



Reciclagem e Sustentabilidade na Indústria Automobilística

Daniel E. Castro

Reciclagem e Sustentabilidade na Indústria Automobilística

Belo Horizonte - 2012

Este livro não possui fins comerciais, sua distribuição é gratuita e, portanto, fica proibida a reprodução de qualquer parte deste, bem como sua exploração, venda, locação, ou distribuição em troca de lucro comercial.

Projeto gráfico da capa: Leroy Studio

Ilustração da capa: Leroy Studio

Direção editorial: Adriana B.

Fotografia: Rafael Motta

Diagramação: Diego B.

Reciclagem e Sustentabilidade na Indústria Automobilística

C355r Castro, Daniel E.

Reciclagem & sustentabilidade na indústria automobilística / Daniel E. Castro; Vinicius Ladeira Marques de Souza; Amanda Gonçalves Bovolenta. - Belo Horizonte: [s.n.], 2012.

220 p. : il.

ISBN 978-85-913373-0-9

1. Reciclagem de carros 2. Indústria automobilística
3. Processos industriais I. Título. II. Autor.

CDU 629.113

1ª edição

Daniel E. Castro

Colaboradores: Vinicius Ladeira Marques de Sousa
Amanda Gonçalves Bovolenta

Sobre a JICA

A Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA) é o órgão do Governo Japonês responsável pela implementação da Assistência Oficial para o Desenvolvimento (ODA) que apóia o crescimento e a estabilidade socioeconômica dos países em desenvolvimento com o objetivo de contribuir para a paz e o desenvolvimento da sociedade internacional. Com uma rede de escritórios que se estende por quase 100 países, a JICA presta assistência a mais de 150 países no mundo todo. No Brasil, atua em dois segmentos de cooperação: Cooperação Técnica e Cooperação Financeira (Empréstimo ODA).

Como uma modalidade da cooperação técnica, o Governo Japonês através da JICA realiza treinamentos no Japão de capacitação de técnicos estrangeiros buscando incrementar os conhecimentos e habilidades técnicas dos participantes. Anualmente são oferecidos cerca de 400 cursos em todo o mundo, dentre os quais são selecionados aproximadamente 100 cursos de interesse do Governo Brasileiro. Após o retorno dos técnicos aos seus países, a JICA oferece apoio para divulgação e desenvolvimento de atividades dos participantes dos cursos.

O presente livro é resultado da participação do Sr. Daniel E. Castro, autor do livro e dos colaboradores Sr. Vinicius Ladeira Marques de Sousa e Sra. Amanda Gonçalves Bovolenta no curso “Promotion of Automotive Recycling Systems for Environmental Conservation and Effective Resources use in Latin America” realizado em fevereiro de 2010 no Japão.

Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA)

Representação no Brasil

SCN Quadra 02- Bloco A

Ed. Corporate Financial Center 4º andar- sala 402

Tel: +55(61) 3321-6465 Fax: +55(61)3321-7565

Email: br_oso_rep@jica.go.jp

Home page: <http://www.jica.go.jp/brazil>

Participação:

Capítulo 8: A situação dos veículos de transporte de carga no Brasil

Autor: Vinicius Ladeira Marques

Engenheiro Mecânico pela Universidade de Brasília e bacharel em Direito pela PUC de Goiás. Atualmente exerce a função de Assessor Governamental da Presidência da Confederação Nacional do Transporte - CNT.

Capítulo 9: Aspectos legais nos processos de reciclagem de veículos

Autor: Amanda Gonçalves Bovolenta

Bacharel em Relações Internacionais, Pós graduanda em Direito Tributário, funcionária de carreira do Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior (MDIC), trabalhou durante dois anos no Departamento de Indústrias de Equipamentos de Transporte deste Ministério. Atualmente exerce suas funções junto à Coordenação Geral de Mecanismos de Exportação do MDIC.

Sobre o Autor

Engenheiro mecânico-aeronáutico formado na Universidad Nacional de La Plata - Argentina, com doutorado em materiais pela Universidade de Karlsruhe-Alemanha. Trabalhou nas áreas de manutenção, produção e projetos em diversas empresas do setor siderúrgico, setor de geração de energia e indústria aeroespacial na Alemanha, Brasil e Argentina. Especialização em TQC (Total Quality Control) na JUSE (Union of Japanese Scientists and Engineers)-Tóquio, Japão e Especialização em Técnicas de Reciclagem de Veículos na IREC (International Recycling Education Center), Japão. Possui experiência prática na implantação de projetos de Manutenção Produtiva Total (TPM), em sistemas de manutenção com base na análise de Confiabilidade (RCM), implantação e desenvolvimento de soluções informatizadas nas áreas de gestão de manutenção, análise de confiabilidade e análise de falha de sistemas. Palestrante internacional com atuação em congressos e seminários na Alemanha, Estados Unidos, Japão, Brasil, Chile e Equador.

Atualmente é Diretor da PLUS Engenharia Treinamento e Consultoria Ltda. e Professor do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Cefet-MG). Ocupa o cargo de Vice-Diretor da Associação Brasileira de Manutenção (Abraman-MG) desempenhando as seguintes funções:

- Consultor industrial – entre os seus clientes estão as seguintes empresas: Vale, V&M do Brasil, Fiat do Brasil, Teksid do Brasil, Telemar, Grupo Gerdau-Açominas, Grupo Arcelor Mittal, Magnesita S.A., Grupo Saint Gobain, Kinross (RPM), Funed e Tecem Tecnologia Empresarial.
- Professor do Curso de Mestrado em Engenharia da Energia – Linha de Pesquisa: Confiabilidade de Sistemas Energéticos – e do curso de Engenharia Mecânica, Cefet-MG
- Coordenador e Instrutor dos Cursos de Pós-Graduação Lato Sensu em Engenharia de Manutenção (Parceria Abraman-MG e IEC -PUC Minas)

Agradecimentos

Para que esse livro se tornasse realidade foi necessário o trabalho conjunto de várias pessoas e organizações, que contribuíram com dados, pesquisas, levantamentos de campo, etc. Também foi necessário o apoio financeiro para a elaboração dos trabalhos de edição, fotografias, artes gráficas, etc. que permitiram dar o formato final a este livro. Por este motivo agradeço especialmente a:

Japan International Cooperation Agency - JICA: Em primeiro lugar, pelo apoio financeiro e oportunidade de ter participado como um dos representantes do Brasil no Curso realizado no Japão sobre Sistemas de Reciclagem de Automóveis para a Preservação Ambiental e o Uso Efetivo de Recursos para América Central e América do Sul em fevereiro de 2010, cujos ensinamentos teóricos e experiências práticas foram os principais motivadores para a elaboração desse livro. Em segundo lugar, pelo apoio financeiro para viabilizar a produção desse livro, através dos seus programas follow-up, que são orientados para dar continuidade aos cursos e experiências vividos por ex-bolsistas no Japão.

ReUseMotorization Alliance do Japão - RUM ALLIANCE/NPO: Pelo apoio e empenho junto à JICA para a realização do Curso sobre Sistemas de Reciclagem de Automóveis para a Preservação Ambiental e o Uso Efetivo de Recursos para América Central e América do Sul.

Sr. Norihiko Kondou – Presidente da Kaiho Sangyo S.A. do Japão: Pela organização exemplar e enorme disposição na recepção de todos os participantes do curso realizado no Japão, abrindo as portas da sua empresa e nos mostrando as suas instalações, que serviram de base para a descrição técnica dos processos de reciclagem nesse livro.

Sr. Kenichi Tsugumi – Diretor do IREC (International Recycling Education Center do Japão): Pela enorme disposição e apoio durante a realização do curso no Japão e acompanhamento constante dentro e fora da sala de aula, permitindo consolidar o conceito sistêmico de reciclagem de veículos japoneses, que serviu de base para a concepção desse livro.

Sr. Juarez Marteleto Rugani – Gerente Operacional (Logiguarda): Pelo seu apoio na descrição das rotinas de funcionamento dos pátios do DETRAN – MG e por ter autorizado a nossa visita em alguns desses pátios, o que foi de grande valor na elaboração de alguns capítulos desse livro.

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET MG: Pelo apoio e incentivo para a minha participação do curso no Japão e para a elaboração desse livro, onde pude contar também com a contribuição de alunos do curso de Engenharia Mecânica da Instituição.

Gostaria de agradecer a alguns colegas do curso no Japão que contribuíram de forma especial na elaboração desse livro e também às outras pessoas que de alguma forma participaram da realização desse trabalho:

Vinicius Ladeira Marques: Autor do capítulo 8, que trata da situação dos veículos de transporte de carga e da necessidade de reciclagem destes veículos no Brasil.

Amanda Gonçalves Bovolenta: Autora do capítulo 9, que trata da legislação brasileira relacionada à reciclagem de veículos.

Eidi Fujimaki: Pela sua disposição na procura de contatos de empresas e pessoas ligadas ao mundo da reciclagem de veículos no Brasil, o que permitiu a obtenção de informações importantes para vários capítulos desse livro.

Também gostaria de agradecer aos meus alunos dos cursos de Engenharia Mecânica e de Mestrado em Engenharia da Energia do CEFET, especialmente ao Hélder Alves de Almeida Júnior e ao Paulo Henrique dos Santos Souza, que me acompanharam em várias visitas a empresas e colaboraram de forma ativa no levantamento de dados em campo.

Finalmente agradeço especialmente a contribuição de minha esposa e de meu filho que não mediram esforços para me auxiliar na correção dos textos, formatação final e gestão de todos os contatos necessários para a produção do livro, pois sem esse apoio seria impossível concluir esse trabalho no prazo previsto.

SUMÁRIO:

Capítulo 01

A evolução do homem e dos veículos	19
O capitalismo pós-guerra e o surgimento da indústria automobilística global	41

Capítulo 02

A evolução da indústria automobilística e a era da produtividade	47
Os impactos socioambientais da indústria automobilística	54
A globalização dos impactos da indústria automobilística	62

Capítulo 03

A gestão do ciclo de vida dos produtos	67
O lixo nas águas	70
O lixo na terra	74
Olhando para o futuro	78

Capítulo 04

O valor oculto dos veículos	81
Materiais utilizados na fabricação de veículos	83
O valor de mercado dos veículos durante o seu ciclo de vida	88
O comércio de créditos de carbono	93
O valor agregado nos processos de reciclagem	96

Capítulo 05

Descrição do processo de reciclagem.....	101
Etapas básicas do processo de reciclagem de veículos.....	102
Recepção dos ELV's.....	104
Processo de desmontagem de ELV's.....	107
Classificação de componentes desmontados dos ELV's.....	114
Processo de fragmentação de ELV's.....	125
Equipamentos para fragmentação e separação de metais ferrosos de ELV's.....	129

Capítulo 06

A reciclagem de veículos em outros países.....	145
Comunidade Europeia.....	146
Estados Unidos.....	149
Japão.....	150

Capítulo 07

A frota brasileira de veículos.....	157
Informações sobre a frota de veículos.....	160
O destino dos veículos em fim de vida.....	169
Desmanche ilegal de veículos.....	174

Capítulo 8

A situação dos veículos de transporte de carga no Brasil.....	177
A necessidade da reciclagem da frota.....	181
Um projeto piloto brasileiro.....	183

Capítulo 09

Aspectos legais nos processos de reciclagem de veículos.....	187
O Brasil e a reciclagem de veículos.....	189
Outras iniciativas de destaque.....	192
Um grande passo: a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).....	193
Políticas Públicas e desafios futuros.....	194

Epílogo

Desafios e próximos passos para a sustentabilidade.....	198
---	-----

Referências.....	203
------------------	-----

PREFÁCIO:

Em muitos anos de experiência profissional na engenharia, tive oportunidade de trabalhar nas áreas de projeto, produção e manutenção em vários países e então pude constatar a crescente dificuldade que existe no campo da engenharia, em geral, para abordar essas três áreas. A engenharia surgiu inicialmente pela necessidade de produzir máquinas, ou seja, projetar e fabricar equipamentos. Com a revolução industrial no século 19, houve necessidade que a engenharia assumisse também a produção, ou seja, além de fazer os projetos, os engenheiros começaram ainda a definir critérios adequados para o controle e gerenciamento da produção. A área de manutenção surgiu mais tarde, após a segunda guerra mundial, quando as quebras imprevistas das máquinas começaram a gerar perdas significativas nas linhas de produção das empresas. Nessa época começaram a ser implementadas as técnicas de manutenção preventiva e, a partir de 1970, as técnicas denominadas preditivas com a função de prever o avanço do desgaste nas máquinas e minimizar as paradas imprevistas de produção.

Infelizmente, as grades curriculares dos cursos de engenharia não foram sendo atualizadas para atender a esta evolução das necessidades da engenharia. O exemplo mais claro é o tema da manutenção, que atualmente ocupa no máximo 60 horas em uma carga horária total de 4.000 a 4.500 horas de um curso de engenharia mecânica, que é o único curso de engenharia que trata desse tema. Não é de se surpreender que os processos de manutenção ainda não sejam gerenciados adequadamente em muitas empresas, pois os nossos engenheiros de manutenção precisam aprender os fundamentos da manutenção na prática, fora das universidades, muitas vezes sem uma metodologia apropriada.

Mas a evolução da engenharia continuou e na indústria existem atualmente outros problemas além da manutenção. Um deles é o que deve ser feito com as máquinas usadas, que atingiram o fim de sua vida útil. Infelizmente, a engenharia ainda não tem respostas claras para esse problema e nem mão de obra preparada para lidar com outros problemas existentes na indústria atualmente. Dentre esses problemas podemos incluir o esgotamento de recursos naturais, a crescente contaminação do meio ambiente com a emissão de resíduos sólidos e efluentes líquidos e gasosos, esgotamento de fontes de energia, etc. Minha participação no curso sobre

Reciclagem de Veículos, realizado em 2010 no Japão, permitiu que eu observasse como os japoneses estão começando a encontrar soluções para esses problemas e foram estes novos conhecimentos e experiências que me incentivaram a escrever esse livro. O principal objetivo é ajudar a difundir um conhecimento que deveria ser abordado em muitos cursos superiores, mas que, com certeza, não pode faltar na formação de um engenheiro. Espero assim contribuir com os meus colegas engenheiros e também com a sociedade como um todo, divulgando através deste livro algumas informações sobre a reciclagem de veículos, atividade essencial para garantir uma indústria automobilística sustentável.

A EVOLUÇÃO DO HOMEM E DOS VEÍCULOS

Os carros hoje são produtos característicos de uma sociedade evoluída, dinâmica, com pessoas em constante movimentação, fechando negócios, se deslocando para os seus locais de trabalho, visitando pontos turísticos, ou seja, os carros desempenham um papel fundamental para uma sociedade em constante evolução. Não é coincidência que os países mais desenvolvidos economicamente possuem também as maiores frotas de veículos do mundo. Os carros incorporam os avanços tecnológicos mais evoluídos e se transformam em um dos objetos mais desejados e cobiçados por homens e mulheres em todos os países do mundo. Talvez os carros possam ser considerados como o produto mais característico das sociedades modernas, sociedades de mobilidade. Para compreender esse papel tão significativo dos veículos nas sociedades, é importante revisar a evolução histórica das civilizações que nos antecederam e como os veículos influenciaram seu desenvolvimento social, tecnológico e econômico.

A necessidade de veículos nas civilizações surgiu com a mudança do comportamento humano primitivo, caracterizado por comunidades selvagens e nômades lutando pela sobrevivência, para os primeiros núcleos de comunidades agrícolas e sedentárias que precisavam transportar cargas (grãos, materiais, etc.) de um local para outro, utilizando para isto veículos simples impulsionados pelos primeiros animais domesticados (bois, cavalos, cabras, etc.). Essa transformação teve início aproximadamente no ano 12000 a.C., no período denominado Neolítico, e esta mudança foi tão importante para a evolução dos homens, que é conhecida como revolução neolítica. Nessa época, o homem já fazia uso de veículos primitivos equipados com rodas construídas a partir de segmentos de tronco de árvores, como mostrado na figura ao lado.

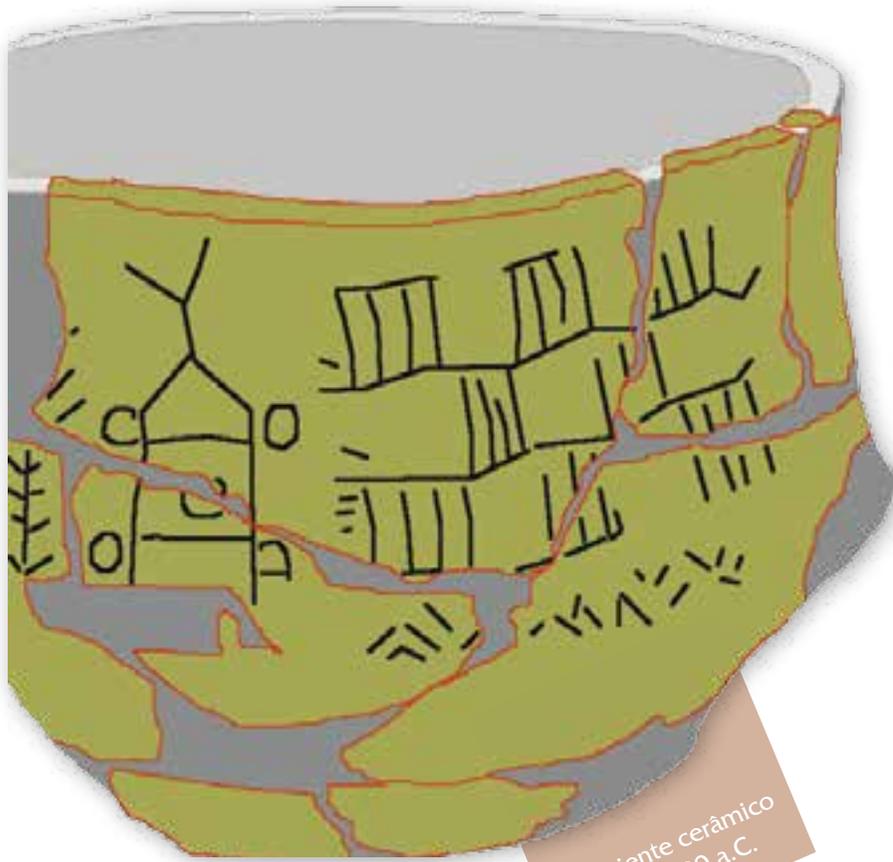
A evolução desses transportes permitiu ao homem conquistar espaços e colonizar territórios, fundando comunidades cada vez mais complexas e evoluídas. Vários indícios mostram a existência de veículos com um e dois eixos acionados por animais domesticados em comunidades da região europeia central e oriental e também em alguns povos localizados na mesopotâmia.



Rodas de segmentos de troncos de árvores.

A figura abaixo apresenta um recipiente cerâmico encontrado na região sul da Polônia datado do ano 3500 a.C., no lado esquerdo do recipiente, pode-se observar a imagem de um veículo com rodas.

Já a roda mostrada na próxima figura foi encontrada na cidade de Tshoga Zanbil no atual Irã, com data entre aproximadamente 2500 a 3000 a.C. e encontra-se exposta no museu nacional de Teheran.



Recipiente cerâmico do ano 3500 a.C.



Roda de mais de quatro mil anos de idade exposta no Museu Nacional de Teheran.



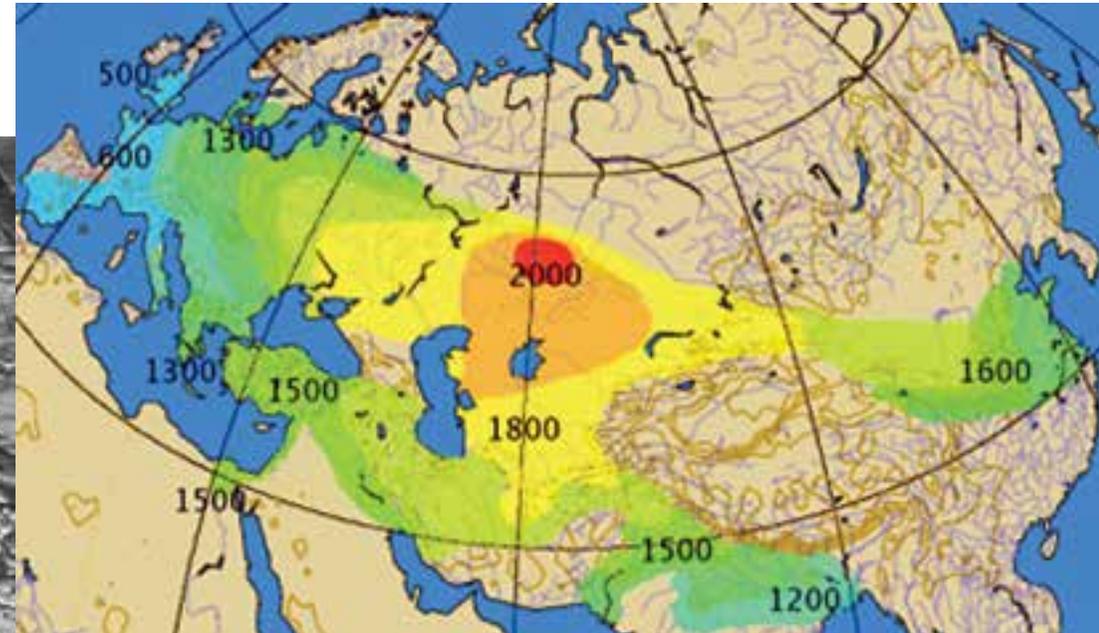
A evolução dos veículos permitiu ao homem otimizar a capacidade de conquista, transformando-se em uma arma estratégica de civilizações avançadas como a egípcia. A figura a seguir mostra um baixo relevo do templo de Abul Simbel no Egito com a imagem do Faraó Ramses II em um carro de guerra de duas rodas. Ramses II governou o Egito entre os anos 1279 e 1213 a.C.

É interessante observar que os carros de guerra utilizados pelos egípcios possuíam rodas construídas por raios unindo o cubo central ao aro externo. Este tipo de veículo



Carro de guerra de duas rodas utilizado entre 1279 e 1213 a.C.

de guerra com rodas de raios talvez tenha sido o responsável pelo desenvolvimento de grandes civilizações antigas. O mapa mostrado a seguir indica a evolução regional e temporal dos carros de guerra de duas rodas com raios.



- » Vermelho: Cultura Sintashta-Petrovka, idade de Bronze (2000 a.C.)
- » Laranja: Cultura Andronovo, idade de Bronze (1900 a.C.)
- » Amarela: Cultura Indo-Iraniana, (1800 a.C.)
- » Verde claro: Expansão da cultura Indo-Iraniana, (1700 a.C.)
- » Verde escuro: Expansão para as regiões da Mesopotâmia, Índia e China, final da idade de Bronze (1600 a 1200 a.C.)
- » Azul: Expansão para Europa Ocidental, idade do Ferro (1000 a 500 a.C.)

