de empresas capacitadas para trabalhar com veículos em fim de vida útil. Isso poderia se dar por meio da capacitação e formalização dos desmanches, mas provavelmente iria requerer aportes de investimentos para a etapa de fragmentação.

É importante também melhorar os procedimentos e facilitar a “baixa” do registro dos veículos em fim de vida, a fim de que se tenha uma ideia melhor da real vida útil média e para que a destinação seja adequada, independente de débitos fiscais dos proprietários.

No contexto da Política Nacional de resíduos, poderia ser estabelecido um grupo de trabalho para logística reversa e índices de reciclagem para os veículos comercializados no território nacional, tanto nacionais como importados, como já acontece nos países da Comunidade Europeia e Japão. A lei já estabelece um arcabouço adequado, como a responsabilidade compartilhada e a logística reversa como instrumento de gestão, embora ainda não faça referência explícita a necessária articulação como a política industrial e a política tributária para viabilizar as soluções ambientalmente mais avançadas (Brasil, 2010).

Reforçar a vigilância e coibir atividades de desmanches ilegais, gerando maior formalização quando da retirada de veículos de circulação.

## **10 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A destinação de veículos em fim de vida no Brasil ainda é um tema que vem sendo tratado com pouca ênfase do ponto de vista ambiental. Por ser um problema crescente em função do aumento da frota, da tendência de fim de vida cada vez mais precoce e do uso de materiais menos recicláveis. Em função da quantidade de veículos novos vendidos atualmente, num horizonte de dez a vinte anos o descarte de resíduos de veículos pode atingir a ordem de grandeza de quase 4.000.000 de toneladas anuais de veículos em fim de vida.

Obviamente esse número é apenas uma estimativa, mas dá uma ideia da ordem de grandeza do problema. Os resíduos de fragmentação automotiva poderão representar uma fração da ordem de 1,5% dos resíduos sólidos urbanos, e que potencialmente serão dispostos em aterros caso não seja desenvolvida a infraestrutura adequada.

No momento, o Brasil encontra-se num panorama geral despreparado para enfrentar essa realidade, o que requer atuação do poder público e articulação do setor para que a questão seja resolvida. A Política Nacional de Resíduos Sólidos apresenta um arcabouço adequado para consolidação das ações do ponto de vista da destinação dos materiais, no entanto falta ainda articulação com a política industrial, uma vez que não há incentivos claros para priorização de materiais fáceis de reciclar ao fim da vida do veículo. A indústria de reciclagem de veículos já é uma realidade em países como os membros da Comunidade Europeia, Japão, e até a próxima Argentina. Mas no Brasil faltam iniciativas e planejamento para lidar com os crescentes volumes de Veículos em Final de Vida e assim evitar um possível caos na mobilidade urbana e no meio ambiente, e há experiências que podem ser aproveitadas.

Deveriam ser estudados também outros fatores como o modelo de taxação de veículos, que não leva em conta aspectos ambientais.

Também um diagnóstico mais preciso e detalhado da situação atual dos desmanches, ferrosvelhos e outros atores econômicos que por vezes trabalham na informalidade pode ajudar a definir os caminhos para que uma fração maior dos veículos em fim de vida tenha uma destinação adequada. Cabe também recomendar que as características e tendências dos resíduos de fragmentação automotiva sejam estudadas para a realidade específica do Brasil.

## **REFERÊNCIAS:**

ABRELPE - Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais; Panorama dos resíduos Sólidos no Brasil 2010; pg. 44; Disponível em:<[http://www.wtert.com.br/home2010/arquivo/noticias\\_eventos/Panorama2010.pdf](http://www.wtert.com.br/home2010/arquivo/noticias_eventos/Panorama2010.pdf)>. Acesso em 20 fev. 2012.

ALMEIDA, A.; Ou Vai ou Racha. O presidente da Anfavea, José Carlos Pinheiro Neto, diz que o Mercosul é irreversível e garante que o programa da renovação de frota vinga em 2000; Revista Isto É; Entrevista; José Carlos Pinheiro Neto; 15 Dez 1999. Disponível em [http://www.istoe.com.br/assuntos/entrevista/detalhe/28888\\_OU+VAI+OU+RACHA](http://www.istoe.com.br/assuntos/entrevista/detalhe/28888_OU+VAI+OU+RACHA). Acesso em 18 Dez 2011.

ANFAVEA Anuário da Indústria Automotiva Brasileira 2011; Disponível em: <[www.anfavea.com.br/anuario.html](http://www.anfavea.com.br/anuario.html)>. Acesso em 10 nov 2011.

ASSOCIAÇÃO de ENGENHARIA AUTOMOTIVA Inspeção Vai Exigir Reciclagem de Veículos no Brasil, 03 Set 2009. Disponível em: <[wwwaea.org.br/pt\\_br/inspecao-vai-exigir-reciclagem-de-veiculos-no-brasil](http://wwwaea.org.br/pt_br/inspecao-vai-exigir-reciclagem-de-veiculos-no-brasil)>. Acesso em: 19 dez 2011.

ATRI, F; Cenário Econômico Global e Doméstico 2012; BRADESCO; Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos; Fev 2012.

BALABENUTE, M; Would an Automotive Recycling Center be a Really Profitable and Sustainable Business in Brazil?; Business School São Paulo, Fev, 2004, pg. 56 e 57.

BARRETO, J.; Vai um carro híbrido aí? Usar a eletricidade para poupar combustível é o lema dos novos veículos; Revista Info Exame; Inovação– out 2009.

BEZERRA, D.; Representante Técnico Comercial da Siebert, fornecedora mundial de equipamentos para Trituração, em entrevista concedida na EXPOSUCATA, 28 set 2011.

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei 12305 de 2 de agosto de 2010.

CANAL DO TRANSPORTE; Um Novo Debate Ambiental: o destino das baterias de carros; Disponível em: <<http://www.canaldotransporte.com.br/detalheclipping.asp?id=148259>>. Acesso em 11 dez. 2011.

CASTILHO, F.; Carro Novo no Lugar do Imóvel; Jornal do Comércio; Economia; Recife; Pernambuco; 02 fev. 2012.

Centro de Experimentação e Segurança Viária; CESVI; Disponível em: [http://www.cesvibrasil.com.br/eventos/certa\\_reciclagem.shtm](http://www.cesvibrasil.com.br/eventos/certa_reciclagem.shtm); Acesso em: 12 out 2011.

CETESB Programa Estadual de Prevenção a Destruição da Camada de Ozônio Disponível em: <http://homologa.ambiente.sp.gov.br/prozonesp/noticias/1002.htm>] publicado em Outubro de 2002. Acesso em: 15 jan. 2012.

CONAMA Resolução 401/08; Redução nos Limites de Mercúrio, Cádmio e Chumbo Permitidos na Composição das Pilhas e Baterias; 01 jul. 2009; Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=589>>. Acessado em: 28 nov 2011.

CONAMA; Resolução NO 267, de 14 set 2000; Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res00/res26700.html>>. Acessado em: 28 nov 2011.

CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito; Resoluçãoº 311; Dispõe sobre a obrigatoriedade do uso do equipamento suplementar de segurança passiva - Air Bag, na parte frontal dos veículos novos saídos de fábrica, nacionais e importados.; 03 apr. 2009; Disponível em:<[http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/RESOLUCAO\\_CONTRAN\\_311\\_09.pdf](http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/RESOLUCAO_CONTRAN_311_09.pdf)>. Acesso em 22 dez 2011.

COLOMBO Jr, V Avaliação da Atividade de Desmonte de Veículos para Fins de Reciclagem Veicular. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Química, 2005. 56 p.

END-of LIFE VEHICLE SOLUTIONS CORPORATION Annual Report; Farmington Hills; MI; USA, 2006.

ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY; National Vehicle Mercury Switch Recovery Program; 11 ago. 2006; Disponível em: <<http://www.epa.gov/hg/switch.htm>>. Acesso em: 10 jan. 2012.

FENABRAVE; Anuário 2010 – Desempenho da Indústria Automotiva no Brasil. Disponível em: <<http://www.fenabrade.com.br/principal/home>>. Acesso em: 12 jan 2012.

FERRÃO, P.; NAZARETH, P.; AMARAL, J. Strategies for Meeting EU End-of-Life Vehicle Reuse/Recovery Targets. Journal of Industrial Ecology, 77 – 93. Massachusetts Institute of Technology, Press, 2006. 18p.

FORTON, O. T.; HARDER, M.K.; MOLES, N. R. Value from Shredder Waste: Ongoing Limitations in the U.K.; Waste & Energy Research Group. Faculty of Science & Engineering; University of Brighton, 2005.

GENERAL MOTORS; Programa de Reciclagem e Renovação da Frota Veicular; Não Publicado; 1999.

HATSCHBACH, R. M; NIEMAYER, R.; NAVIRO, R. M Panorama da Reciclagem de Componentes no Setor Automobilístico. XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção - Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de out de 2003; ENEGEP 2003 ABEPRO 1.

HEITZMANN, L. F.; FERRARESI, G.; NEIS, A.; CARVALHO. E; CASA, F.; MEIRE, J.; PIMENTA, O.; Aplicação de Materiais de Fontes Renováveis na Industria.

Automobilística; Grupo Verde / Daimler Chrysler do Brasil; disponível em: <<http://www.cempre.org.br/download/clipping/app.zip>>. Acesso em: 10 Fev. 2012.

IBAMA Instituto Brasileiro do Meio Ambiente; Controle de Resíduos. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas-qa/controle-de-residuos>>. Acessado em 03 jan.

INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA; Apostila Diretivas WEEE e ROHS. São Paulo. Fev 2007.

JAPAN for SUSTAINABILITY; Japan Enacts Automobile Recycling Law; 22 ago. 2002; Disponível em: <<http://www.japanfs.org/en/pages/024986.html>>. Acesso em: 4 out 2011.

MARQUES; F. O.; MEIRELLES, L. A.; Tendências da Reciclagem de Materiais na Indústria Automobilística; Ministério da Ciência e Tecnologia. Centro de Tecnologia Mineral, 2006.