Observa-se que os primeiros veículos de guerra de duas rodas começaram a ser utilizados por civilizações da região central da Ásia aproximadamente no ano 2000 a.C. na denominada idade de Bronze e foi se espalhando para o leste e oeste do continente asiático atingindo por último as regiões da Europa Ocidental até o ano 500 a.C. Isso mostra claramente como os veículos foram fator decisivo para o desenvolvimento das civilizações antigas.

A rápida expansão do próprio Império Romano é um exemplo de como o transporte rápido e eficaz de tropas era um fator estratégico na supremacia das culturas antigas. Os exércitos romanos eram conhecidos por serem os mais velozes da época, o que lhes permitia atingir alvos inimigos com grande rapidez. Sem dúvida, o uso de veículos de guerra acionados por cavalos foi uma das armas decisivas nos combates destes exércitos, garantindo a expansão do Império Romano e seu predomínio no mundo antigo por mais de 900 anos.

Apesar do avanço alcançado nos veículos antigos, o fato deles serem acionados por animais limitava muito seu alcance. Para atingir longas distâncias era necessário fazer trocas periódicas dos animais e também paradas para sua recuperação e abastecimento. A necessidade de melhorar os sistemas de transporte puxados por animais era tanta que o filósofo e monge franciscano Roger Bacon (1214 – 1292 d.C.) chegou a escrever a seguinte frase em um de seus livros “Um dia serão construídos veículos, que se movimentarão e poderão se manter em movimento, sem a necessidade de serem puxados por nenhum tipo de animal”. Isto mostra como era forte o ideal de conseguir se movimentar de forma cada vez mais eficiente e sem esforços. O ideal de conseguir construir um veículo que pudesse ser impulsionado sem a necessidade de animais ou esforço humano levou o famoso Leonardo da Vinci (1452- 1519), extraordinário artista, cientista e engenheiro italiano a esboçar um veículo, cuja movimentação era alcançada através de um conjunto de molas e engrenagens que permitiam o acionamento autônomo do veículo. A figura ao lado mostra um protótipo deste automóvel construído de acordo com os esboços de Leonardo da Vinci e se encontra exposto no Château du Clos Lucé in Amboise na França.

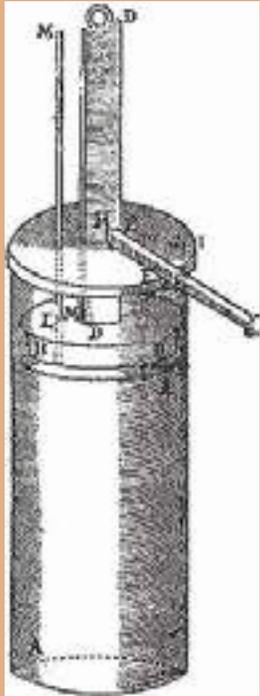


Protótipo de automóvel esboçado por Leonardo da Vinci.

Em 1600 o matemático holandês Simon Stevin construiu um veículo movimentado por uma vela, que utilizava a energia do vento, ou seja, era um conceito de automóvel eólico, com capacidade para 30 pessoas. Apesar do veículo se movimentar somente na praia, ao longo da costa, ele atingia uma velocidade superior à velocidade de um cavalo.



Um pouco depois da construção do veículo movimentado por energia eólica, o físico holandês Christiaan Huygens construiu um motor a pistão acionado por pólvora. Esse motor foi o pioneiro dos motores a combustão interna. Em 1690 um assistente de Huygens, o francês Denis Papin, construiu uma máquina a vapor formada por um cilindro, em cujo interior se movimentava um pistão. Dentro do cilindro existia um pouco de água, e quando o cilindro era aquecido e resfriado alternadamente, o pistão se movimentava produzindo energia mecânica. Tratava-se da primeira máquina térmica criada pelo homem.

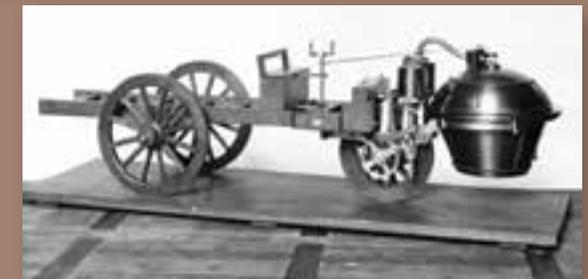


Primeira máquina térmica criada pelo homem

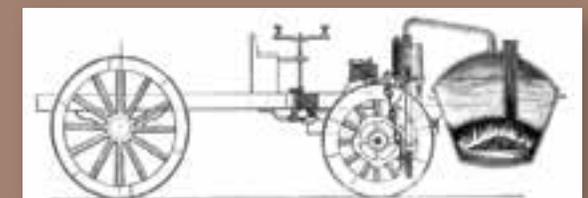
Em 1712 o inglês Thomas Newcomen desenvolveu ainda mais o conceito do cilindro a vapor criado por Denis Papin, gerando vapor externamente e direcionando o vapor para o cilindro, o qual movimentava o pistão. Em 1768 o físico escocês James Watt conseguiu aperfeiçoar a máquina a vapor de Newcomen chegando a um conceito funcional de máquina a vapor, motivo pelo qual Watt é considerado como o descobridor da máquina a vapor. Com essa máquina a vapor nasceu o primeiro motor capaz de acionar um veículo de forma autônoma, sem a necessidade de animais ou esforço humano para sua movimentação. Assim foi que em 1769 o engenheiro militar francês Nicolas Joseph Cugnot desenvolveu um veículo de três rodas para o exército francês acionado por um motor a vapor de acordo com a invenção de James Watt.

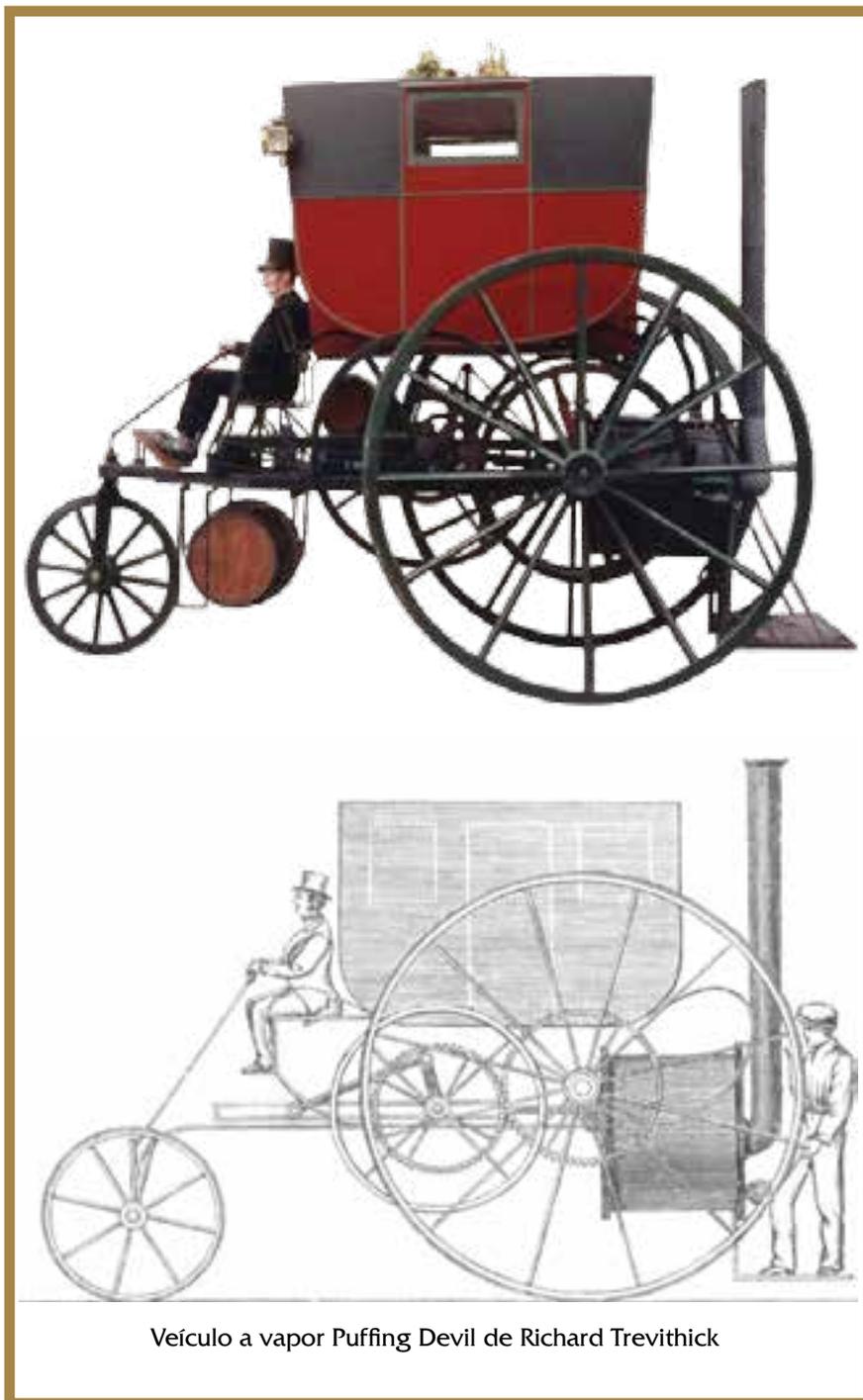
Esse veículo a vapor deveria servir como máquina de artilharia do exército e era acionado por dois cilindros, cujas hastes movimentavam a roda dianteira. O veículo atingia uma baixa velocidade entre 3 e 4,5 km/h. Infelizmente era muito pesado e de difícil direção e terminou se esvaçando contra a parede de um quartel, sem chegar a ser utilizado nos campos de batalha. Um modelo original deste veículo se encontra exposto no Conservatório Nacional de Artes e Metiers em Paris.

No século 19 foi construída uma grande variedade de veículos a vapor. Em 1801 o inglês Richard Trevithick construiu um veículo a vapor que chamou de Puffing Devil, que permitia levar passageiros atingindo uma velocidade de 8 km/h. Esse veículo



Veículo de três rodas com motor a vapor do francês Nicolas Joseph Cugnot





Veículo a vapor Puffing Devil de Richard Trevithick

podia subir pequenas elevações de terreno, o que significava uma grande melhoria em relação a outros veículos a vapor da época.

Em 1828 já existia na Inglaterra um serviço de transporte entre as cidades de Londres e Bath utilizando um ônibus movimentado por um motor a vapor. Em 1839 o escocês Robert Anderson construiu um veículo acionado por motor elétrico. Em 1842 Anderson juntou-se com um outro inglês Thomas Davenport e eles construíram um veículo elétrico movimentado por baterias, que na época não eram recarregáveis. O problema dos veículos elétricos era a curta duração das baterias e o seu alcance limitado.

Em 1860 o francês Etienne Lenoir patenteou o primeiro motor a gás. Esse motor trabalhava com um ciclo de compressão de dois tempos acionando diretamente um eixo virabrequim que transmitia o movimento a uma roda. Com base neste motor Lenoir construiu o primeiro veículo que circulou em ruas e foi denominado Hippomobile.

Veículo Hippomobile
construído por Lenoir

O sucesso do motor de Lenoir foi tanto na época, que o levou a criar uma empresa chamada Société Lenoir para fabricar e vender o seu produto. Apesar dos seus altos custos de manuten o, a demanda por esse tipo de motor foi grande porque, entre outras coisas, o motor era bastante silencioso, o que agradava aos usuários da época.

Com base no motor de dois tempos de Lenoir, em 1862 o autodidata alemão Nicolaus August Otto (1832-1891) começou a testar a constru o de motores a gás de quatro tempos, que começaram a ser utilizados apenas em 1876. Em 1864 ele fundou a primeira fábrica de motores do mundo. Essa fábrica, inicialmente chamada N.A. Otto Cie foi, a partir de 1872, denominada Gasmotoren-Fabrik Deutz AG e é atualmente conhecida como Deutz AG. Em 1876 com ajuda técnica de Wilhelm Maybach e apoio financeiro de Eugen Langen, Otto conseguiu atingir a maturidade na produ o dos motores de quatro tempos, que serviram de base para a constru o dos motores automobilísticos atuais. Em 1884 Otto descobriu a igni o elétrica para seus motores a gás. A partir dessa inven o foi possível começar a utilizar combustíveis líquidos, como alternativa para o gás, que até aquele momento era o único combustível utilizado nos motores de dois e quatro tempos. Os motores de combustão interna de quatro tempos com igni o elétrica levam o nome de motores Otto, devido ao grande esforço realizado por esse alemão no desenvolvimento desses motores, sem os quais a indústria automobilística atual não existiria.

Assim, no final do século XIX nasceu o denominado automóvel, ou seja, um veículo capaz de se movimentar de forma aut noma, sem a necessidade de animais ou esforço humano. O cora o dos automóveis passou a ser o motor, ou seja, o sistema que permitia o acionamento do veículo. No final do século XIX existiam vários tipos de acionamentos concorrendo simultaneamente para sua utiliza o em automóveis. Isto pode ser observado nos dados de fabrica o dos Estados Unidos, onde nesta época já existiam vários fabricantes de veículos automotores. Em 1900 existiam nos Estados Unidos 75 diferentes fabricantes de veículos. Os veículos eram acionados por motores a vapor, a gás e alguns automóveis eram movidos por motores elétricos.

A evolu o técnica dos motores durante todo o século XIX foi consequência direta do grande desenvolvimento industrial que começou na Europa e também tomou conta dos Estados Unidos na segunda metade desse século. Esse período da história foi denominado de Revolu o Industrial e possibilitou aos países destas regiões transformarem suas economias regionais em sociedades evoluídas, que lhes permitiriam no próximo século atingir a hegemonia econômica do mundo. Mas a evolu o do automóvel ficou marcada por três fatores fundamentais, um dos quais aconteceu na Europa e outros dois nos Estados Unidos.

Em 1886 o alemão Carl Benz lançou uma patente de um veículo automotor, conhecido como o primeiro automóvel moderno do mundo. Esse veículo tinha três



Veículo de três rodas de Carl Benz, já possuía velas, caixa de marcha e embreagem como os veículos atuais

rodas e era acionado por um motor de combustão interna a gasolina, que inicialmente foi de dois tempos e depois aperfeiçoado para um motor de quatro tempos, equipado com carburador e velas, e resfriado por  gua. O motor transmitia o torque às rodas traseiras através de uma embreagem, uma caixa de marchas e um diferencial. Assim, esse veículo apresentava os principais conjuntos mecânicos dos veículos atuais. Apesar de todos esses avanços tecnológicos, inicialmente a inven o de Carl Benz não chamou muito a aten o do público na época. Foi, por esse motivo, que em 1888 sua esposa, C cilie Bertha Benz, que ajudou financeiramente no desenvolvimento do veículo criado por Carl, decidiu dirigir o veículo em uma estrada da Alemanha unindo as cidades de Mannheim e Pforzheim, percorrendo uma distância de 106 Km.

Esse evento deu tamanha repercussão ao produto que garantiu o sucesso do seu veículo e da sua empresa.

Por outro lado, nos Estados Unidos também estavam acontecendo alguns fatos que iriam ser decisivos na evolução da indústria automobilística mundial. Em 1863 nasceu Henry Ford em uma fazenda próxima a um município rural de Detroit no estado de Michigan. Ele teve um papel fundamental no desenvolvimento do automóvel e iniciou sua trajetória com motores, na fazenda de seu pai, onde era responsável pelos reparos nas máquinas. A sua vida na fazenda não era fácil, pois exigia a execução de trabalhos manuais e bastante pesados. Talvez, por esse motivo, desde menino Ford já demonstrava o interesse em substituir o trabalho manual pelo uso de máquinas. Em 1875, aos doze anos, o contato com um veículo a vapor o levou a estudar os veículos automotores e, em 1879, ele deixou sua casa e foi morar na cidade vizinha Detroit, para trabalhar como aprendiz de operador de máquinas, inicialmente na empresa James F. Flower & Bros, e mais tarde na Detroit Dry Dock Co. Em 1882, ele retornou a Dearborn para trabalhar na fazenda da família e ganhou experiência na operação dos motores a vapor portáteis da empresa Westinghouse. Aos 19 anos, Ford começou a trabalhar na Companhia Westinghouse com conserto e montagem de veículos a vapor e, em 1885, trabalhando como mecânico das oficinas da Eagle Motor Works, em Detroit, seu interesse se concentrou nos motores a explosão. Dois anos depois, Ford construiu seu primeiro motor desse tipo, movido a gasolina. Por volta de 1890, Ford assumiu a posição de engenheiro maquinista na empresa Edison Illuminating Company da cidade de Detroit e, em 1893, após tornar-se engenheiro chefe, começou a dedicar-se às suas experiências pessoais com motores a gasolina, que culminaram em 1896 com a conclusão de seu próprio veículo automotor denominado Quadriciclo, que foi, por ele mesmo testado e, posteriormente, aperfeiçoado. Em 1903, quando Ford tinha 40 anos de idade, ele juntou-se com outros 11 investidores e, com um capital de 28.000 dólares, formaram a Ford Motor Company. O primeiro grande sucesso da Ford Motor foi o modelo Ford T, lançado em outubro de 1908 e que tinha muitas inovações importantes, como o volante no lado esquerdo, inovação que foi, em seguida, copiada por todas as outras companhias. O motor e o câmbio eram totalmente fechados, os 4 cilindros do motor eram fundidos em um bloco sólido e a suspensão utilizava duas molas semielípticas. Dirigir esse carro era muito simples e, o mais importante, sua manutenção tinha um custo muito baixo. O seu preço era tão acessível que, em 1908, custava 825 dólares e o seu preço diminuía todos os anos, de tal forma que na década de 1920 a maioria dos motoristas norte-americanos aprendeu a dirigir o modelo Ford T, o que deixou o veículo na memória de milhões de pessoas.



Ford T, o primeiro grande sucesso da Ford Motor Company de Henry Ford, ficou conhecido por ser acessível e simples de dirigir



Sempre buscando maior eficiência e menores custos de fabricação, em 1913 Ford introduziu a montagem em esteiras em movimento nas instalações da sua empresa, o que permitiu aumentar a produção e reduzir ainda mais os custos de montagem. Embora essa invenção seja atribuída a Henry Ford, fontes indicam que este conceito de montagem em linha partiu dos funcionários Clarence Avery, Peter E. Martin, Charles E. Sorensen, e C. H. Wills. As vendas da empresa ultrapassaram 250.000 unidades em 1914. Por volta de 1916, os carros de passeio básicos atingiram um preço de 360 dólares e as vendas atingiram 472.000 unidades. Em 1918, metade dos carros



Linha de montagem da Ford Motors Company

em 1913

em 1935



em 1974

na América do Norte eram Modelos T. Assim, teve início a era da produção em massa, que marcou o desenvolvimento econômico de todo o século XX.

Como consequência da crescente concorrência, em meados da década de 1920, as vendas do Modelo T começaram a cair. Outros fabricantes de automóveis ofereciam planos de pagamentos pelos quais os clientes podiam comprar seus carros, que comumente incluíam características mecânicas mais modernas e estilos não disponíveis no Modelo T.

O segundo fato importante na evolução da indústria automobilística foi o grande impulso realizado pelos Estados Unidos na exploração de petróleo, na época em que começaram a surgir os primeiros motores de combustão interna acionando veículos automotores. O primeiro poço de petróleo foi descoberto na Pensilvânia nos Estados Unidos, em 1859 em uma região de pouca profundidade, somente 21 metros. Em princípio extraiu-se do petróleo apenas querosene, utilizado como combustível para a iluminação de casas e ruas, mas com o advento da indústria automobilística e posteriormente aeronáutica, o petróleo tornou-se o principal produto estratégico do mundo moderno. A produção de óleo cru nos Estados Unidos, de dois mil barris em 1859, aumentou para aproximadamente três milhões em 1863, e para dez milhões em 1874. Até o final do século XIX, os Estados Unidos dominaram praticamente sozinhos o comércio mundial de petróleo, devido em grande parte à atuação do empresário John D. Rockefeller. A supremacia americana só era ameaçada, nas últimas décadas do século XIX, pela produção de óleo nas jazidas do Cáucaso, exploradas pelo grupo Nobel, com capitais russo e sueco. Em 1901, uma área de poucos quilômetros quadrados na península de Apsheron, junto ao mar Cáspio, produziu 11,7 milhões de toneladas, no mesmo ano em que os Estados Unidos registravam uma produção de 9,5 milhões de toneladas. Naquela época o resto do mundo produzia somente 1,7 milhão de toneladas. Outra empresa, a Royal Dutch–Shell Group, de capital anglo-holandês e apoiada pelo governo britânico, expandiu-se rapidamente no início do século XX, e passou a controlar a maior parte das reservas conhecidas do Oriente Médio. Mais tarde, a empresa passou a investir na Califórnia e no México, e entrou na Venezuela. Paralelamente, companhias europeias realizaram intensas pesquisas em todo o Oriente Médio, comprovando que a região dispunha de cerca de setenta por cento das reservas mundiais de petróleo. As cem maiores empresas do século XX estavam diretamente ligadas ao automóvel ou ao petróleo. E os nomes de John Rockefeller, Paul Getty, Leopold Hammer, Alfred Nobel, Nubar Gulbenkian e Henry Ford tornaram-se mundialmente conhecidos por estarem associados ao petróleo ou ao automóvel.

Em 1914 eclodiu a primeira guerra mundial e envolveu os países que constituíam

o coração capitalista da Europa e, três anos mais tarde, envolveu também a Rússia. Houve, então, uma onda de movimentos revolucionários através da Europa e, após muitos anos, os movimentos de trabalhadores revolucionários foram derrotados e destruídos pela socialdemocracia, fascismo e stalinismo. Contudo, apesar de tais derrotas, não foi até 1945, após a segunda guerra mundial que o capitalismo pôde resolver a crise e estabelecer a base de uma nova era de crescimento econômico mundial baseado no modelo de produção em massa criado por Henry Ford.

O capitalismo pós-guerra e o surgimento da indústria automobilística global

O sistema de produção idealizado pela Ford Motors possibilitou a produção em série de bens de consumo padronizados, aplicando os conceitos da “gestão científica” e da automatização, que juntos abriram o caminho para um enorme aumento na produtividade do trabalho. Assim, a indústria automobilística transformou-se em modelo para um grande número de bens de consumo duráveis, tais como aspiradores de pó, máquinas de lavar, rádios, etc. Mas o carro foi o primeiro e o principal bem de consumo durável a ser produzido por métodos de produção Fordista. O carro desempenhou também um papel de destaque, alterando a vida e as concepções da classe trabalhadora. Depois da casa própria, o carro transformou-se na aquisição que um consumidor comum provavelmente faria, o que era equivalente a vários meses do seu salário. Além disso, como a produção de carros envolve uma grande variedade de indústrias como a de borracha, de aço, de plásticos, elétrica, de petróleo, além de empresas e serviços de sustentação como a de construção de estradas, da publicidade e financeira essa grande variedade de vínculos econômicos fez com que grandes e diversas partes da economia tornassem dependentes da produção dos carros, a tal ponto de transformá-la em um importante indicador econômico do crescimento dos países.

Com o fim da segunda guerra mundial e os Estados Unidos como nação vencedora, a sua indústria automobilística foi a mais beneficiada por este triunfo. Apesar da guerra, as fábricas americanas estavam intactas, já que tinham trabalhado intensamente durante a guerra na produção de tanques de guerra, veículos para o transporte de tropas, etc. Por outro lado, durante a segunda guerra mundial o governo dos Estados Unidos proibiu a fabricação de carros novos para concentrar os esforços da indústria na fabricação de veículos de guerra. Desta forma, depois de terminada a segunda guerra, a metade da frota de veículos dos Estados Unidos tinha mais de 10 anos de uso. Essa frota antiga, somada ao fato de uma economia pós-guerra, direcionada para a reconstrução do país deu uma energia quase ilimitada à indústria automobilística dos Estados Unidos, e também alavancou as indústrias automobilísticas de outros países, especialmente da Europa, através da importação de veículos.

Detroit, a cidade onde Henry Ford instalou sua primeira fábrica de veículos transformou-se em uma das cidades mais poderosas do país. Diversas fábricas concorrentes da Ford Motors, como a General Motors, Chrysler e American Motors também instalaram suas sedes em Detroit. O rápido desenvolvimento econômico do país elevou o poder aquisitivo dos americanos aumentando a procura por veículos

mais sofisticados, amplos e com detalhes de requinte e luxo. Foi assim que marcas como Cadillac começaram a investir em diferentes cores de carros, na contratação de designers além de engenheiros para a elaboração dos projetos de veículos, e no desenvolvimento de carros para a emergente elite social americana. Os veículos tinham até cinco metros de comprimento e quase dois metros de largura, com peso médio de quase duas toneladas.

Mas não somente as fábricas de veículos americanas foram beneficiadas pelo rápido crescimento da economia, os países da Europa pós-guerra viram na indústria automobilística a possibilidade de recuperação das suas economias. Na Europa, os veículos motorizados foram reconhecidos como um artigo da exportação que poderia ajudar a restaurar as economias dos países. A Grã Bretanha, por exemplo, destinou mais da metade de sua produção automotriz para a exportação, restringiu compras domésticas durante vários anos após a guerra e adotou políticas de redução de impostos para aumentar a competitividade dos fabricantes britânicos no mercado mundial. Dessa forma, no início da década de 50, a Grã Bretanha se transformou no maior país exportador de veículos do mundo. Em 1952, as marcas tradicionais Morris Austin se uniram para formar a BMC (British Motor Corporation), para aumentar a competitividade frente à crescente entrada de automóveis americanos, especialmente da Ford. Em 1955, as principais montadoras britânicas eram BMC, Ford, Rootes, Standard-Triumph e Vauxhall. Mas outros países da Europa também estavam interessados na exportação de veículos, especialmente para a nova potência mundial Estados Unidos. A indústria automobilística da Alemanha que, durante o nazismo, viveu uma época de glória por causa do incentivo dado pelo governo alemão para a construção de carros populares, levando à fundação da fábrica Volkswagen em



O Beetle da
Volkswagen

Wolfsburg, ficou praticamente destruída depois da guerra. A fábrica de Wolfsburg foi reativada e começou a fabricar o seu famoso carro popular Kaefer ou Beetle (em inglês), um carro pequeno com motor refrigerado a ar e que em 1955 vendeu mais de um milhão de unidades.

Na Itália, a Fiat (Fabbrica Italiana Automobili Torino), que foi fundada em 1899, dominava a produção de veículos italianos, porém sem alcançar o mercado mundial até 1950.

Os franceses centralizavam sua produção nas fábricas da Renault, Peugeot, Citroen

e Simca. Essa última foi adquirida pela Chrysler dos Estados Unidos em 1958.

Apesar da Suécia ter uma pequena capacidade de produção de veículos em comparação com outros países da Europa, suas marcas Volvo e Saab foram nomes de peso mundial nas décadas de 1960 e 1970.

Com a reconstrução das cidades bombardeadas da Europa no período pós-guerra, a oportunidade foi aproveitada pelos planejadores dos novos estados capitalistas para quebrar as velhas comunidades da classe trabalhadora e realocar essa classe em novos blocos de edifícios, em cidades novas e arborizadas, em áreas suburbanas de classe média que tinham crescido durante a guerra. Esse deslocamento da classe trabalhadora do local da produção foi inicialmente possível pelo desenvolvimento do transporte público e foi posteriormente consolidado pelo aumento da aquisição de carros.

A realocação da classe trabalhadora tornou-se cada vez mais frequente através da popularização do carro, pois significava um grande avanço para muitos que podiam escapar de suas velhas favelas e comunidades claustrofóbicas para uma casa moderna com banheiros internos, etc.. Mas era um ganho que tinha seu custo, pois com a ruptura das velhas comunidades veio a ruptura da velha solidariedade da classe trabalhadora, que foi substituída pelo individualismo isolado das novas casas. Os vizinhos agora nunca são vistos, pois passam apressados em automóveis e, como os bairros ficam mais perigosos e desagradáveis devido ao tráfego crescente, muitas pessoas se recolhem no conforto de suas casas.

Começa assim uma nova fase na era da mobilidade que é caracterizada por grandes centros urbanos afastados dos centros industriais e pela necessidade de vias de trânsito cada vez maiores e também de veículos cada vez mais luxuosos e confortáveis. Essa tendência ocasionou sérias consequências por parte das próprias comunidades, que começaram a cobrar mais qualidade de vida e o próprio carro passou agora a ser foco de críticas, responsabilizado por ser uma das principais fontes de poluição do mundo e pelo consumo desmedido de recursos naturais.

A EVOLUÇÃO
DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA
E A ERA DA PRODUTIVIDADE

A época de pós-guerra foi marcada pelo crescimento econômico dos Estados Unidos, cuja dinâmica permitiu também a reconstrução das economias europeias. A indústria automobilística foi um fator decisivo neste crescimento, gerando novos empregos e abrindo o caminho para uma nova era industrial.

Entretanto, o maior crescimento da indústria automobilística mundial não aconteceu no ocidente, mas no Japão, que depois de sair como nação derrotada na segunda guerra mundial, conseguiu uma das recuperações econômicas mais aceleradas já vistas na história. Antes da guerra, os veículos construídos no Japão eram baseados nos carros americanos e europeus. Em 1925 a Ford Motors instalou uma planta em Yokohama e em 1927 a General Motors instalou uma planta em Osaka. Logo depois foi vez da Chrysler se instalar no país. Em 1939, durante a segunda guerra mundial, o Japão forçou todos os fabricantes estrangeiros a deixarem o país e as fábricas de automóveis instaladas no Japão foram utilizadas para construir veículos militares. Depois da guerra foi retomada a fabricação de veículos automotores seguindo ainda a tendência dos modelos ocidentais. A partir da década de 1960 os projetistas de veículos japoneses começaram a produzir veículos de menor porte, que eram mais adequados às condições do país e tinham motores de baixa cilindrada, entre 360 e 600 centímetros cúbicos. Esses eram denominados K-cars ou keijidosha e eram veículos leves que se adaptavam melhor às limitadas condições de espaço do Japão.

Eles começaram a ser muito procurados pela população que se encontrava em fase de aumento de poder aquisitivo

O Subaru 360 tornou-se tão popular no Japão que chegou a ser conhecido como Lady Beetle, em comparação com o sucesso do Fusca na Alemanha. O grande diferencial alcançado pela indústria automobilística japonesa se baseou na adoção de técnicas de gestão orientadas para a melhoria da qualidade dos seus produtos, visando a satisfação total dos clientes. Essas linhas de gestão, conhecidas no mundo empresarial como técnicas de Gestão da Qualidade Total permitiram otimizar os processos de produção, reduzindo perdas e ultrapassando as produtividades das montadoras ocidentais. Esse foi um fator decisivo para que, na década de 1970, os fabricantes japoneses comesçassem a conquistar mercados ocidentais, especialmente os Estados Unidos, com veículos mais compactos e com preços mais competitivos. A exportação de veículos japoneses aumentou de 100.000 unidades em 1965 para 1.827.000 unidades em 1975. Essa tendência continuou durante a década de 1980, onde a indústria automobilística japonesa começou a dominar o mercado mundial. Até 2005, os Estados Unidos mantinham a liderança mundial na produção de veículos mas, a partir de 2006, o Japão começou a assumir esta liderança e até 2008 se manteve como principal produtor de veículos do mundo e passando a fazer parte do conjunto de nações que viram suas economias crescerem em grande parte por causa do dinamismo



Subaru 360 (1958 – 1970) típico K-car do Japão

de suas indústrias automobilísticas. As novas técnicas de fabricação japonesas foram influenciando cada vez mais nas estruturas de produção de todas as montadoras do mundo e hoje o sistema japonês é conhecido como Sistema de Produção Lean ou de Manufatura Enxuta. Esse sistema de produção é orientado para a redução contínua de perdas, tendo como principal meta aumentar a produtividade das linhas de produção garantindo os mais altos níveis de qualidade nos produtos fornecidos.

Assim, pode-se identificar na história da indústria automobilística moderna três fases bem claras

- Fase 1: Produção Manual (1890 – 1908)
- Fase 2: Produção em Massa (1908 – 1970)
- Fase 3: Produção Lean (1970 – até o presente)

Entretanto, desde 2000 o cenário mundial começou a mudar drasticamente a partir da entrada da China no sistema produtivo global, com um grande mercado bastante dinâmico, que se caracteriza por dois fatores fundamentais: em primeiro lugar pela sua população de 1,2 bilhão de habitantes, o que corresponde a mais de um quinto da população mundial e em segundo lugar pelo notável crescimento do seu produto interno bruto (PIB), que chegou em 2002 a 8%. Somente naquele ano as importações chinesas cresceram 21%.

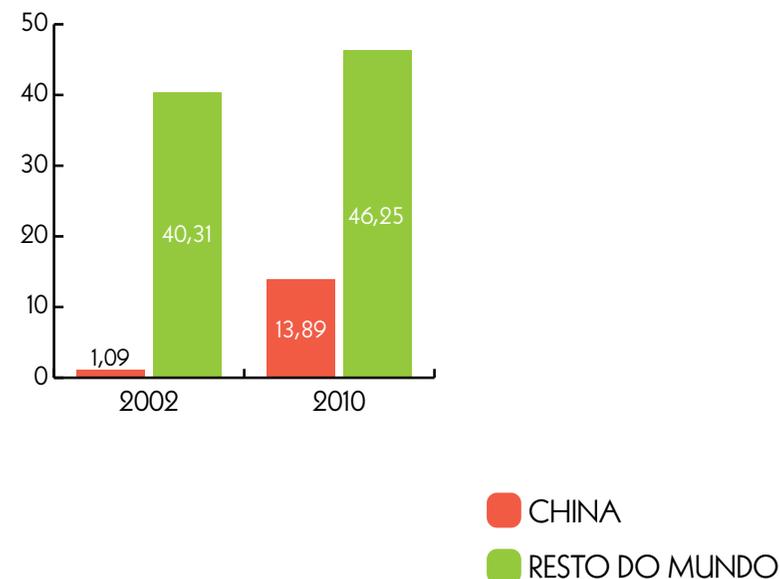
As transformações do país refletem as decisões tomadas a partir de 1978, quando, sob a liderança de Deng-Xsiao-Ping, o país passou a trilhar o caminho da construção do "socialismo de mercado". Buscou, então, a modernização da economia, entre outras medidas, com a abertura para o exterior e a implantação de "zonas econômicas especiais" – regiões com toda a infraestrutura e uma legislação especial para atrair os investimentos estrangeiros diretos e também de empresas privadas chinesas. O sistema econômico foi, então, profundamente modificado com diversas ações, que incluem a reforma do sistema de planejamento e do controle dos mercados, do sistema de propriedade, da seguridade social e do estatuto das empresas.

Essa nova postura sucedeu às mudanças ocorridas no país a partir da fundação da República Popular da China, em 1949, percorrendo um sinuoso caminho político até o início da fase de modernização do país, em 1978, que perdura até hoje. Assim, entre 1949 e 1953 ocorreram algumas reformas essenciais, como a agrária e a urbana, "nova democracia". A partir de 1950, foram adotadas linhas mestras do planejamento centralizado, com grande concentração do poder político e da administração e ênfase no desenvolvimento da indústria pesada e das áreas urbanas. Ao final dessa década teve início o "grande salto à frente", quando, na busca do "caminho chinês" para a construção do socialismo, diversos elementos de economia de mercado estavam

presentes e a nova ênfase iniciada em 1978 por Deng-Xsiao-Ping.

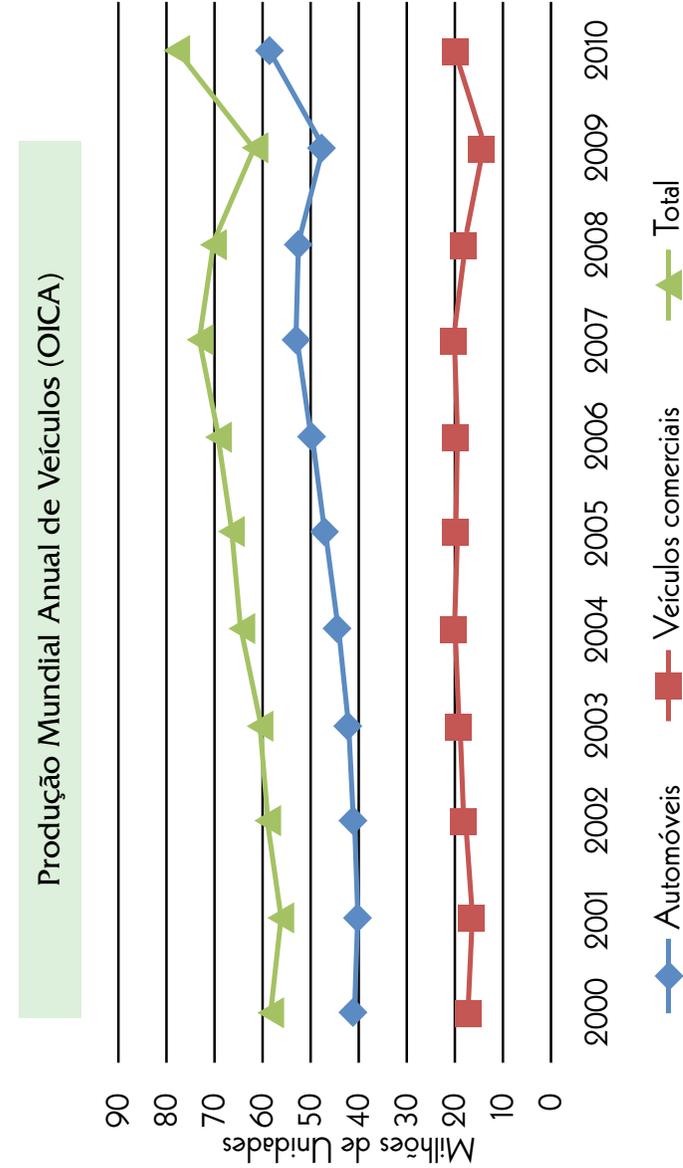
O grande crescimento econômico chinês, com um PIB crescendo a taxas superiores a 8% anuais há mais de 20 anos, se refletem claramente no extraordinário crescimento da sua indústria automobilística que, em 2010, chegou a liderar a produção mundial de veículos. A figura a seguir compara o crescimento da produção de veículos na China com o crescimento da produção em todo o resto das nações, entre os anos 2001 e 2010

Pode-se ver nessa figura que em 2002, a China produzia 1,09 milhão de veículos por ano e, em 2010 atingiu uma produção de 13,89 milhões de unidades o que representa um aumento de 1174,31%. O resto das nações do mundo conseguiu aumentar a produção de 40,31 milhões em 2002 para 46,25 milhões de unidades em 2010, o que representa um aumento de produção de 14,73%. Tudo indica que nos próximos anos a China irá se consolidar como a principal fabricante de veículos do mundo, seguida à distância pelo Japão (INTERNATIONAL ORGANIZATION OF MOTOR VEHICLE MANUFACTURERS - OICA, 2011).



Comparação do crescimento da produção anual de veículos da China em relação ao Resto do Mundo (milhões de unidades)

Toda essa evolução histórica mostra uma contínua expansão da indústria automobilística no mundo. Uma das organizações mundiais que acompanha o crescimento contínuo do setor automobilístico é a OICA (International Organization of Motor Vehicle Manufacturers). Essa organização vem realizando um levantamento estatístico de diversos aspectos relacionados com o setor automobilístico e, com base nesse levantamento, é possível verificar que na última década o número de veículos produzidos no mundo aumentou de forma contínua, como mostra a próxima figura (OICA, 2011). Observa-se que, a partir de 2002, existe um aumento constante do número de unidades de veículos produzidas no mundo. É importante ressaltar que o aumento se concentra em veículos automotores, sendo que os veículos comerciais (caminhões, ônibus, etc.) não apresentam um crescimento tão significativo nesse período. Isto se deve ao constante crescimento da mobilidade urbana nos últimos anos, pois nos grandes centros urbanos de todo o mundo há um aumento crescente de veículos automotores, como consequência do aumento da renda per capita e melhoria do nível de vida das sociedades. Os veículos automotores atendem à necessidade de transporte individual rápido e confiável e também simbolizam poder, pois quanto maior é o poder aquisitivo da população, maior é a procura por veículos de maior potência e mais conforto. Ou seja, os veículos automotivos podem ser considerados hoje como causa e consequência do desenvolvimento econômico mundial.



Os impactos socioambientais da indústria automobilística

A evolução da indústria automobilística marcou decisivamente o desenvolvimento econômico do homem nos últimos 100 anos. Entretanto, além desse crescimento econômico, a proliferação de veículos automotores também originou profundas mudanças nas rotinas das sociedades, sendo que algumas dessas mudanças tiveram apenas impactos locais, mas outras originaram impactos mais abrangentes, que afetam o equilíbrio natural do planeta, colocando em risco a sobrevivência do homem e de vários ecossistemas em todo o mundo.

Depois da segunda guerra mundial, a maior parte das cidades dos Estados Unidos começou a perder os seus sistemas de transporte público convencional, tais como bondes, trolés e outros, com acionamentos elétricos e que se movimentavam sob trilhos. Esses sistemas começaram a ser substituídos por automóveis e ônibus acionados por motores de combustão interna. A figura abaixo ilustra esta situação, mostrando um



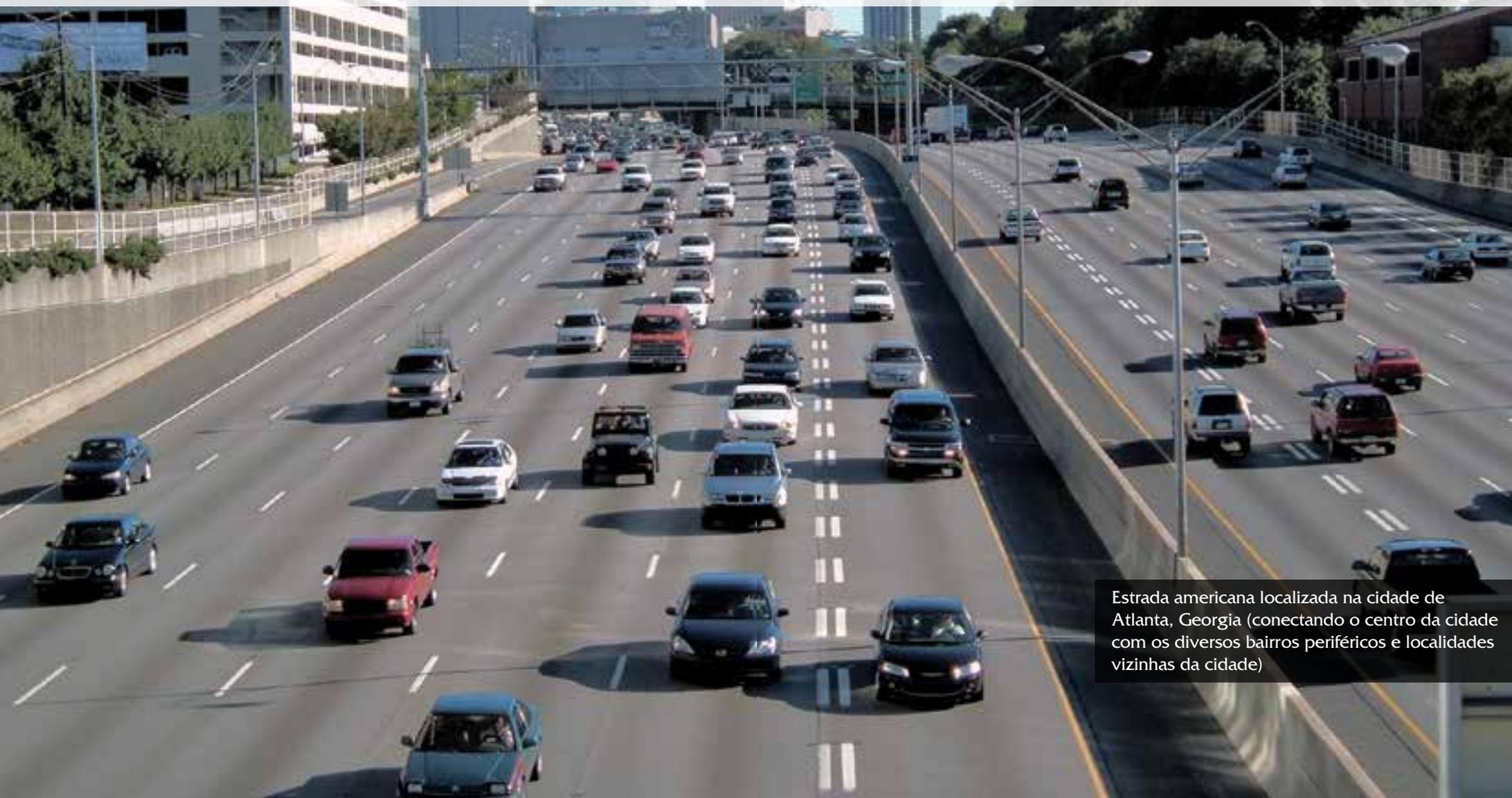
pátio de sucatas de bondes retirados de circulação no município de Los Angeles na Califórnia (HARRISONS.A, 2011). Os bondes foram retirados de circulação em um processo onde grandes montadoras dos Estados Unidos compraram várias empresas de transporte em massa para sucatear os veículos e substituí-los por ônibus fabricados por elas. Esse processo resultou em um escândalo nacional conhecido como a "conspiração das montadoras". Alguns desses sistemas de transporte nunca mais foram reativados e, em alguns casos, foram substituídos por linhas de metrô. Outra mudança