MARTINS, A. H. Recuperação de Estanho e Cobre a partir da Reciclagem de Placas de Circuito Eletrônico de Microcomputadores Sucatados. Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, 2007.

MEDINA, H. V. de; GOMES, D. E. B. A Indústria Automobilística Projetando para a Reciclagem. Ministério da Ciência e Tecnologia. Centro de Tecnologia Mineral, 2002.

MEDINA, H. V. de; GOMES, D. E. B. Reciclagem de Automóveis: Estratégias, Práticas e Perspectivas. Ministério da Ciência e Tecnologia. Centro de Tecnologia Mineral, 2003.

MORETTI, B.; Nissan Sentra: Recall por Problemas na Bateria; Revista Quatro Rodas; 19 Dez. 2011. Disponível em: <[http://quatorodas.abril.com.br/noticias/nissan-sentra-recall-problemas-bateria-310325\\_p.shtml](http://quatorodas.abril.com.br/noticias/nissan-sentra-recall-problemas-bateria-310325_p.shtml)>. Acesso em: 10 Fev 2012.

MOURA; M.; PONTES, F.; MAIA, H.; PAGGI, M.; Carga Pesada - O automóvel se tornou o principal instrumento de arrecadação do país; Revista Época; Economia; 21 out 2011. Disponível em: <<http://revistaepoca.globo.com/ideias/noticia/2011/10/carga-pesada.html>>. Acesso em 21 out 2011.

NAIME, R; Impacto Ambiental dos Depósitos de Veículos; Ecodebate – Cidadania & Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2011/09/13/impacto-ambiental-dos-depositos-de-veiculos-artigo-de-roberto-naime/>>; Acesso em: 26 Nov 2011.

ORGANIZATION INTERNATIONALE des CONSTRUCTEURS d'AUTOMOBILES (OICA) 2010 Production Statistics. Disponível em: <<http://oica.net/category/production-statistics/>>. Acesso em: 24 nov. 2011.

PITTA, I.; Vizinho Exemplar: O projeto de reciclagem de automóveis na Argentina pode repetir seu sucesso do nosso lado da fronteira; Revista Quatro Rodas; ago 2009; Disponível em: <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/desenvolvimento/reciclagem- argentina-lei-automovel-489060.html>; Acesso em: 10 Nov 2011.

REVISTA QUATRO RODAS Teste de Longa Duração do Chevrolet Agile. Disponível em: <<http://quatorodas.abril.com.br/carros/duracao/agile-641755.shtml>>. Acesso em: 20 dez 2011.

SANTOS; A. C; Como outros países se posicionam em relação à Inspeção Técnica Veicular; REVISTA CESVI BRASIL; fev./mar. 2010.

SIMONITE, T. – NewScientist; 06 Mar. 2007 apud Inovação Tecnológica; Técnica Permite Reciclagem de Placas de Circuito Impresso e Recuperação de Metais. Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010125070306>>. Acesso em: 12 Dez 2011.

SINDIPEÇAS; Levantamento da Frota Circulante Brasileira; Abr. 2011; Disponível em: <[www.cesvibrasil.com.br/seguranca/biblioteca/dados\\_gerais/Frota\\_Circulante\\_Brasileira\\_SINDIPECAS.pdf](http://www.cesvibrasil.com.br/seguranca/biblioteca/dados_gerais/Frota_Circulante_Brasileira_SINDIPECAS.pdf)>. Acesso em: 20 Nov 2011.

STAUDINGER, J., KEOLEIAN, G. A. Management of End-of Life vehicles (ELVs) in the US. Center for Sustainable Systems, University of Michigan, 2001. 58 pg.

SULZBERG, C. Electric Vehicles In The Early Years Of The Automobile; Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). 2004

VALLE, C; Frota de carros da capital cresce menos em 2011; Jornal da Tarde; Caderno Cidades; São Paulo, 22 jan. 2012; Disponível em: < <http://blogs.estadao.com.br/jt-cidades/frota-de-carros-da-capital-cresce-menos-em-2011/>>. Acesso em: 22 jan. 2012.

VALORCAR. Guia de Desmantelamento de Veículos em Final de Vida; dez. 2008; 47 pg. Disponível em:[http://www.valorcar.pt/core/components/manageLibFiles/uploads/D/GUIADEDesmantVALOR CAR\\_LR.pdf](http://www.valorcar.pt/core/components/manageLibFiles/uploads/D/GUIADEDesmantVALOR CAR_LR.pdf). Acesso em 10 out 2011.

VALORCAR; Relatório de Atividade Veículos em Fim de Vida (VFV) 2010; Disponível em: <<http://www.valorcar.pt/biblioteca/documentos.html>>. Acesso em 12 fev. 2012

VASQUES, A. C. Estudo da Reciclagem de Metais no País. Relatório Técnico 83; Reciclagem de Metais no País; Ministério das Minas e Energia; Novembro 2009.

WAHAB, D.A; GO, T.F.; RAHMAN, M.N.; RAMLI, R.; AZHANI, C.H.; Disassembly for Reuse: Implementation in the Malaysian Automotive Industry; Australian Journal of Basic and Advanced Sciences, 2010.