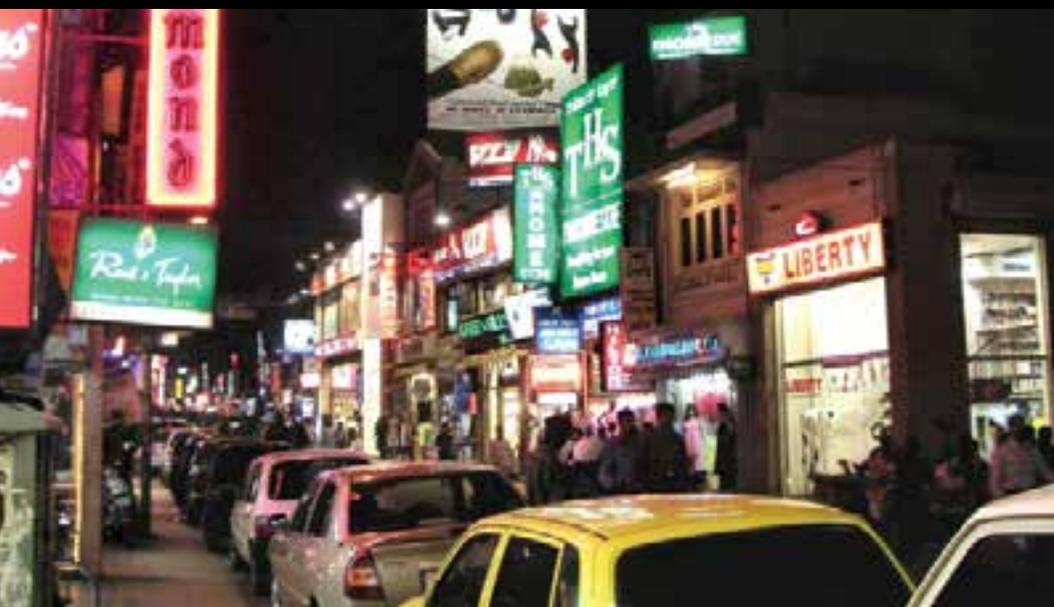
Bondes retirados de circulação da companhia Pacific Electric Railway e empilhados em um pátio de sucata Terminal Island, Los Angeles, em março de 1956

imposta por esta evolução está relacionada com o conforto dos pedestres nas cidades, pois esses tiveram que aumentar a sua atenção em relação ao trânsito devido ao grande aumento de veículos automotores movimentando-se nas ruas das cidades. Com os automóveis, os riscos de acidentes de trânsito também aumentaram, o que começou a incomodar a rotina de pedestres e até dos próprios motoristas de veículos. Com o crescimento econômico e o aumento de mobilidade, houve uma descentralização dos centros urbanos americanos e o desenvolvimento de bairros mais afastados, onde os trabalhadores podiam viver mais tranquilos do que nos grandes centros urbanos, cada vez mais movimentados e densos. Essa descentralização teve como consequência um

maior isolamento das famílias, que começaram a circular menos pelas ruas, deslocando-se dos seus lares para os locais de trabalho e estudo através de automóveis ou ônibus locais. Com isto aumentou também a necessidade de vias rápidas de transporte entre os bairros afastados e os centros das cidades e assim surgiram rodovias cada vez mais amplas, com várias vias, onde as pessoas começaram a passar um tempo cada vez maior das suas rotinas diárias, circulando por elas. Esse aumento no número de estradas exigiu um grande investimento por parte do país. Assim, no período entre 1921 e 1941, os Estados Unidos investiram mais de 40 bilhões de dólares em estradas, aumentando de 619.000 km em 1921 para 1.600.000 km de estradas em 1941.



Estrada americana localizada na cidade de Atlanta, Georgia (conectando o centro da cidade com os diversos bairros periféricos e localidades vizinhas da cidade)



Ao longo dessas estradas e vias de tráfego rápido começaram a proliferar centros comerciais, restaurantes, hotéis e outros comércios que contribuíram para um maior crescimento econômico, mas que levou também à necessidade de um aumento do número de veículos com cada vez mais conforto, pois os seus usuários começaram a ficar cada vez mais tempo neles.



Além do desenvolvimento econômico e das mudanças sociais, a história do automóvel foi também acompanhada por sucessivas crises ligadas aos fatores ambientais. Na década de 1940 em Los Angeles, Califórnia, cidade que naquela época já contava com uma alta densidade de veículos, era frequente a aparição de fortes neblinas de coloração amarela escura, que irritavam severamente os olhos das pessoas. Essa neblina recebeu o nome de "smog" termo derivado da combinação das palavras em inglês "smoke" (fumaça) e "fog" (nevoeiro), ou seja, um "nevoeiro de fumaça". Essa fumaça, originada nas emissões dos veículos, era formada por uma mistura complexa de vários elementos irritantes, tais como monóxido de carbono,



Movimentos de revolta por causa do Smog na cidade de Los Angeles, 1954

hidrocarbonetos, óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, além de uma elevada concentração de partículas sólidas em suspensão.

A figura anterior mostra um movimento de revolta no Club Highland Park em Los Angeles, Califórnia, onde os participantes utilizaram máscaras de gás anti-smog em sinal de protesto por causa da crítica situação ambiental da cidade.

Em 1948, uma inversão térmica manteve uma densa nuvem de fumaça de dióxido de enxofre durante seis dias na cidade de Donora, Pensilvânia, próxima a um polo siderúrgico. Como consequência dessa nuvem, nove pessoas morreram e quase 43% da população da cidade adoeceram. Mais de 1.440 pessoas foram severamente afetadas por esta nuvem de dióxido de enxofre. Essa tragédia em Donora fez com que os americanos tomassem consciência dos riscos atrelados à poluição atmosférica. Após este incidente, outros eventos semelhantes aconteceram em Londres em 1952 causando 4.000 mortes e em New York em 1953 causando 200 mortes. Como consequência destes eventos, em 1955, o Congresso americano começou a sancionar vários decretos nacionais para o controle da poluição atmosférica.

Outro problema ambiental grave atrelado aos veículos foi a utilização de aditivos com base em chumbo na gasolina (chumbo tetraetila ou TEC) a partir de 1923, para aumentar a sua octanagem. O chumbo era eliminado junto com os gases de combustão e se depositava no chão e nas casas, originando sérios problemas no sistema nervoso das pessoas e também perdas de audição, hiperatividade, entre outros. Infelizmente, várias décadas se passaram até que os efeitos do chumbo no meio ambiente se tornassem evidentes e, somente em 1986, é que foi proibido o uso deste aditivo na gasolina.

Por causa destes impactos ambientais, várias regiões dos Estados Unidos começaram a adotar normas rigorosas para a emissão de veículos automotores, especialmente na cidade de Los Angeles, até então conhecida nos Estados Unidos como a "cidade do smog". Em 1963 um veículo sem dispositivos de controle de poluição emitia na atmosfera cerca de 236 kg de hidrocarbonetos, 771 kg de monóxido de carbono e 40 kg de óxidos de nitrogênio para cada 16.000 km rodados. Em 1966 eram emitidos na atmosfera o equivalente a 86 milhões de toneladas de elementos poluentes, o que representava na época quase 60% do total de emissões poluentes geradas no país. As sucessivas restrições impostas pelo governo da Califórnia a partir de 1953 começaram a ser também implementadas em outras cidades dos Estados Unidos, até que em 1965 foram decretadas leis nacionais impondo restrições à poluição dos veículos em todo o país. Assim houve uma conscientização cada vez maior por parte da população dos Estados Unidos em relação à necessidade de reduzir as emissões atmosféricas dos veículos. Em 1967 começaram a surgir os fundos nacionais destinados ao financiamento

de programas de inspeção veicular. Em 1970 foi sancionada a "Emenda de Ar Limpo", que autorizou a Agência de Proteção ao Meio Ambiente (EPA) dos Estados Unidos a elaborar normas para limitar as emissões de poluentes atmosféricos nocivos aos seres humanos para todos os veículos novos.

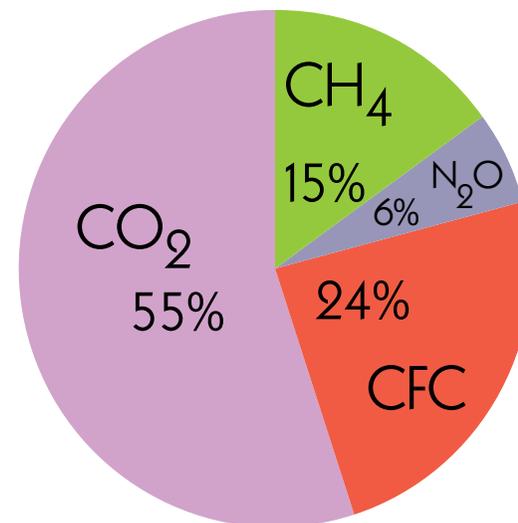
Simultaneamente às crescentes pressões por veículos menos poluentes no início da década de 1970, houve necessidade de redução do consumo de combustível devido à crise de petróleo originada pela Organização de Países Produtores de Petróleo (OPEP). Assim, a partir de 1975 as indústrias automobilísticas dos Estados Unidos foram forçadas a instalar catalizadores nos veículos novos. Esse dispositivo reduzia os poluentes dos gases de combustão e simultaneamente o consumo de combustível dos veículos.

A globalização dos impactos ambientais da indústria automobilística

Os impactos ambientais observados no período pós-guerra estavam mais associados aos problemas locais, como a geração de smog em cidades, mas o efeito da contaminação do chumbo adicionado à gasolina teve uma abrangência bem maior, praticamente no nível de nação ou país. Na segunda metade do século XX observou-se a existência de um outro impacto ambiental que atinge todo o planeta, o conhecido efeito estufa. Os automóveis com motores de combustão interna emitem dióxido de carbono (CO_2) e esse gás vai se acumulando na parte inferior da atmosfera terrestre absorvendo parte da radiação infravermelha emitida pela superfície da terra. Esse efeito reduz o calor, que deveria ser liberado para o espaço, originando um aumento gradual e contínuo da temperatura dos gases atmosféricos.

Já existiam vários estudos sobre o efeito estufa, sendo que Jean-Baptiste Fourier, um famoso filósofo e biólogo Irlandês do século XIX, foi o primeiro a formalizar uma teoria sobre este efeito, em 1827. Ele mostrou que o efeito de aquecimento do ar dentro das estufas de vidro, utilizadas para manter plantas de climas mais quentes no clima mais frio da Europa, se repetiria na atmosfera terrestre. Em 1860, o cientista britânico John Tyndall mediu a absorção de calor pelo dióxido de carbono e pelo vapor d' água e foi o primeiro a introduzir a idéia de que as grandes variações na temperatura média da terra que produziram épocas extremamente frias, como as chamadas "idades do gelo" ou muito quentes (como a que ocorreu na época da transição do Cretáceo para o Terciário), poderiam ter como causa as variações da quantidade de dióxido de carbono na atmosfera.

Dando continuidade às pesquisas sobre o efeito estufa, em 1896 o cientista sueco Svante Arrhenius calculou que a duplicação da quantidade de CO_2 na atmosfera



Contribuição percentual dos principais gases responsáveis pelo efeito estufa

aumentaria a sua temperatura de 5 a 6 °C, número que está bem próximo do que vem sendo calculado com os recursos científicos atuais. Os relatórios de avaliação do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), instituto patrocinado pela ONU (Organização das Nações Unidas) situam estes números entre 1,5 °C e 4,5 °C, com uma concentração de cerca de 900 ppm (partes por milhão) de CO_2 na atmosfera no ano de 2100. O passo seguinte na pesquisa foi dado por G. S. Callendar, na Inglaterra, que calculou o aquecimento como consequência do aumento da concentração de CO_2 pela queima de combustíveis fósseis.

Cabe aqui comentar, que o efeito estufa não é um mal em si, pelo contrário, o homem e a maioria dos seres vivos hoje simplesmente não existiriam sem este fenômeno, pois a terra teria uma temperatura média de cerca de 6 °C negativos. O problema é o agravamento do efeito estufa e a velocidade da mudança. Ressalta-se que, além do CO_2 , existem outros gases que também causam o efeito estufa, como os clorofluorcarbonos (CFCs) presentes nos aerossóis e sistemas de refrigeração, o metano (CH_4) originado pela digestão de animais e decomposição de lixo (matéria orgânica), e o óxido nitroso (N_2O) originado na queima de biomassa e também por fertilizantes na agroindústria. A contribuição desses gases para o efeito estufa pode ser

vista na figura anterior.

O acúmulo de gases de efeito estufa aumentou significativamente nos últimos 50 anos como consequência da crescente industrialização e do aumento significativo das frotas de veículos em quase todos os países do mundo. As consequências do efeito estufa serão sentidas tanto a nível global como a nível regional e afetará quase todos os países. O aquecimento global está associado à ocorrência de variações climáticas como alteração na precipitação, aumento do nível dos oceanos por causa do degelo das regiões polares e também das grandes geleiras em todo o planeta, ondas de calor, etc. Assim, é esperado que haja um aumento de situações de enchentes e secas em todo o mundo, com crescimento dos índices de mortalidade e colocando em risco toda a biodiversidade. Uma profunda alteração do clima terá uma influência desastrosa nas sociedades afetando a produção agrícola e as reservas de água, dando origem a alterações econômicas e sociais.

Por causa das grandes consequências do efeito estufa, as comunidades começaram a reagir buscando acordos internacionais que permitissem controlar a emissão de gases de efeito estufa e minimizar assim o seus impactos negativos para a sobrevivência dos homens e de outras espécies. O primeiro acordo global que reuniu a maioria das nações industrializadas e em vias de industrialização do mundo foi o denominado Protocolo de Quioto.

Esse protocolo foi consequência de vários eventos, sendo o primeiro em Toronto, Canadá na conferência sobre mudanças climáticas realizada em 1988, seguido pelo primeiro relatório do IPCC em Sundsvall, Suécia em agosto de 1990 e que culminou com a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança Climática (CQNUMC, ou UNFCCC em inglês) na ECO-92 no Rio de Janeiro, Brasil em junho de 1992.

O Protocolo é um tratado internacional com compromissos mais rígidos orientados para a redução da emissão dos gases que agravam o efeito estufa e que são originados pela atividade humana. O Protocolo foi discutido e negociado em Quioto no Japão em 1997, foi aberto para assinaturas em 11 de dezembro de 1997, ratificado em 15 de março de 1999 e entrou em vigor em novembro de 2004.

Este tratado propõe um calendário no qual os países-membros (principalmente os desenvolvidos) têm a obrigação de reduzir a emissão de gases do efeito estufa em, pelo menos 5,2% em relação aos níveis de 1990 no período entre 2008 e 2012, também chamado de primeiro período de compromisso. As metas de redução não são homogêneas para todos os países e são previstos níveis diferenciados para os 38 países, que mais emitem gases. Países em desenvolvimento, como Brasil, México, Argentina e Índia não receberam metas de redução, pelo menos em um

primeiro momento. A redução dessas emissões deverá acontecer em várias atividades econômicas. O protocolo estimula os países signatários a cooperarem entre si, através de algumas ações básicas como:

- » Reformar os setores de energia e transporte;
- » Promover o uso de fontes energéticas renováveis;
- » Eliminar mecanismos financeiros e de mercado inapropriados aos fins da Convenção;
- » Limitar as emissões de metano no gerenciamento de resíduos e dos sistemas de geração de energia;
- » Proteger florestas e outros sumidouros de carbono.

Se o Protocolo de Quioto for implementado com sucesso, estima-se que a temperatura global reduza entre 1,4°C e 5,8 °C até 2100, entretanto, isto dependerá muito das negociações após o período 2008/2012, pois há comunidades científicas que afirmam categoricamente que a meta de redução de 5% em relação aos níveis de 1990 é insuficiente para a mitigação do aquecimento global.

O Protocolo de Quioto levou a uma mudança radical nas principais montadoras de veículos do mundo, especialmente nas japonesas, coreanas e europeias. Essas indústrias foram se adaptando às novas regras impostas por esse protocolo e começaram a desenvolver motores mais eficientes, utilizando materiais mais leves, métodos de produção mais rápidos e menor consumo de combustível. Para efeito de comparação, um carro produzido nos anos 70 sem qualquer preocupação em conter emissões, poluía o ar de 30 a 50 vezes mais do que um similar atual. Adicionalmente, as fábricas produziam menos com um maior custo. Também foram realizados avanços significativos na utilização de biocombustíveis, que são obtidos diretamente de produtos de origem vegetal, tais como álcool, biodiesel e outros, que permitem minimizar ou até eliminar a emissão de gases efeito estufa na atmosfera. Atualmente, encontram-se em fase de desenvolvimento os veículos híbridos, acionados por combinação de motores elétricos e de combustão interna.

Mas as emissões de gases de efeito estufa não representam o único impacto global da indústria automobilística ao meio ambiente. Além da utilização de fontes energéticas não renováveis na sua fabricação e utilização, existe um outro impacto ambiental significativo dessa indústria, que é gerado quando os veículos atingem o fim de sua vida útil. Levar em consideração o ciclo de vida dos veículos é o maior desafio a ser enfrentado nos próximos anos pelas pessoas envolvidas com a sua fabricação e utilização.

A GESTÃO DO CICLO DE VIDA DOS PRODUTOS

A evolução dos sistemas de produção, com ênfase nos sistemas de produção em massa criados por Henry Ford e posteriormente otimizada com as técnicas de manufatura enxuta desenvolvidas no Japão têm levado as sociedades a altos níveis de desenvolvimento econômico e tecnológico. Foi mostrado no capítulo anterior que esse dinamismo tecnológico e econômico veio acompanhado de impactos socioambientais, que tiveram inicialmente uma abrangência local e com o passar do tempo foram ganhando dimensão global, sendo o efeito estufa o maior dos impactos observados nos últimos anos. Esse efeito teve como principais causas o acelerado crescimento industrial e o crescente aumento na quantidade de veículos particulares e públicos utilizados nas grandes cidades em todo o mundo e também de caminhões e ônibus para o transporte de cargas e pessoas entre cidades.

Mas além da poluição do meio ambiente existe outro efeito ambiental afetando o planeta decorrente também da nossa atividade industrial, que é o excessivo consumo de recursos naturais, quase todos não renováveis. Entre os recursos não renováveis pode ser citado em primeiro lugar o ar que respiramos, cuja composição exige um processo de purificação constante através de florestas, que estão sendo sistematicamente destruídas através do nosso crescimento industrial e econômico. Em segundo lugar estão as fontes de energia utilizadas pelo homem, que basicamente se concentram em petróleo e carvão, dois recursos naturais que foram criados através de milhares de anos de depósitos de biomassa (plantas e animais) no subsolo dos continentes e que não podem ser restaurados pelo homem. Outro recurso natural que está extremamente comprometido é a água potável, que é utilizada indiscriminadamente pelo homem para o seu consumo direto e também em todos os processos industriais. Além disso, existe o comprometimento de muitos recursos minerais que são utilizados como matéria prima industrial e não são renováveis, pois uma vez extraídos da terra eles desaparecerão se não forem adotadas medidas adequadas para o seu controle.

Assim, os impactos do crescimento industrial observado no mundo no último século e que afetam seriamente o equilíbrio ecológico do planeta podem ser divididos em dois tipos: os que estão relacionados com poluição do meio ambiente e os que estão relacionados com o consumo excessivo de recursos naturais.

A indústria atual foi erguida com base na criação de produtos cada vez mais sofisticados e multifuncionais, ou seja, que permitem aos seus usuários realizar várias atividades. Entretanto, quando esses produtos atingem o final da sua vida útil, eles são descartados e considerados itens sem valor ou lixo. Esse conceito parcial do ciclo de vida dos produtos permite sua valorização somente na fase funcional, enquanto eles estão prestando algum serviço ou função (BORCHARDT M. et al., 2008). Com base nesse conceito e com o aumento crescente de produtos no mercado houve um aumento sistemático do volume de materiais descartados na terra, no ar e nos

rios, interferindo com o equilíbrio de vários ciclos naturais e colocando em risco a continuidade do crescimento das sociedades e a própria sobrevivência do homem.

A seguir serão mostrados alguns exemplos de materiais descartados pelo homem e acumulados na natureza prejudicando enormemente o meio ambiente. Essas informações consistem em reportagens publicadas e foram obtidas da literatura consultada. As fontes consultadas e créditos do autor são citados no final de cada reportagem.

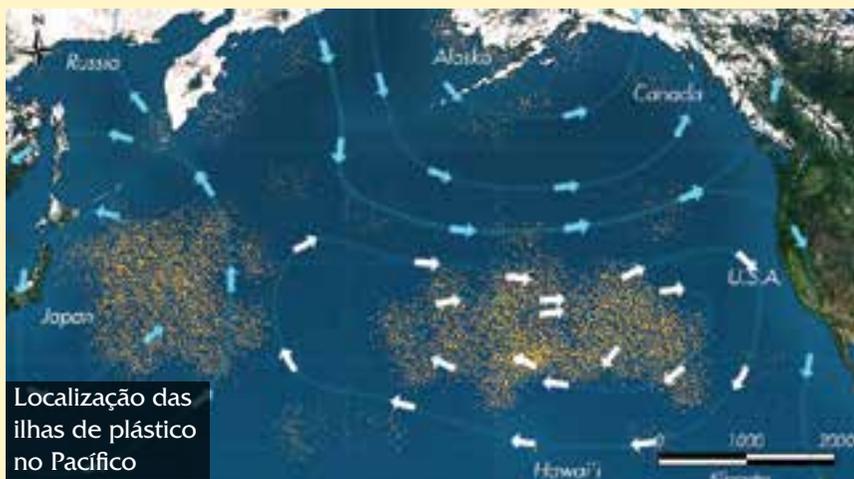
“

O lixo nas águas

27/02/2010

Uma 'Mancha' de lixo põe em risco a fauna no Pacífico

Um volume de lixo plástico de cerca de 100 milhões de toneladas está flutuando no Oceano Pacífico, colocando em risco a fauna marinha. A revelação foi feita por cientistas americanos. Apelidado de "sopa de plástico", o lixo é composto em grande parte do denominado PET, material plástico muito usado na fabricação de garrafas de bebidas. Translúcida, a "mancha" flutua rente à linha das águas, e por isso, é imperceptível aos satélites. Os pesquisadores descrevem que os detritos estão agrupados numa espécie de redemoinho que começa a cerca de 900 quilômetros da costa da Califórnia (EUA). A "sopa" passa pelo Havaí, e se estende até quase o Japão. Dois fatores contribuem para formação do problema: a ação humana e a própria natureza. Segundo os pesquisadores, um quinto dos resíduos é jogado de navios ou plataformas petrolíferas. O restante vem da terra. No mar, o lixo flutuante é agrupado por influência das correntes marítimas e fica vagando dos dois lados do arquipélago havaiano. Segundo o oceanógrafo David Karl, da Universidade do Havaí, é necessário fazer mais estudos para se determinar com exatidão o tamanho e a origem da "sopa de plástico". O professor pretende coordenar uma



Localização das ilhas de plástico no Pacífico

”

“

expedição para estudar o problema, pois acredita que o lixo flutuante já formou um novo habitat marinho. De acordo com um programa ambiental desenvolvido pelas Nações Unidas, detritos de plástico constituem 90% de todo o lixo flutuante nos oceanos. O programa estima que 46.000 peças de plástico flutuantes provocam a morte de mais de um milhão de aves e de outros 100.000 mamíferos marinhos por ano. Seringas, isqueiros e escovas já foram encontrados nos estômagos de animais marinhos mortos.

Durabilidade, estabilidade e resistência à desintegração são as propriedades que fazem do plástico um produto de grande utilidade e também o tornam um dos maiores vilões ambientais. São produzidos anualmente cerca de 100 milhões de toneladas de plástico e cerca de 10% do total acabam nos oceanos. Destes, 80% são originários da terra firme.



Imagem de uma praia das Ilhas Midway, localizadas na região afetada pela mancha de plástico do Pacífico

<http://www.globalgarbage.org>, 27/02/2010

”

“

O lixo nas águas II

26/03/2010

O que acontece na praia depois da “folia”

Dez dias depois do carnaval um grupo de amigos decidiu mergulhar na praia do Farol da Barra para confirmar o acúmulo de lixo depositado no fundo do mar perto daquela praia. Apesar da água do mar estar um pouco turva devido à precipitação pluvial acontecida nestes dias os mergulhadores identificaram um enorme acúmulo de lixo perto de um canal, levado provavelmente por correntes submarinas da região. Foram achadas aproximadamente 1500 latas de alumínio e de plástico na região do canal.



Esse tipo de comportamento é o que contribui para o acúmulo de lixo no mar, que está se transformando em um dos problemas ambientais mais sérios do mundo, depois do efeito estufa.

<http://www.globalgarbage.org>, 26/03/2010

”

“

O lixo nas águas III

16/04/2010

Outra mancha de plástico detectada no Oceano Atlântico

Outra mancha de lixo flutuante foi documentada por dois grupos de cientistas que viajaram entre o Caribe e os Açores. Os estudos descrevem uma sopa de micropartículas semelhante à Grande Mancha de Lixo do Pacífico, entre o Havaí e a Califórnia. Os objetos acumulados nestas ilhas de lixo no oceano Atlântico são perigosos para peixes, mamíferos marinhos e, mais acima na cadeia alimentar, para os humanos, muito embora a maior parte do plástico tenha se quebrado em partículas tão pequenas que são quase invisíveis. Como não existe um método prático de limpar os oceanos, ambientalistas dizem que a saída é impedir que mais plásticos cheguem aos mares e, sempre que possível, criticar a cultura do descartável baseada em produtos não biodegradáveis.

Um estudo separado, feito por estudantes da Associação de Educação Marítima de Woods Hole, coletou mais de 6 mil amostras em viagens entre o Canadá e o Caribe, ao longo de duas décadas. A principal pesquisadora, Kara Lavendar Law, disse que a maior concentração de plástico foi encontrada entre os graus 22 e 38 de latitude norte. Mas a maior parte do lixo é praticamente invisível: incontáveis grãos de plástico, suspensos perto da superfície.



Lixo acumulado em praia do arquipélago de Açores, no oceano Atlântico

<http://www.estadao.com.br>, 16/04/2010

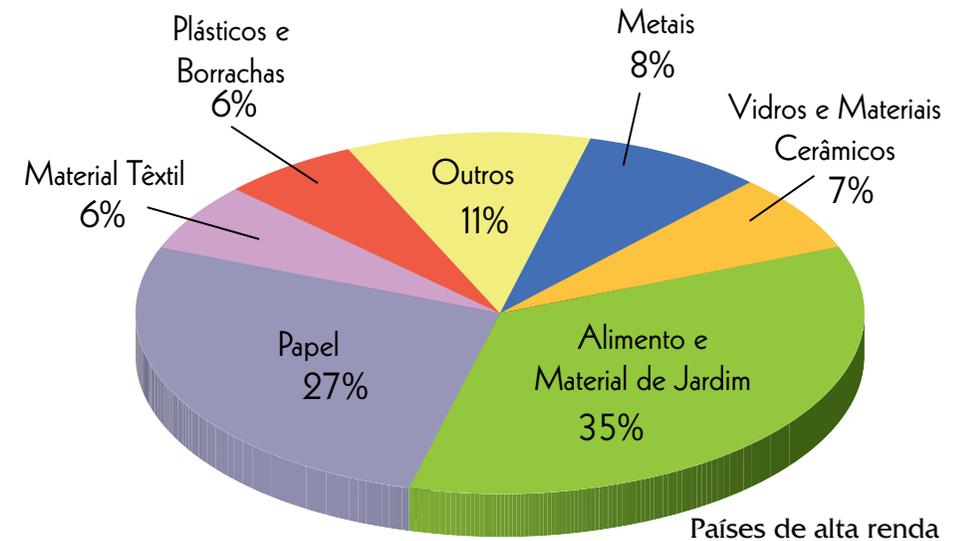
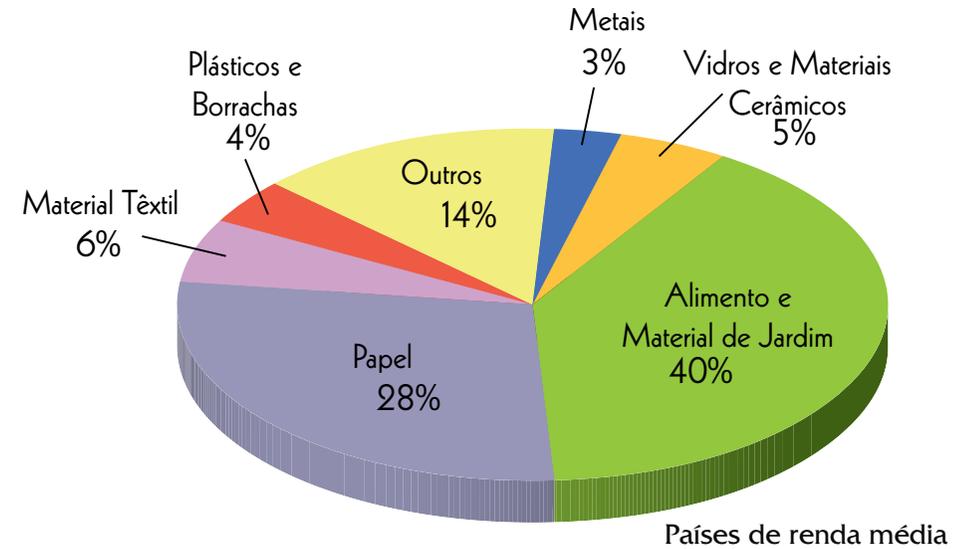
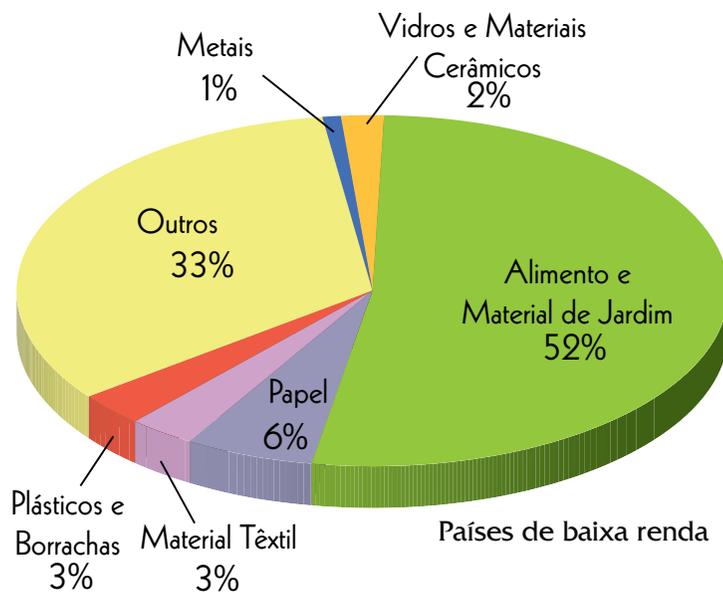
”

O lixo na terra

Desde 2007 a metade da população mundial vive em cidades e a outra metade em regiões rurais. Com o aumento da industrialização, a tendência é que cada vez mais a população se concentre ao redor dos grandes centros urbanos e, portanto, a maior parte dos resíduos gerados pelo homem acaba sendo proveniente desses centros urbanos. Isto tem originado um aumento crescente dos depósitos de lixo urbano, conhecidos como aterros. Em quase todos os grandes centros urbanos do mundo existem aterros e os seus volumes vem aumentando de forma alarmante em todos os países industrializados e em desenvolvimento.

Quanto ao lixo no mundo, os números são assustadores. Entre lixo domiciliar e comercial são produzidos, por dia, dois milhões de toneladas, o que equivale em média a 700 gramas por habitante. Mas somente em Nova York este volume é muito maior e atinge cerca de 3 kg de lixo por pessoa/dia, enquanto em São Paulo esse número chega a 1,5 kg por pessoa/dia. É importante ressaltar que nesses números não estão incluídos os lixos industrial, hospitalar, rural e tecnológico. Isto mostra que estamos vivendo em uma sociedade consumista que gera muito lixo, sendo que apenas 11% desse lixo é encaminhado para aterros adequados.

Os gráficos a seguir mostram a composição percentual média dos aterros no mundo, levando-se em consideração os países de baixa renda, de renda média e de alta renda.



O Brasil produz diariamente de 125 a 130 mil toneladas de lixo, resultando em 45 milhões de toneladas/ano. Uma análise destes números mostra que o Brasil, que concentra 3% da população mundial, é responsável por 6,5% da produção mundial de lixo.

A cidade de São Paulo gera entre 12.000 e 14.000 toneladas diárias de resíduos, ou seja, aproximadamente 10% de todo o lixo do país.



Imagem de um depósito a céu aberto (lixão) MG - Brasil

As 13 maiores cidades do Brasil são responsáveis por 31,9% de todo o lixo urbano brasileiro, o que mostra que o problema do lixo se concentra muito nos grandes centros urbanos. Através do lixo urbano está o problema social gerado pelas pessoas que tentam ganhar seu sustento nos depósitos de lixo, os denominados catadores de lixo. A estimativa é de que existam no Brasil entre 200 mil e 800 mil catadores trabalhando em depósitos a céu aberto ou nas ruas. Segundo o relatório da ABRELPE (2009), aproximadamente 140 mil toneladas de resíduos são coletadas diariamente, sendo que 29,6% são encaminhadas para lixões, 31,8% para aterros controlados e 38,6% para aterros sanitários. O lixão é um depósito a céu aberto, sem nenhuma medida de controle ambiental, do tipo ilustrado na figura anterior, que mostra um lixão a céu aberto em um município do estado de Minas Gerais. Os aterros controlados são depósitos de lixo mais controlados do que os lixões, onde depois de cada camada de

lixo é colocada uma camada de material inerte e, portanto, tem um impacto ambiental um pouco menor do que os lixões, embora não sejam locais muito apropriados para a disposição final de resíduos sólidos. Os aterros sanitários são locais tecnicamente apropriados para o encaminhamento de lixo, já que são projetados em conformidade com rigorosas normas ambientais e sofrem monitoramento contínuo dos órgãos de controle ambiental.

Somando-se o volume de lixo encaminhado para os lixões e aterros controlados, aproximadamente 61% dos resíduos são depositados de forma inadequada. 63,6% dos municípios brasileiros encaminham os resíduos sólidos para lixões. Os aterros e lixões recebem juntamente os resíduos de diferentes origens: residenciais, hospitalares, industriais e da construção civil. 2.569 cidades brasileiras destinam o lixo hospitalar para o mesmo aterro dos resíduos urbanos. Somente 31% do lixo hospitalar são tratados de forma apropriada (ABRELPE, 2009). No Brasil, aproximadamente 20 mil toneladas de resíduos por dia são descartadas de forma descontrolada nas ruas, galerias e cursos d'água em todo o país (Novaes, 2010).

De acordo com dados da Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos (ABETRE, 2003), no Brasil são geradas 2,7 milhões de toneladas de resíduos perigosos industriais por ano. A maior parte se concentra nas regiões sul e sudeste do país. Apenas 20% são destinados corretamente para aterros sanitários ou então submetidos aos processos de incineração.

Os resíduos orgânicos representam 53% do total descartado no país <<http://recicloteca.org.br/blog/index.php/2011/01/10/a-composicao-do-lixo-brasileiro/>>. Segundo o Serviço Social do Comércio do Rio Grande do Sul (SESC/RS, 2008), são descartadas 26,3 milhões de toneladas de sobras de alimentos por ano, por causa de procedimentos inadequados durante a produção, industrialização, armazenamento, transporte e distribuição.

Dentro de pouco tempo, as cidades de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Curitiba não terão mais como receber os resíduos em seus aterros que já estão praticamente saturados.

Olhando para o futuro

Com base no exposto, pode-se concluir que o homem é o principal responsável pela situação crítica em que se encontra o meio ambiente no que se refere aos resíduos no ar, na terra e na água, nos diversos países do mundo. Existem, então, dois grandes problemas ambientais, que são o esgotamento de recursos naturais e o acúmulo de resíduos que poluem o meio ambiente, colocando em risco a sobrevivência de todas as espécies de seres vivos, incluindo o próprio homem, que se encontra no topo da cadeia alimentar e depende de todos os outros seres vivos para sobreviver.

Uma reflexão nos faz pensar que a evolução dos problemas mencionados foi consequência do modelo industrial dos últimos 150 anos, que inicialmente alavancou o desenvolvimento econômico dos Estados Unidos, em seguida dos países europeus e, posteriormente, do Japão e, nas últimas duas décadas, está se expandindo para vários outros países da Ásia e América do Sul. Infelizmente, este desenvolvimento histórico parece não ser ambientalmente sustentável e para dar continuidade ao crescimento econômico dos países é necessário que se faça ajustes no modelo de desenvolvimento utilizado atualmente pela grande maioria dos países.

O VALOR
OCULTO DOS VEÍCULOS

No capítulo anterior foram mostrados diversos impactos ambientais que atualmente afetam as sociedades e que são gerados por elas mesmas na produção de bens que elas produzem e consomem. Esses impactos podem ser separados em dois tipos, um é o excesso de resíduos sólidos, líquidos e gasosos acumulados nos diversos ecossistemas do planeta. O segundo é um pouco mais incipiente, mas não por isto menos importante, que consiste no esgotamento de recursos naturais utilizados para alimentar os sistemas de produção existentes e para abastecer as grandes cidades, onde atualmente vive a maioria das pessoas. É precisamente nestas grandes concentrações urbanas onde se cria o valor aparente dos utensílios e produtos consumidos. O veículo é considerado hoje um bem de consumo dos mais valorizados pelos homens e deixou de ser um mero meio de transporte para facilitar a movimentação das pessoas de um ponto a outro dentro de uma cidade ou entre cidades para tornar-se um complexo equipamento dotado de sistemas auxiliares. Possui som de alta qualidade, sistema avançado de localização (GPS), sofisticados sistemas de ar condicionado para garantir temperaturas confortáveis independentemente das condições ambientais externas e mais uma série de funções adicionais que aumentam o valor destes produtos na visão dos seus usuários. Essa evolução tecnológica faz do carro um bem cada vez mais atraente para todas as pessoas. Por outro lado, o veículo se transforma em um produto cada vez mais difícil de ser reciclado, já que possui sistemas com um grande número de componentes que, em muitos casos, possuem materiais de alto valor agregado, mas de difícil recuperação, como, por exemplo, componentes eletro-eletrônicos, plásticos e diversos materiais de acabamento, que apresentam alto custo de fabricação e são de difícil recuperação para posterior reciclagem no final da vida útil dos veículos.

Materiais utilizados na fabricação de veículos

Um veículo possui aproximadamente 15.000 peças, sendo que praticamente 80% de todos os materiais utilizados atualmente na composição do veículo são metais. Os metais foram sempre os materiais mais frequentes utilizados nos veículos. A partir da década de 1970 e como consequência do aumento do preço do petróleo, quase todas as montadoras começaram a trabalhar na redução do peso dos veículos com o objetivo de reduzir o consumo de combustível. Nessa época houve também uma maior conscientização pela redução de gases de efeito estufa, o que aumentou a pressão no sentido de se produzir veículos mais leves com menor consumo de combustíveis fósseis e conseqüentemente menor emissão de gases de combustão, um dos principais causadores do efeito estufa. Foi assim que houve a introdução de componentes de materiais plásticos nos projetos veiculares, substituindo componentes metálicas e reduzindo o peso dos veículos. Essa tendência incentivou o desenvolvimento destes novos materiais que apresentavam vantagens técnicas como facilidade de fabricação, maior flexibilidade e muito mais versatilidade do que os metais para conformar geometrias complexas e leves. Um exemplo de componente onde os plásticos começaram a substituir quase que definitivamente os metais é o para-choque dos veículos. Sua alta resiliência e capacidade de absorver impactos associada a sua versatilidade na adoção de formas complexas fez dos plásticos materiais ideais para componentes automotivos, altamente exigidos durante toda a vida útil do veículo. Em contrapartida, os plásticos são muito menos recicláveis do que os metais. Entre 1978 e 1990 os plásticos foram cada vez mais frequentes nos veículos permitindo reduzir o peso médio dos veículos de 1.600 kg para aproximadamente 1.300 kg (MALAGUETA D. C.; MEDINA H. V., 2003) o que representa uma redução de quase 19 %. Entretanto, a partir de 1996 a proporção de plásticos nos veículos parou de aumentar, em grande parte devido à dificuldade em reciclar este tipo de material.

Os plásticos podem ser divididos em duas famílias, termoplásticos e termorrígidos. Os termoplásticos são os principais componentes utilizados na fabricação de veículos e apresentam certas características semelhantes aos metais, o que possibilita a produção destes através de processos tradicionais como a laminação, injeção e extrusão. Isso

so é possível devido aos termoplásticos poderem ser aquecidos e resfriados por seu ponto de fusão/solidificação sem que ocorram reações químicas. Os termorígidos se comportam de maneira diferente quando submetidos a variações de temperatura, ao ser aquecido eles também se fundem, mas em seu interior ocorrem reações químicas que os transformam em uma estrutura reticulada, infusível e insolúvel.

Assim, os termoplásticos são capazes de substituir os metais e suas ligas nos processos de fabricação de peças e montagem do automóvel. A tabela mostrada a seguir apresenta os principais materiais termoplásticos e suas aplicações mais comuns nos veículos.

DENOMINAÇÃO DO POLÍMERO	SIGLA	APLICAÇÃO
Acrilonitrila butadieno estireno	ABS	painel de instrumentos; freios ABS
Poliamida	PA	airbags; carpetes; painel de instrumentos
Polycarbonato	PC	para-choques; calotas; suporte para retrovisores
Poliétileno	PE	produtos térmicos, mangueiras para água
Acrílico ou Polimetil-metacrilato	PMMA	setas; pisca alerta; luzes traseiras (lanterna e freio)
Poliacetal	POM	peças em contato com combustível
Polipropileno ou Polipropeno	PP	para-choques; pedais; carcaças de baterias; interior de estofamentos; lanternas; ventoinhas; ventiladores; peças diversas no habitáculo
Polibutileno Tereftalato	PBT	fibras e tecidos; acabamentos no interior dos veículos
Policloreto de polivinila	PVC	revestimento do motor e cabos elétricos
Poliuretano	PU	espumas em estofamentos de veículos

A utilização de plásticos na indústria automobilística foi crescendo e se diversificando, e hoje fazem parte de um grande número de componentes veiculares. O problema neste tipo de materiais é na dificuldade que existe na sua reciclagem, pois em geral é muito difícil reciclar termoplásticos diferentes.

Compatibilidade de reciclagem dos diversos tipos de plásticos utilizados na indústria automobilística

	ABS	PA	PC	PE	PMMA	POM	PP	PBT	PVC	PC+PBT	ABS+PC
ABS	1										
PA	2	1									
PC	2	3	1								
PE	3	3	3	1							
PMMA	1	3	2	3	1						
POM	3	3	3	3	3	1					
PP	3	2	3	2	3	3	1				
PBT	2	2	1	3	3	2	3	1			
PVC	2	3	3	3	1	2	3	2	1		
PC+PBT	2	2	1	3	2	2	3	1	2	1	
ABS+PC	1	2	1	3	2	3	3	2	2	2	1

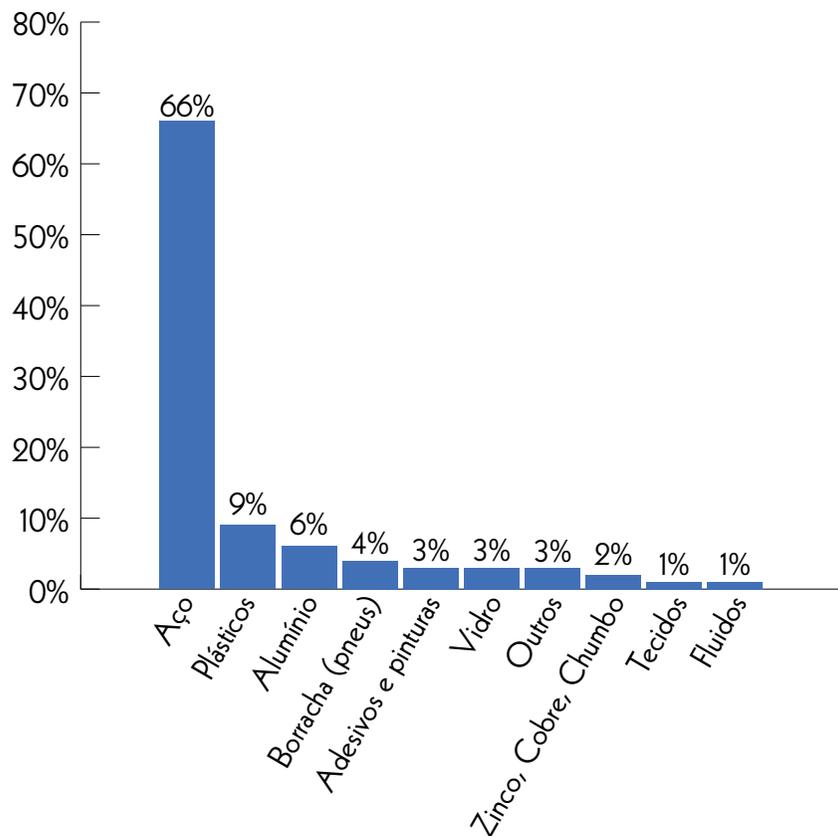
Legenda

- 1: Boa compatibilidade
- 2: Compatíveis sobre certas condições
- 3: Incompatíveis

Fonte: (MALAGUETA D. C.; MEDINA H. V., 2003)

A tabela anterior mostra a compatibilidade entre diferentes tipos de termoplásticos automotivos visando sua reciclagem. Observa-se que praticamente todos os tipos de materiais plásticos apresentam boa compatibilidade de reciclagem com eles mesmos e com, no máximo, mais um ou dois outros tipos diferentes de plásticos. Isto mostra a grande dificuldade existente no processo de reciclagem destes materiais, fato que limita o aumento da sua utilização em novos componentes automotivos. Desta forma os veículos novos não apresentam mais de 9% do seu peso em plásticos. O gráfico abaixo mostra a composição média em peso dos diferentes materiais que fazem parte dos veículos novos.

Composição média dos materiais presentes nos veículos novos (peso)



Esses valores são estimados, pois os percentuais variam em função do tipo de veículo (marca e modelo). Em geral, a proporção de metais pode variar entre 65% e 75% do peso do veículo e os plásticos entre 7% e 10%. A tendência futura no projeto de veículos continua sendo a redução do peso visando reduzir também o consumo de combustíveis fósseis. Para reduzir o peso deve-se aumentar a participação de metais leves como alumínio e também de plásticos na composição dos veículos. Entretanto, sem dúvida alguma, os aços que hoje têm a maior participação na composição dos veículos continuarão a ser o principal componente durante muito tempo, pelo fato de ter um baixo custo e poder ser reciclado indefinidamente. Os aços apresentaram a partir da década de 1960 significativos avanços tecnológicos no sentido de aumentar sua resistência estrutural através de processos metalúrgicos mais sofisticados. Isto tem permitido reduzir a espessura das chapas utilizadas na fabricação de veículos, contribuindo de forma significativa na redução do peso dos mesmos. É de se esperar que essa evolução tecnológica também continue no futuro, permitindo assim ligas cada vez mais resistentes e tenazes, que garantam aos aços sua hegemonia na fabricação de novos veículos também no futuro.

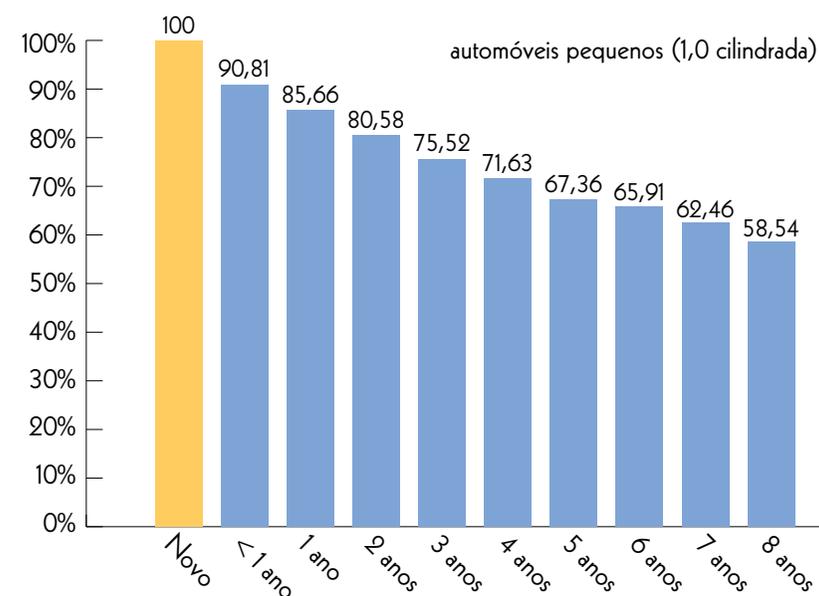
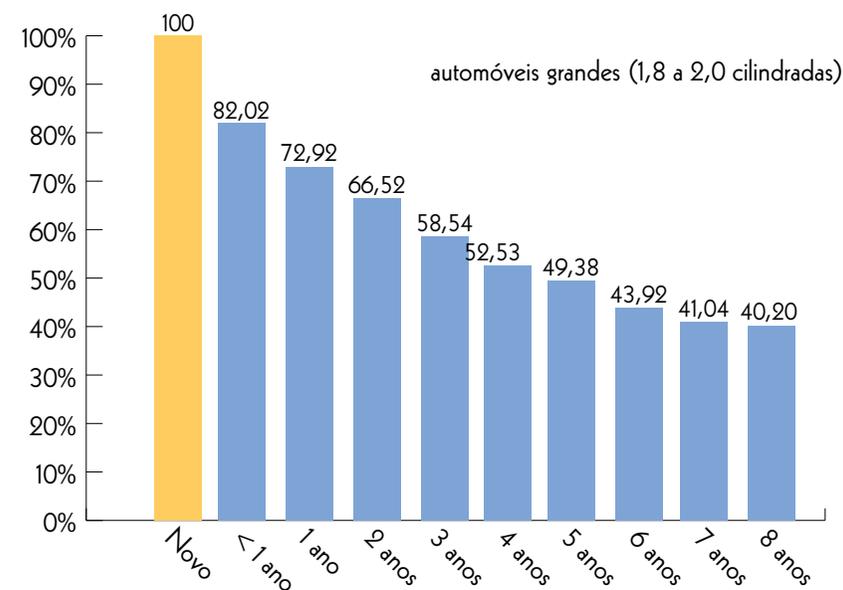
O valor de mercado dos veículos durante o seu ciclo de vida

Como foi dito nos capítulos anteriores, é cada vez mais importante gerenciar os produtos durante todo o seu ciclo de vida para minimizar o impacto de resíduos descartados no meio ambiente e também não desperdiçar os recursos naturais existentes no planeta de forma desnecessária. O gerenciamento do ciclo de vida exige cuidados nas etapas de projeto e fabricação de produtos e também no recolhimento destes produtos após o final da sua vida funcional para separação e reciclagem dos seus materiais, visando o seu reaproveitamento quase integral na fabricação de novos produtos (ALASKA DEPARTMENT OF EDUCATION & EARLY DEVELOPMENT, 1999). Quanto mais complexo é o produto, mais importante é o gerenciamento do seu ciclo de vida, já que a quantidade de materiais envolvidos e o número de processos de fabricação e reciclagem necessários consomem mais recursos e, portanto, representam maiores riscos no que se refere aos impactos causados ao meio ambiente. O veículo é, portanto, um dos produtos que deveria ser prioritariamente gerenciado de acordo com seu ciclo de vida por causa da complexidade dos seus sistemas e da diversidade de materiais envolvidos na sua fabricação.

O gerenciamento do ciclo de vida de um produto exige uma mudança de comportamento de toda a sociedade, especialmente dos usuários deste produto. Atualmente, as sociedades de todo o mundo são impulsionadas por valores de mercado semelhantes em todos os países. Esses valores privilegiam a fase funcional dos produtos, sem levar em consideração as outras etapas do seu ciclo de vida, como a disposição correta dos produtos no fim da sua vida funcional e nem os processos necessários para a separação e reciclagem posteriores dos materiais que compõem estes produtos. Para exemplificar esta diferença de valores, a seguir é feita uma comparação entre o valor de um veículo ao sair da fábrica e a evolução do seu valor durante sua vida útil até atingir o estado final da sua vida útil ou ELV (da sigla em inglês End of Life Vehicle).

Para essa análise foram utilizados dados de automóveis brasileiros pequenos ou populares com motores de 1,0 cilindrada e automóveis considerados grandes no mercado do Brasil com motores de 1,8 a 2,0 cilindradas, que atualmente são os mais representativos em todas as frotas veiculares que circulam na maioria dos países. Os valores de mercado para esse tipo de veículos foram extraídos da tabela da Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas do Brasil - FIPE (2011). Para a análise dos veículos populares foram utilizados dados de veículos de quatro montadoras diferentes e para o caso dos veículos maiores foram utilizados dados de veículos de seis montadoras diferentes.

Evolução anual dos preços de mercado no Brasil



Nas figuras anteriores é mostrada a tendência do valor médio de mercado de automóveis usados grandes e pequenos, comparado com o valor de automóveis novos. Observa-se que a partir do valor de um automóvel novo, o que corresponde a 100% nos gráficos, o valor de mercado cai para 82,02% no caso de automóveis grandes, ainda no mesmo ano no qual o veículo foi adquirido. Para os veículos pequenos esta perda de valor é um pouco menor, atingindo 90,81% do valor do veículo novo. Essa supervalorização dos carros novos é uma característica das sociedades atuais, que são incentivadas a consumirem preferencialmente produtos novos e não usados, mesmo que os usados tenham pouco tempo de uso. Após oito anos de uso, os automóveis grandes atingem somente 40,20% do valor do veículo novo e os automóveis pequenos atingem um valor residual um pouco maior, de 58,54%. É importante ressaltar que, após oito anos de uso, quase todos os veículos grandes e pequenos se encontram na sua fase final de vida e, apesar de existir um valor residual de mercado, é muito difícil comercializar estes veículos nas grandes cidades brasileiras. Em geral, esses veículos são comercializados em locais afastados dos grandes centros urbanos ou em regiões do interior dos estados, onde ainda é possível encontrar pessoas interessadas neles. Também é importante observar que os veículos pequenos mantêm mais o valor de mercado do que os grandes. Isto se deve ao fato de que os veículos pequenos são mais procurados do que os grandes, embora esta tendência esteja começando a mudar no mercado brasileiro, especialmente nas grandes cidades, onde existe cada vez mais interesse por carros de maior porte e de luxo.

No outro extremo do ciclo de vida dos veículos, quando estes atingem o final da sua vida funcional, ou seja, a condição ELV (End of Life Vehicle), o único valor residual que pode ser resgatado no mercado é o correspondente ao valor dos seus materiais residuais, após serem separados e processados até o ponto que possam ser comercializados como sucatas. Atualmente, os únicos materiais que apresentam um valor comercial residual relativamente significativo são os metais, ou seja, as sucatas de ferro, cobre e alumínio, que possam ser retiradas de um ELV. O resto dos materiais do veículo (plásticos, vidros, tecidos, etc.), tem ainda algum valor comercial, mas muito menor do que os metais, devido à sua dificuldade de reciclagem. Por esse motivo, para a análise comparativa foram considerados somente os valores residuais do veículo correspondente às três principais sucatas metálicas do veículo (aço, cobre e alumínio). A tabela a seguir mostra os valores de mercado em US\$ dos três principais grupos de sucatas metálicas provenientes de veículos na condição ELV no Brasil, Estados Unidos e Europa. Esses valores correspondem ao valor médio dos preços de mercado de sucata metálica durante os primeiros seis meses de 2011. Como os valores de mercado das sucatas metálicas oscilam muito em função da situação econômica dos países, essa tabela apresenta os valores das principais sucatas metálicas de um veículo nas moedas

Preço comparativo das principais sucatas metálicas nos mercados do Brasil, Estados Unidos e da Europa com base no primeiro semestre de 2011

	Europa		Brasil		USA
	EUR\$	US\$	R\$	US\$	US\$
Aço (sucata ferrosa)	100,00	139,00	700,00	402,00	451,00
Cobre (fio limpo)	3400,00	4721,00	12750,00	7319,00	3400,00
Alumínio (fundido)	514,00	714,00	2500,00	1435,00	1400,00

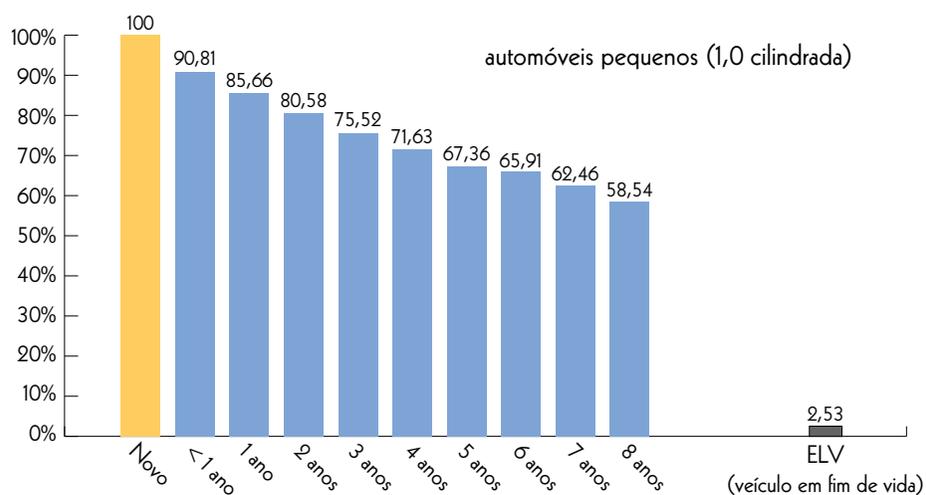
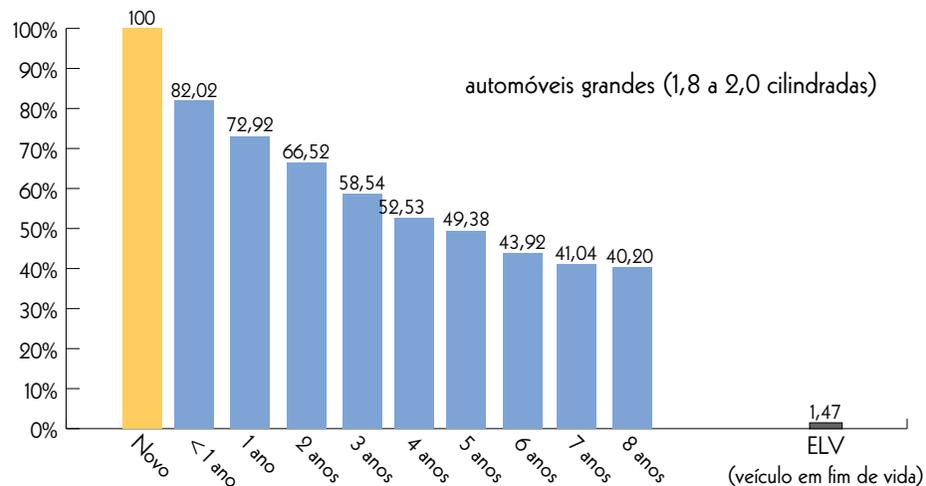
Fontes: www.metalprices.com (USA); www.metalica.com.br (Brasil); www.schrott.de/schrott/preise (Europa)

de cada país ou região e nos seus valores equivalentes em US\$ para possibilitar a sua comparação. Pode-se observar que o valor de mercado de sucatas metálicas é bastante diferente nos três países ou regiões analisados. Isto se deve em princípio à diferente situação econômica de cada região, à disponibilidade de sucatas e também à diferença de qualidade que podem apresentar estes materiais que, apesar de apresentarem a mesma denominação, podem variar significativamente na sua composição de um país para outro. Isto mostra também a dificuldade em negociar estes materiais em um mercado internacional. Atualmente, o comércio de sucata no nível internacional é praticamente desprezível, sendo que a maior parte destes materiais é comercializada dentro dos próprios países ou regiões, onde foram gerados.

Com base nos preços de mercado das sucatas metálicas e na composição em peso de cada um destes materiais em um veículo, dados mostrados no início deste capítulo, é possível calcular o valor residual de mercado das sucatas metálicas extraídas de um ELV. As figuras apresentadas a seguir mostram os valores residuais de um ELV para automóveis grandes (1,8 a 2,0 cilindradas) e pequenos (1,0 a 1,4 cilindradas) com base no valor das suas sucatas metálicas no Brasil. Estes valores são comparados com os valores de mercado desse tipo de automóveis ao longo da sua vida útil. Os valores são sempre apresentados como percentual do valor de um veículo novo (zero quilômetro).

Observa-se nas figuras a seguir que o valor residual de um ELV no Brasil pode variar entre 1,47% e 2,53% do valor do veículo novo, dependendo do seu tamanho. É importante destacar que nesta análise somente foi considerado o valor residual das sucatas metálicas. É possível recuperar outros materiais em um ELV, entretanto, de acordo com a realidade de mercado atual, a maior fatia de recuperação de valor de

Comparação do valor de mercado de um ELV e o valor do veículo ao longo da sua vida útil - Brasil



um ELV se concentra nos materiais metálicos, que são muito mais fáceis de serem reciclados e, portanto, mais fáceis de serem comercializados.

Essa análise tem por objetivo apenas mostrar o comportamento aproximado do valor de mercado de um veículo nas suas diferentes etapas de ciclo de vida. Pode-se concluir que, de acordo com as regras de mercado atualmente vigentes nas sociedades, os materiais fornecidos pelos processos de reciclagem têm pouco valor se comparados com o valor dos veículos novos e até mesmo dos usados. É importante ressaltar que esse comportamento é análogo para outros produtos consumidos atualmente, especialmente os produtos eletroeletrônicos, cujas quantidades também estão aumentando de forma significativa em todos os países do mundo e, junto com os veículos, contribuindo para aumentar as montanhas de lixo urbano e para esgotar as fontes naturais de matérias primas. Atualmente, a visão de valor existente nas sociedades é baseada quase que exclusivamente na função dos produtos. Como os materiais reciclados não têm mais a função original que tinham quando faziam parte de produtos novos seu valor é quase inexistente para as sociedades. Mas essa visão representa somente o momento, pois até hoje existe abundância de recursos naturais e de espaços livres onde é possível acumular o lixo produzido. Devido ao rápido aumento populacional e ao elevado nível de consumo de recursos naturais para atender as necessidades das pessoas, começa a tornar-se evidente o impacto da escassez de recursos naturais e também os limites nos níveis de poluição ao meio ambiente. Atualmente, já existem alguns exemplos de valorização de atividades voltadas para a redução dos índices de poluição e também da redução no consumo de matérias primas, como é apresentado a seguir.

O comércio de créditos de carbono

Atualmente, devido ao preocupante aumento no nível de gases de efeito estufa acumulados na atmosfera terrestre por causa da atividade industrial e do alto consumo per capita de produtos industrializados das sociedades, foi criado o conceito de comércio de créditos de carbono (REZENDE, D. & MERLIN, S., 2010). Em 1997, 189 países membros das Nações Unidas se reuniram em Quioto, no Japão, e assinaram um tratado em que se comprometem a reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 5% em relação aos níveis de 1991. Em 2005, esse protocolo entrou em vigor e os países signatários deveriam atingir a meta até 2008. Um dos mecanismos a que os países desenvolvidos podem recorrer para cumprir a meta é comprar os créditos de carbono de países que diminuam suas emissões. Assim, uma empresa brasileira, por exemplo, pode desenvolver um projeto para reduzir as emissões de

suas indústrias. Esse projeto passa pela avaliação de órgãos internacionais e, se for aprovado, é elegível para gerar créditos. Nesse caso, para cada tonelada de CO₂ que deixou de ser emitida, a empresa ganha um crédito, que pode ser negociado diretamente com as empresas ou por meio das bolsas de valores.

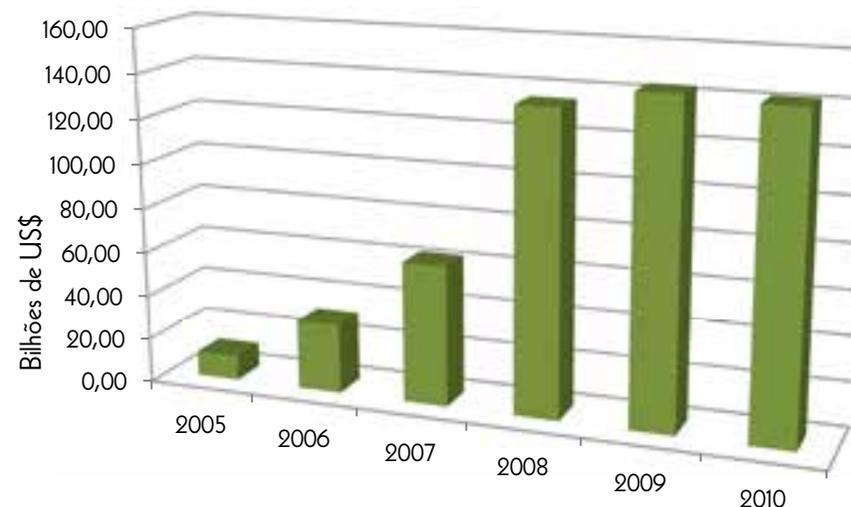
Esse conceito tem como base a compensação entre empresas que emitem gases de efeito estufa nos seus processos e empresas, cujos processos contribuem para a redução dos níveis de emissão destes gases. Essa compensação é medida em toneladas de dióxido de carbono equivalente, representando as seis categorias de gases que mais contribuem com o efeito estufa:

1. Dióxido de Carbono (CO₂)
2. Metano (CH₄)
3. Óxido nitroso (N₂O)
4. Perfluorocarbonos (PFC)
5. Hidrofluorocarbonos (HFC)
6. Hexafluoreto de enxofre (SF₆)

Um crédito de carbono representa a redução de uma tonelada métrica de dióxido de carbono ou o seu equivalente em outro tipo de gás de efeito estufa. Existem na atualidade dois mercados de créditos de carbono, um é o mercado de grandes empresas, governos e organizações que compram créditos de carbono para atingir metas pré-estabelecidas de emissões definidas por exigências governamentais ou tratados internacionais como, por exemplo, o protocolo de Quioto ou regras regionais como as existentes na Comunidade Europeia. Existe também um mercado muito menor de créditos de carbono, onde indivíduos, empresas e governos compram créditos de carbono, de forma voluntária, para mitigar suas emissões de gases de efeito estufa decorrentes de suas atividades, como, por exemplo, do transporte necessário para os seus empregados, do uso de eletricidade e de outras atividades geradoras de gases de efeito estufa. Por exemplo, um indivíduo pode comprar créditos de carbono para compensar as emissões de gases de efeito estufa causado por suas próprias viagens aéreas. Muitas empresas oferecem compensações de carbono durante o processo de venda para que os clientes possam reduzir as emissões relacionadas com o consumo dos seus produtos ou a compra dos seus serviços (por exemplo vôos de férias, aluguel de carros, estadias em hotéis, etc.). Em 2008, cerca de 705 milhões de dólares de compensações de carbono foram comprados no mercado voluntário, o que representa uma redução aproximada de 123 milhões de toneladas de CO₂. O preço médio negociado atualmente por cada crédito de carbono oscila entre 15 e 40 dólares (BHALERAO R, 2011) variando muito de um país para outro. A figura apresentada

a seguir mostra a evolução observada nos últimos anos do mercado de compensações realizado através do mecanismo de créditos de carbono no mundo.

Evolução das compensações em créditos de carbono negociadas no período de 2005 a 2010



Fonte: WORLD BANK REPORT, 2011

No gráfico, pode-se observar que o mercado de compensações de créditos de carbono aumentou significativamente a partir de 2005, ano em que entrou em vigor o Protocolo de Quioto. Em 2010, o mercado de créditos de carbono atingiu 142 bilhões de dólares, sendo que a maior parte das compensações (84%) foi negociada no âmbito da Comunidade Europeia, que atualmente representa o maior mercado de compensações de créditos de carbono do mundo. A crise econômica de 2008 fez sentir seus efeitos nas negociações de créditos de carbono estagnando os níveis de compensações negociados no mercado. Mas é importante ressaltar que futuramente esse mecanismo de compensação deve continuar crescendo, já que é uma forma eficiente das empresas geradoras de gases de efeito estufa controlarem suas emissões e melhorarem sua imagem no mercado global, fato que pode ser um grande diferencial competitivo.

O valor agregado nos processos de reciclagem

Como foi mostrado anteriormente, o valor de um automóvel no Brasil no final da sua vida útil na condição de ELV é inferior a 3% do valor do veículo novo. O único valor agregado dos processos de reciclagem na atualidade se limita ao valor dos materiais recuperados e comercializados como sucatas. As vantagens do processo de reciclagem vão muito além da recuperação de materiais em produtos descartados no final da sua vida útil. No caso dos metais, a utilização de materiais reciclados reduz a necessidade de extração de minérios, diminuindo significativamente a emissão de gases de efeito estufa. Dados do Instituto de Indústrias de Reciclagem de Sucatas Metálicas dos Estados Unidos indicam que a reciclagem de materiais metálicos pode reduzir de 300 a 500 milhões de toneladas de dióxido de carbono da atmosfera, o que pode ser negociado no mercado de compensação de créditos de carbono <<http://www.isri.org>>. Outro valor agregado na utilização de metais reciclados é que há uma redução no consumo de energia em comparação com os mesmos materiais obtidos a partir de extração mineral. No caso do aço, a redução de energia chega a 56%, do alumínio a 92% e do cobre a 90%. Essa redução significativa no consumo de energia permite racionalizar também os recursos energéticos atuais, que na sua maioria dependem de fontes não renováveis como o carvão e o petróleo, os quais se encontram em fase de esgotamento no mundo. Outro valor agregado dos processos de reciclagem está na redução da quantidade de água utilizada para obter materiais metálicos a partir da extração mineral. O tratamento de minério consome uma quantidade de água bastante significativa, sendo que uma usina com consumo otimizado de água exige uma vazão entre 5 a 6 metros cúbicos por hora de água por cada tonelada métrica seca de concentrado de minério de ferro por hora (ALMEIDA DE OLIVEIRA A.P.; BENVINDO DA LUZ A, 2001). Considerando que no Brasil a maior parte da energia é produzida a partir de recursos hídricos, existe também um consumo indireto de água no tratamento de minérios originado no gasto de energia nos processos de extração mineral, especialmente nos processos de moagem. Além destes impactos a extração, processamento e transporte de recursos minerais modifica a paisagem original, produz resíduos e pode poluir águas subterrâneas e superficiais pelos efluentes gerados. A figura ao lado mostra uma mina a céu aberto para a extração de minério de ferro, onde pode ser observado o significativo impacto causado na paisagem original da região afetada pela extração.

Com base no exposto, pode-se concluir que o valor agregado dos processos de reciclagem vai muito além do valor dos materiais recuperados. Infelizmente, os aspectos positivos apresentados, que agregam valor aos processos de reciclagem, não

são visíveis para os usuários dos veículos e nem para a sociedade, em geral. Portanto, torna-se difícil aumentar o valor agregado dos processos de reciclagem no mercado atual, devido ao fato de que os clientes valorizam os aspectos funcionais dos produtos e não levam em consideração os impactos negativos gerados na sua produção e descarte. Os próximos capítulos mostram que a reciclagem de veículos, dentro de um contexto socioambiental correto, exige recursos econômicos significativos, que devem ser obtidos através dos produtos e dos benefícios gerados para a sociedade através da sua reciclagem. Atualmente existem alguns mecanismos que permitem aumentar o valor agregado do processo de reciclagem, como por exemplo, as compensações através de créditos de carbono. Alguns mecanismos de compensação podem possibilitar um equilíbrio maior entre as empresas que fabricam e as que reciclam os veículos. Além disso, uma maior conscientização da sociedade no que se refere à importância dos



processos de reciclagem e dos aspectos positivos destas atividades podem também contribuir com a melhoria do valor agregado neste setor. O crescente aumento dos impactos socioambientais observados será a força motriz que dará fôlego para os setores de reciclagem de veículos e também de outros produtos industrializados. Os capítulos seguintes abordam os detalhes inerentes aos processos de reciclagem de veículos, em geral, e alguns possíveis caminhos que devem ser trilhados para viabilizar economicamente as atividades de reciclagem nos próximos anos.

DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE RECICLAGEM

Atualmente a reciclagem de veículos é realizada, de forma quase sistêmica, na Europa, nos Estados Unidos e no Japão, onde são reciclados veículos acidentados em condições de perda total, cuja reparação não é economicamente viável ou, então, veículos cuja condição de tráfego não é mais segura, ou seja, os veículos que não são aprovados em rotinas obrigatórias de inspeção veicular. Em cada região existem diferentes critérios e leis vigentes para a caracterização da condição de veículos em fim de vida útil ou ELV (end of life vehicle), mas em todos os países é possível detectar a existência de uma série de regulamentações mínimas necessárias para viabilizar o processo de reciclagem de veículos.

Neste capítulo são detalhados os principais aspectos técnicos envolvidos no processo de reciclagem de veículos, o que exige uma série complexa de atividades para maximizar o reaproveitamento da maior parte dos seus materiais, garantindo a segurança de todas essas atividades e minimizando os impactos ambientais que possam existir durante a sua realização.

Etapas básicas do processo de reciclagem de veículos

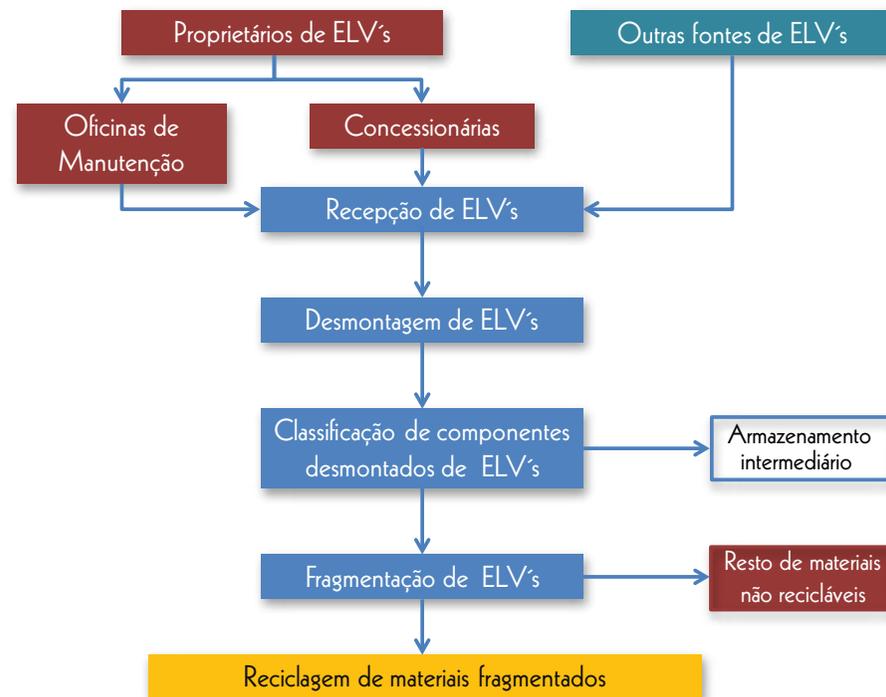
Para possibilitar a reciclagem de um veículo, em geral são necessárias cinco etapas bem definidas (IREC, 2010):

- 1- Recepção dos veículos a serem reciclados (ELV's)
- 2- Desmontagem dos ELV's
- 3- Classificação dos componentes desmontados dos ELV's
- 4- Fragmentação dos ELV's
- 5- Reciclagem dos materiais fragmentados de ELV's

Essas cinco etapas são intercaladas por etapas de transporte e armazenamento intermediário de materiais e componentes para verificação da origem e definição da destinação dos materiais em processamento. Em geral, as etapas de recepção, desmontagem e classificação de componentes desmontados de ELV's podem ser realizadas no mesmo local. Os processos de fragmentação exigem equipamentos de grande porte e amplas áreas de depósito e separação de materiais, razão pela qual estas atividades são, em geral, realizadas por empresas especializadas e afastadas

dos locais de desmontagem. A quinta e última etapa consiste na reciclagem de materiais fragmentados. Essa etapa não será abordada nesse livro devido à grande diversidade de processos envolvidos, já que existem materiais metálicos, plásticos e borrachas de diferentes composições, o que exige a descrição de um grande número de processos. Nesse livro são descritas as primeiras quatro etapas, que são as que viabilizam economicamente o processo de reciclagem de veículos já que, atualmente, a partir dos materiais fragmentados, é possível encontrar no mercado processos viáveis sob os pontos de vista técnico e econômico, que permitem transformar a maioria dos materiais fragmentados obtidos a partir de ELV's em matérias primas para novos veículos (TOYOTA, 2001). Devido ao grande volume de materiais a ser processado, o transporte acaba sendo uma atividade estratégica em todas as etapas do processo de reciclagem. Por esse motivo, no projeto de processos de reciclagem é necessário considerar a posição relativa das empresas envolvidas nas diferentes etapas do processo para minimizar os custos de logística e transporte dos materiais inerentes ao processo.

A figura apresentada a seguir mostra o fluxograma simplificado das principais etapas necessárias para a reciclagem de veículos. Entre as etapas há necessidade de transporte e armazenamento de produtos intermediários.



Recepção dos ELV's

O processo de reciclagem é iniciado quando o proprietário leva o seu veículo a uma oficina ou concessionária para a realização de algum reparo ou mesmo para trocar por outro veículo novo ou seminovo. Em geral, dependendo da condição do veículo, o reparo não é mais economicamente viável e a oficina ou concessionária deve então encaminhar esse veículo para os locais de recepção de ELV's para sua posterior reciclagem. Os veículos que se encontram no estado de ELV não têm condição técnica de circular pelas vias de trânsito normais (estradas e ruas de cidades) e, portanto, é necessário considerar um meio de transporte destes veículos até os locais de recepção. O custo do transporte deve ser considerado no próprio processo de reciclagem e, em geral, pode ser significativo, já que cada veículo a ser transportado pesa entre 900 kg e 1500 kg, dependendo do seu tamanho. Quanto maior a distância entre as oficinas de manutenção ou as concessionárias e os locais de recepção de ELV's, maior será o impacto econômico do transporte no processo de reciclagem dos veículos. Além dos proprietários, existem outras fontes de veículos em condição de ELV, como por exemplo, órgãos oficiais tais como departamentos de trânsito,

delegacias de polícia, empresas de transporte, etc. que também precisam direcionar os veículos em condições de fim de vida para os processos de reciclagem. Essas fontes podem ser muito importantes como, por exemplo, o caso dos departamentos de trânsito de várias localidades no Brasil, que estão saturados de veículos em condição de serem reciclados. Isto acontece porque os veículos apreendidos por estarem sujeitos a multas e infrações de trânsito terminam sendo armazenados em pátios e, muitas vezes, os seus proprietários não regularizam a situação dos veículos, que ficam longos períodos de tempo se deteriorando e terminando em condição de ELV's.

No local de recepção de ELV's é necessário prever uma área de armazenamento para os veículos que chegam, já que não é possível processar de forma imediata todos estes veículos, pois antes de iniciar a etapa de processamento, são necessárias algumas rotinas, que exigem tempo e incluem a inspeção para avaliação da condição técnica do veículo e obtenção de baixa do seu registro como veículo em circulação.

É importante que essas áreas de recepção de veículos não se transformem em áreas de armazenamento de ELV's, já que com o tempo estes veículos podem apresentar vazamentos de fluidos perigosos (líquidos e gases) e também acumular resíduos de chuvas e outras sujeiras provenientes do meio ambiente. Por esse motivo,

veículo de transporte de ELV's



área de recepção de ELV's



é aconselhável que os períodos de recepção e armazenamento inicial não ultrapassem 15 dias para garantir uma maior segurança na área de recepção. Para isto, devem ser criadas algumas rotinas de recepção eficientes como registros informatizados de todos os dados de ELV's, etiquetas eletrônicas utilizando códigos de barra dos veículos, rotinas sistêmicas de inspeção com controle de todas as etapas do processo de inspeção e processos de transporte de ELV's dentro do pátio de recepção.



áreas de recepção de ELV's



Processo de desmontagem de ELV's

Etapa 1 – Descontaminação inicial dos ELV's e drenagem de fluidos

Após a conclusão das rotinas necessárias na recepção dos veículos, tem início o processo de desmontagem. Os automóveis possuem vários componentes e sistemas, muitos dos quais contêm fluidos perigosos, que devem ser retirados do veículo antes da sua desmontagem. Além de todos os filtros de óleo e combustível do veículo, os fluidos que devem ser removidos inicialmente por questão de segurança são os seguintes:

- » Combustível remanescente nos tanques
- » Óleo lubrificante do reservatório do motor (cárter)
- » Óleo hidráulico do sistema de freio
- » Óleo hidráulico do sistema de direção
- » Gases do sistema de ar condicionado

Esses fluidos, líquidos ou gases, devem ser coletados em recipientes adequados e, posteriormente, encaminhados para os centros de reciclagem ou processamento. Eles possuem elementos químicos nocivos para a saúde das pessoas e também para o meio ambiente e, por esse motivo, os centros de reciclagem ou processamento devem estar adequadamente preparados e em conformidade com a legislação ambiental vigente e seguindo as normas de segurança para assegurar a preservação do meio ambiente e garantir as condições de segurança das pessoas envolvidas nas tarefas realizadas.

Após a drenagem de todos os fluidos, é possível desmontar os tanques de combustível e os reservatórios de óleo existentes no veículo, garantindo assim a segurança nos processos posteriores de desmontagem.

Os tanques de combustível dos veículos atuais são construídos na sua maior parte de plásticos PEAD (polietileno de alta densidade), que podem ser reciclados (SUZUKI CARLOS E. T., 2007). Desta forma, os tanques de combustível vazios podem ser retirados e encaminhados para empresas que reciclam esse tipo de plástico.

Os filtros de óleo retirados dos automóveis retêm em média 250 ml de óleo no seu interior. Somente nos Estados Unidos são descartados mais de 425 milhões de filtros de óleo por ano, contendo 6.800 metros cúbicos de óleo usado e 1.465.000



Área de descontaminação e drenagem de fluidos na empresa KAIHO SANGYO – Kanazawa - Japão

Técnico preparando a remoção dos gases do sistema de ar condicionado – KAIHO SANGYO – Kanazawa - Japão



toneladas de aço. Deste total de filtros somente 15% são reciclados e o restante é direcionado para aterros sanitários, com altos riscos de contaminação do solo e dos lençóis freáticos (PADILHA R. V., 2005). Uma forma apropriada de reciclar os filtros de óleo dos veículos seria através da sua fragmentação para a retirada do óleo residual e a recuperação do resíduo ferroso de alta pureza, composto por mais de 95% de aço. Devido ao seu alto potencial poluidor, pode-se considerar que os filtros dos veículos, especialmente os filtros de óleo, são hoje os itens que merecem maior atenção na sua disposição final.

Outro fluido muito perigoso nos ELV's é o gás utilizado nos sistemas de ar condicionado dos veículos. Em geral, para essa finalidade são utilizados gases halocarbonetos (CFC's). Esses gases além de contribuir para o aumento do efeito estufa têm uma ação destruidora da camada de ozônio, que limita a entrada de radiação ultravioleta na atmosfera terrestre. Eles podem ser retirados dos sistemas de ar condicionado dos veículos e armazenados em tanques para sua reutilização posterior em sistemas de ar condicionado de veículos novos ou para recarregar sistemas de ar condicionado de veículos em funcionamento.

Etapa 2 – Remoção de dispositivos de segurança

Os veículos atuais estão equipados com diversos dispositivos que aumentam a segurança do motorista e dos passageiros em caso de acidentes ou colisões. Um dos dispositivos de maior importância para a segurança é o airbag, ou balão de ar. Esse dispositivo é constituído de pastilhas de nitrogênio que são acionadas por uma descarga elétrica pela central eletrônica do veículo dentro de um balão de ar muito resistente (airbag), o qual por sua vez se enche rapidamente amortecendo assim o choque e evitando que o motorista e os passageiros sofram danos físicos principalmente no rosto, peito e coluna.

Para que o condutor e os passageiros embatem nos airbags é necessário que esses se encham muito rapidamente, cerca de 25 milésimos de um segundo. A reação química escolhida para encher o airbag tão rapidamente foi a de decomposição de azida de sódio. A azida de sódio é um composto químico muito instável e tóxico, constituído por átomos de sódio e de nitrogênio (NaN_3) (MECÂNICA AUTOMOTIVA, 2010). No sistema de airbag, a azida de sódio encontra-se num pequeno contentor, juntamente com nitrato de potássio (KNO_3) e óxido de silício (SiO_2). Quando o airbag é ativado, ocorre uma ignição eletrônica que aquece a azida de sódio a mais de 300 °C. Essa temperatura desencadeia a reação química de



decomposição da azida de sódio em sódio metálico (Na) e em nitrogênio molecular (N_2). O nitrogênio molecular é liberado como um gás, que rapidamente enche o airbag. No entanto, é necessário ter cuidado com o sódio, que é um metal muito reativo. Esse reage rapidamente com nitrato de potássio, liberando mais nitrogênio molecular, óxido de sódio e óxido de potássio. Finalmente estes óxidos reagem com o óxido de silício formando vidro em pó. O vidro formado é filtrado para não entrar na almofada do airbag. O nitrogênio molecular é um gás inerte e não combustível. Em caso de colisão, o nitrogênio não reage e não oferece nenhum risco para o condutor e nem para os passageiros. Entretanto, devido aos riscos de acidentes como decorrência da ativação destes dispositivos durante os processos de desmontagem é necessário primeiramente neutralizar os airbags e posteriormente removê-los do veículo antes de dar continuidade à desmontagem dos demais componentes.

Em alguns tipos de veículos, além dos airbags, é necessário também neutralizar os dispositivos pré-tensores dos cintos de segurança, já que esses junto com os airbags são componentes pirotécnicos, cujo acionamento acidental pode levar a sérios riscos de segurança durante o processo de desmontagem dos ELV's.

Etapa 3 – Desmontagem de componentes dos ELV's

Depois de concluída a descontaminação inicial dos ELV's através da drenagem de todos os fluidos perigosos e da remoção dos itens de segurança (airbags e dispositivos pré-tensores dos cintos de segurança), é iniciada a desmontagem manual dos componentes do veículo. Essa atividade exige a ação manual de técnicos em locais apropriados para garantir a preservação dos componentes desmontados, sua etiquetagem e também a segurança das atividades realizadas em todas as fases do processo de desmontagem.



Desmontagem manual de componentes de ELV's - KAIHO SANGYO – Kanazawa - Japão

Classificação de componentes desmontados dos ELV's

Um veículo é um equipamento complexo e apesar da evolução tecnológica observada nos últimos anos, a sua função original e mais importante continua sendo o transporte de motorista, passageiros e cargas dentro das cidades ou entre cidades. Entretanto, atualmente, os veículos possuem outras funções secundárias ou acessórias, que incluem, por exemplo, a função de conforto para manter as condições ambientais agradáveis nos ambientes internos dos veículos (temperatura e umidade do ar), ou bancos confortáveis que se adaptam de forma ergonômica às diferentes alturas e condições corporais dos seus usuários. Existem também os sistemas de entretenimento para que os passageiros usufruam de viagens mais prolongadas, como sistemas de som de alta qualidade, sistemas de vídeos, etc. Cada vez mais, os fabricantes de veículos investem nestes tipos de sistemas para atrair os futuros usuários dos veículos. No que se refere aos sistemas de segurança, os veículos possuem os airbags e cintos de segurança e também outras funções, que não são tão visíveis para os usuários dos veículos. Essas funções estão relacionadas com a segurança intrínseca dos veículos durante a sua circulação através das estradas e rodovias. Atualmente, um grande problema é o crescente número de vítimas decorrentes de acidentes de trânsito e, para que se possa verificar a dimensão deste problema, a tabela mostrada a seguir apresenta o número de vítimas fatais para cada 100.000 habitantes em alguns países. Para possibilitar uma comparação entre os países, são utilizadas as taxas de acidentes e de vítimas em relação à população de cada país e à sua frota de veículos. Essa taxa apresenta apenas superficialmente a gravidade do problema e, proporcionalmente à população, o trânsito mata quatro vezes mais no Brasil do que no Reino Unido, porém somente 1,6 vezes mais do que nos Estados Unidos. Esta abordagem não leva em conta o fato de que há, proporcionalmente, muito menos veículos no Brasil do que nos outros países considerados. Por esse motivo, é mais realista adotar como referência a taxa de acidentes fatais em função do número de veículos, que mostra que cada veículo mata, em média, onze vezes mais no Brasil do que no Reino Unido, oito vezes mais do que na França, seis vezes mais do que nos Estados Unidos e cinco vezes mais do que no Japão.

País	Vítimas fatais a cada cem mil habitantes	Vítimas fatais a cada cem mil veículos
Brasil (2004)	24	110
EUA (2005)	15	18
Japão (2005)	14	22
França (2005)	9	14
Reino Unido (2005)	6	10

É importante ressaltar que as altas taxas de acidentes fatais no Brasil ao ser comparado com outros países não se devem somente aos fatores humanos, mas também à existência de uma infraestrutura de trânsito inferior, com estradas em má condição de conservação, sinalizações insuficientes, etc., e também às precárias condições técnicas dos veículos. Atualmente não existe no Brasil uma rotina periódica de inspeção veicular, o que é uma prática comum nos outros países mencionados na tabela acima. A condição dos veículos exige uma atenção especial, já que o desgaste de componentes em sistemas que podem aumentar o risco de acidentes não deve ser tolerado. Nos veículos, existem três sistemas, cujo potencial de risco em relação a acidentes fatais é maior, que são os sistemas de freio (dianteiro e traseiro), a suspensão (dianteira e traseira) e o sistema de direção. Infelizmente, em condições normais de trânsito, as perdas funcionais nestes sistemas são difíceis de serem detectadas pelos motoristas. Desta forma, a manutenção desses três sistemas exige um cuidado muito maior do que os demais sistemas do veículo.

Na reciclagem de um veículo é de extrema importância o reaproveitamento da maior parte dos componentes dos veículos, já que isto reduz a necessidade de se fabricar novos componentes, além de reduzir também a exigência energética na reciclagem de materiais. Entretanto, a comercialização de itens reutilizados deve ser convenientemente regulamentada para assegurar a confiabilidade destes componentes. A reutilização permite economizar muita energia e recursos materiais, reduzindo assim o impacto ambiental dos veículos. É importante salientar que muitos fabricantes de veículos restringem a venda de alguns componentes e peças e em alguns países existe a falta total de peças sobressalentes de alguns modelos de automóveis. Desta forma, a reutilização de peças sobressalentes melhora a oferta de peças, especialmente para os veículos seminovos que não são mais fabricados. No Japão, Estados Unidos, Europa e Argentina existem leis que obrigam e regulamentam o reaproveitamento das peças dos veículos através do processo de reciclagem e na Europa as fábricas são responsáveis pela reutilização dos componentes dos veículos. Essa é uma iniciativa interessante, pois a reciclagem de peças automotivas traz uma série de benefícios para

a sociedade, como a preservação do meio ambiente, a economia de recursos naturais renováveis e não renováveis, a criação de novos empregos, além de possibilitar o fechamento do ciclo de vida dos veículos.

Mesmo sendo muito importante permitir a reutilização de alguns componentes, devido aos problemas de segurança nas estradas, existem sistemas de alto risco de acidentes, cuja reutilização não deve ser permitida. Neste caso, os componentes devem ser retirados dos veículos e encaminhados para os processos de fragmentação para garantir a sua destruição e possibilitar a sua reciclagem posterior.

Entre os componentes que podem ser reutilizados sem que haja um comprometimento da segurança dos veículos encontram-se:

- » Motor e seus componentes
- » Caixa de marchas
- » Portas
- » Parachoques
- » Faróis
- » Vidros (dianteiros e traseiros)
- » Espelhos e retrovisores
- » Sistemas de som
- » Bancos e alguns acabamentos internos

A seguir são mostrados alguns exemplos de componentes reutilizados nos automóveis.



Armazenamento de bancos retirados de ELV's
KAIHO SANGYO – Kanazawa - Japão



Fabricação de cadeiras para escritório utilizando bancos retirados de ELV's
KAIHO SANGYO – Kanazawa - Japão



No exemplo mostrado, bancos de veículos em boas condições de conservação são transformados em confortáveis cadeiras para escritório. Esse tipo de reutilização permite aproveitar componentes, cuja reciclagem seria muito difícil, devido à diversidade de materiais plásticos empregados na sua fabricação. Outro aspecto positivo neste tipo de reutilização é a geração de novos empregos.





Faróis retirados de ELV's, devidamente registrados e armazenados para posterior comercialização
KAIHO SANGYO – Kanazawa – Japão



Componentes do sistema de refrigeração do motor retirados de ELV's
KAIHO SANGYO – Kanazawa – Japão



Portas retiradas de ELV's para comercialização
KAIHO SANGYO – Kanazawa – Japão

Observa-se nas figuras anteriores, que existe uma grande quantidade de componentes automobilísticos que podem ser reutilizados como sobressalentes para veículos em condição ainda funcional, e outros podem ser reutilizados para a fabricação de outros produtos, como o caso dos bancos retirados de ELV's. A atividade de classificação e reutilização de componentes permite racionalizar recursos de reciclagem, como fragmentação, separação e processamento de resíduos de fragmentação. É importante que em todo processo de reutilização exista um rigoroso controle de todas as peças retiradas dos ELV's. Esse controle deve ser realizado por pessoal técnico idôneo e que garanta a rastreabilidade de todas as peças a serem reutilizadas posteriormente.

Existem, por sua vez, componentes automotivos que por motivos de segurança não podem ser reutilizados, como por exemplo:

- » Componentes do sistema de freio dianteiro e traseiro (tubulações, cilindros mestres, discos, etc.)
- » Componentes de segurança do veículo como airbags e cintos de segurança
- » Componentes do sistema de direção
- » Componentes do sistema de suspensão (por ex.: amortecedores e molas)
- » Pneus
- » Rodas
- » Cabos de aço
- » Baterias



Todos esses componentes devem ser convenientemente segregados, desmontados e encaminhados para os processos de separação e posterior fragmentação para assegurar-se de que eles não serão comercializados. As partes metálicas podem ser direcionadas para as empresas de fragmentação de metais, juntamente com as carcaças das carrocerias dos ELV's. As baterias e os pneus, que estão incluídos na lista de componentes não reutilizáveis extraídos de ELV's, exigem cuidados especiais nas rotinas de remoção, armazenamento, transporte e reciclagem devido ao seu alto risco de impacto ambiental.

As baterias dos automóveis contêm plásticos, ácido sulfúrico e chumbo <<http://reciclagembaterias.sites.uol.com.br/>, acesso Janeiro 2012>. Todos esses materiais oferecem riscos durante o manuseio e também se forem acondicionados de forma inadequada no meio ambiente. O chumbo é um dos elementos de maior risco, originando sérios distúrbios neurológicos nas pessoas, especialmente em crianças (DE MATOS R. Q.; FERREIRA O. M, 2007). Portanto, a desmontagem, armazenamento e transporte destes componentes devem ser realizados de forma controlada no processo de desmontagem de ELV's.

Em geral, a reciclagem de baterias envolve processos de alto custo, que consomem muita energia e exige altos níveis de segurança em todas as operações envolvidas. Vários países adotam regras próprias para incentivar a reciclagem destes componentes. Para garantir a viabilidade econômica neste tipo de processo, é necessário o incentivo do poder público e a gratuidade do processo de entrega de baterias usadas. É importante ressaltar, que as baterias são elementos cada vez mais frequentes não somente em veículos, mas também em componentes eletroeletrônicos. Assim, existe uma necessidade cada vez maior de processos industriais que garantam a reciclagem de todo tipo de bateria. Atualmente, o custo de reciclagem de baterias usadas, independente da sua origem e dos materiais utilizados na sua fabricação, oscila entre US\$ 1.000 e US\$ 2.000 por tonelada. Apesar do risco envolvido no processo, o índice de reciclagem das baterias utilizadas em automóveis é bastante elevado. Nos Estados Unidos, por exemplo, 99% das baterias dos automóveis são recicladas (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009). Isto indica que é possível atingir um nível razoável de reciclagem destes componentes, que caso não sejam acondicionados adequadamente se enquadram dentro dos 10 itens de maior risco ambiental existentes no mundo.

Os pneus dos automóveis também representam um sério risco para o meio ambiente e para a saúde pública. A reunião da OMC (Organização Mundial do Comércio), em Genebra, na Suíça, defendeu que o resíduo de pneu é um problema crescente e grave de saúde pública, especialmente nos países que possuem climas tropicais, já que os pneus empilhados servem de criadouros para mosquitos transmissores de dengue, febre amarela e malária (RODRIGUEZ J. R., 2007). A queima desse resíduo também não é apropriada, pois ocorre a liberação do óleo pirolítico, que contém produtos químicos tóxicos e metais pesados capazes de produzir efeitos adversos à saúde, como perda de memória, deficiência no aprendizado, supressão do sistema imunológico, além de danos nos rins e fígado. Esse óleo pode alcançar longas distâncias, contaminando solo e água, além de penetrar em lençóis freáticos. Estudos demonstram que a contaminação de águas com o efluente gerado na queima de pneus, pode durar até 100 anos (JARMUTH, 2008).

Existem diversas formas de reaproveitar os pneus. Depois de coletados, eles podem ser fragmentados e posteriormente utilizados como combustível alternativo para as indústrias de cimento ou para combustível de caldeiras. Podem também ser empregados na fabricação de asfalto ecológico, solas de sapatos, borrachas de vedação, dutos pluviais, pisos para quadras poliesportivas, pisos industriais e tapetes para automóveis (LAGARINHOS C. A. F.; TENÓRIO J. A. S., 2009).

Processo de fragmentação de ELV's

Quando a desmontagem dos ELV's estiver concluída e todos os componentes reutilizáveis e também os componentes que, por questão de segurança, não devem ser reutilizados, tiverem sido separados, restará praticamente uma carcaça do ELV, formada por três partes, uma carroceria de aço, a fiação principal de cabos elétricos ou chicote e o sistema de exaustão de gases de combustão.

Para transformar esses restos de ELV's em materiais recicláveis, é necessário que eles sejam separados e depois fragmentados. Os metais fragmentados podem ser fundidos e purificados até que atinjam novamente a sua condição original e os restos não metálicos resultantes da fragmentação, que contêm plásticos, tecidos e outros componentes, podem ser queimados de forma controlada ou então encaminhados para empresas especializadas, onde são reciclados.

O chicote é um conjunto de vários fios, que tem por finalidade distribuir energia elétrica a partir da bateria para todos os componentes do veículo (motor de partida, faróis, lanternas, etc.) e também para os botões de acionamento, sensores e todos os outros comandos. Os veículos atuais possuem um número cada vez maior de fios elétricos devido à existência de grande quantidade de subsistemas eletroeletrônicos. Os chicotes convencionais possuem entre 3 a 6 metros de comprimento e contêm aproximadamente 1.000 metros de fiação elétrica, formada por fios de cobre de diferentes bitolas para alimentar os diversos sistemas do veículo. Devido ao alto valor econômico do cobre contido nos fios elétricos, é recomendável que o chicote seja separado da carcaça do ELV e encaminhado para as empresas especializadas na reciclagem deste tipo de material.



Essa figura mostra os equipamentos atualmente existentes para separar o isolante plástico dos fios elétricos do metal (cobre) e ainda fragmentar o metal. Assim, na saída desse tipo de equipamento, pode-se obter o cobre fragmentado já separado do material plástico do isolamento. O material plástico obtido pode ser encaminhado para as empresas de reciclagem de produtos plásticos ou então direcionado para queima controlada. O cobre triturado é facilmente comercializável, devido ao seu alto valor econômico. Antigamente, os fios elétricos eram queimados ao ar livre para a retirada do isolamento plástico e recuperação do núcleo de cobre. Essa rotina não é apropriada sob o ponto de vista ambiental devido à toxicidade dos gases de combustão e também à geração de gases de efeito estufa e, por esse motivo, atualmente, é necessário separar o isolamento plástico (em geral PVC) do núcleo metálico de cobre. (BEZERRA DE ARAÚJO et al., 2008)

No que se refere ao sistema de escapamento dos veículos, existe um valioso componente, o catalisador, peça que integra o sistema de exaustão dos veículos, formada por um núcleo cerâmico ou metálico, que transforma grande parte dos gases tóxicos do motor em gases inofensivos, por meio de reações químicas. Esse componente foi projetado para ter a mesma durabilidade do automóvel. Porém, quando a carcaça é danificada por impactos que afetam a sua estrutura física, a perda pode ser total. Atualmente, os catalisadores possuem três tipos principais de metais

nobres: Platina, Paládio e Ródio. Embora a quantidade de metais nobres utilizados nos catalisadores seja muito pequena, em torno de 4 a 5 gramas em um catalisador comum, estes metais são altamente recicláveis, com índices de recuperação de 96% através



Catalisadores retirados de ELV's

de processos de reciclagem convencionais (CARA D. V. C.; SOBRAL L. G. S., 2005). A reciclagem dos metais nobres utilizados nos catalisadores é facilmente justificável, já que estes são muito escassos na natureza e somente estão disponíveis em duas regiões, Sibéria e África do Sul.

Depois que o chicote e o catalisador forem retirados, o que resta dos ELV's é praticamente a carcaça metálica da sua carroceria. Essa carcaça pode ser diretamente encaminhada para empresas que dispõem de instalações apropriadas para a sua fragmentação ou, então, ser prensada para redução do seu volume, facilitando assim o seu transporte posterior para as empresas de fragmentação de ELV's.



Carcaças de ELV's prensadas e preparadas para a fragmentação

Equipamentos para fragmentação e separação de metais ferrosos de ELV's

Uma das atividades mais importantes no processo de reciclagem de ELV's consiste na fragmentação das carcaças de aço previamente desmontados (INTERNATIONAL RECYCLING EDUCATION CENTER, 2010). O processo de fragmentação reduz o material a ser reciclado em pequenos pedaços ou porções, que podem ser facilmente transportados em containers e também processados por empresas de reciclagem. Os fragmentos de aço podem, por exemplo, ser diretamente adicionados a processos siderúrgicos para fabricação de novos produtos de aço (chapas, barras, etc.).

Atualmente, existem equipamentos de fragmentação de grande porte que permitem fragmentar veículos completos, ou então carcaças de ELV's após a desmontagem de todos os componentes reutilizáveis e não reutilizáveis. É importante ressaltar que, nesses equipamentos, antes da fragmentação, os veículos devem passar por uma recepção inicial e pelas etapas de descontaminação para drenagem dos fluidos (combustível, óleos, gases) e detonação de todos os dispositivos de segurança (airbags e pré-tensores de cintos de segurança). Se o ELV não passar por estas etapas anteriores, há risco de explosão do ELV durante o processo de fragmentação.

A seguir são mostrados detalhes do processo de fragmentação em uma instalação no Japão. Neste tipo de instalação existe um pátio de armazenamento de carcaças e blocos prensados de ELV's. Para o transporte dos ELV's até a entrada do fragmentador são utilizados guas e equipamentos de movimentação equipados com garras especiais para a fixação segura dos veículos.



Fragmentadora de automóveis da empresa ECOTEC KANESHIRO - Japão



Área de armazenamento de carcaças e grua segurando o veículo pronto para a fragmentação
ECOTEC KANESHIRO - Japão

No fragmentador, os veículos desmantelados são fragmentados em pequenos pedaços, dando origem a três tipos de materiais: metais ferrosos (aço); metais não ferrosos (cobre, alumínio, magnésio, etc.) e resíduos de fragmentação denominados ASR (Automotive Shredder Residue). O ASR é composto por diversos tipos de plásticos, borracha e resíduos metálicos de pequena dimensão.

Os metais ferrosos fragmentados são separados dos outros componentes através de passagem em um campo magnético. Técnicas de triagem automáticas ou manuais permitem, em seguida, separar os metais não ferrosos dos materiais restantes. Durante e após a fragmentação, as partículas de materiais de menor densidade são aspiradas,

dando origem à fração ASR, ou seja, aos resíduos leves de fragmentação.

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

Os resíduos de fragmentação ou ASR são, em geral, enviados para aterros. No entanto, estão sendo desenvolvidas tecnologias de triagem pós-fragmentação, que permitirão recuperar alguns componentes dos resíduos de fragmentação para comercialização (ZEVENHOVEN R.; SAEED L., 2002).

Muitos países estão proibindo o encaminhamento do ASR para aterros sanitários, devido à sua periculosidade. Existem várias pesquisas em andamento direcionadas para o processamento destes resíduos, buscando viabilizar o aproveitamento das diferentes frações metálicas e não metálicas que os compõem, sendo que um dos métodos mais promissores é o de gaseificação do ASR (NIEMINEN M.; SUOMALAINEN M.; MÄKINEN T, 2006).

Alimentação da fragmentadora com uma carcaça
ECOTEC KANESHIRO - Japão





Em geral, o processo de fragmentação de um ELV é realizado em duas etapas, a fragmentação primária e a fragmentação secundária. Na primeira etapa, o ELV é reduzido a fragmentos de aproximadamente 10 a 20 cm. Esses fragmentos são submetidos a uma segunda etapa de fragmentação e reduzidos para tamanhos de cerca de 10 mm. A figura anterior ilustra o processo de fragmentação primária de um ELV e a figura a seguir mostra a entrada de fragmentos primários no fragmentador secundário. Na etapa secundária, existe o risco de lançamento de pequenas partes para fora do equipamento e, por isso, o fragmentador secundário está protegido por uma cobertura externa de aço, para a prevenção de acidentes.

No final da fragmentação secundária é obtida uma mistura de fragmentos metálicos e não metálicos. Os fragmentos metálicos são, na sua maioria, ferrosos e para a sua separação são utilizados campos magnéticos. Esses metais são direcionados para as

Alimentação do fragmentador secundário



Material ferroso na saída do fragmentador secundário



áreas de estocagem e posteriormente encaminhados para as empresas siderúrgicas, onde são utilizados para a fabricação de novos produtos de aço, tais como chapas, barras, etc.

Além da fração metálica ferrosa, na saída do equipamento são obtidos outros fragmentos metálicos não ferrosos, em geral de cobre e alumínio, que podem ser separados e reciclados em processos metalúrgicos que utilizam estes metais na sua produção. Também são obtidos os resíduos de fragmentação ASR (Automotive Shredder Residue) que, neste caso, são compostos principalmente de plásticos e tecidos. Esses resíduos, que são separados dos fragmentos metálicos (ferrosos e não ferrosos) através de correntes de ar, podem ser incinerados (recuperação energética) em processos de combustão controlada, para minimizar as emissões de

gases poluentes. Em alguns casos eles podem ser encaminhados para aterros sanitários controlados. O volume de resíduos de fragmentação depende da eficiência alcançada nos processos de desmontagem e classificação de componentes dos ELV's. Quanto maior a eficiência destes processos, menor será o volume de resíduos de fragmentação ASR. Atualmente, a quantidade de resíduos de fragmentação atinge de 20% a 25% do peso do veículo, dependendo do volume de componentes reutilizados do ELV (IREC, 2010).

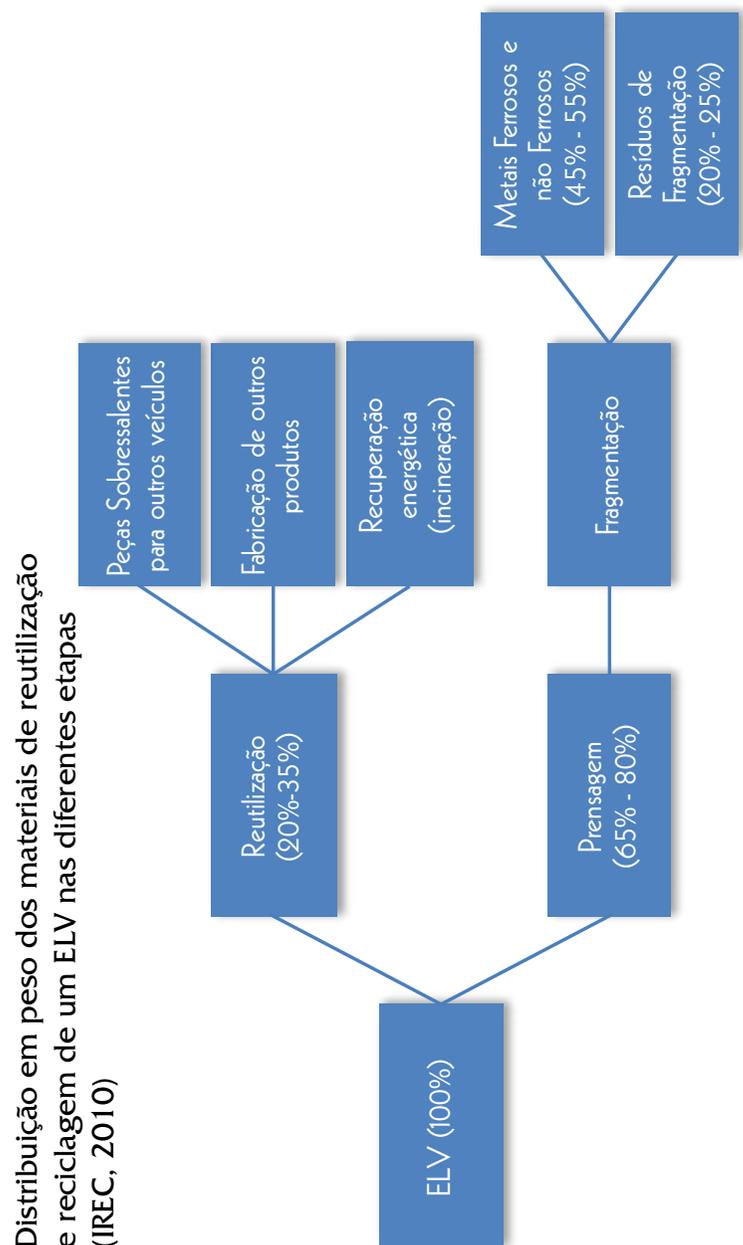
Os materiais fragmentados, formado pelas frações metálicas e resíduos de fragmentação, devem ser inspecionados por equipamentos que indicam a existência de radioatividade. Essa exigência é necessária quando os equipamentos de fragmentação são alimentados com outros tipos de equipamentos além de ELV's, como, por exemplo, equipamentos hospitalares ou outros que possam conter elementos radioativos no seu interior. Atualmente, o comércio dos fragmentos metálicos e não

Equipamento para controle de radioatividade na saída do processo de fragmentação de ELV's



Controle de radioatividade na saída da instalação

metálicos está começando a ser realizado entre os países e, por este motivo, em muitos países, o controle de radioatividade tornou-se uma exigência para a entrada deste tipo de material.



Após a conclusão de todas as etapas do processo de reciclagem de um ELV, é possível obter as proporções finais de materiais de reutilização e reciclagem, mostradas no diagrama ao lado. A reutilização de componentes de ELV's como peças sobressalentes para outros veículos, ou então, como materiais empregados na fabricação de outros produtos como, por exemplo, cadeiras de escritório, artefatos de decoração, etc. permite recuperar aproximadamente um terço do peso do veículo, o que é bastante expressivo. Portanto, é importante que os processos de reutilização sejam incentivados, já que esses permitem o reaproveitamento de matérias primas, reduzindo a necessidade de recursos energéticos para a fabricação de novos componentes e produtos. Existem também as vantagens relacionadas com o desenvolvimento de novos produtos e serviços, aumentando assim a oferta de novos empregos.

A fragmentação de carcaças de ELV's permite recuperar entre 45% e 55% dos metais existentes no ELV (IREC, 2010), o que representa aproximadamente dois terços do peso dos materiais metálicos de um veículo novo. Esses fragmentos podem ser totalmente reciclados (100%) e transformados em matérias primas originais para a fabricação de novos veículos ou de outros produtos. Os fragmentos metálicos podem ser facilmente transportados em containers e comercializados internacionalmente, se forem adequadamente controlados. É importante ressaltar que alguns metais utilizados nos automóveis, especialmente o cobre, já estão escassos no planeta e o seu valor de mercado deverá aumentar consideravelmente. A tendência é que sua reciclagem se torne obrigatória. (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME, 2009).

O resíduo resultante do processo de fragmentação (ASR) representa entre 20% a 25% do peso do ELV do qual ele foi gerado (IREC, 2010). Essa proporção é ainda muito significativa, visto que o ASR possui uma quantidade expressiva de materiais recicláveis. Devido ao crescente aumento das frotas em circulação e do crescimento dos processos de reciclagem veicular, estima-se que são geradas aproximadamente 10 milhões de toneladas de ASR por ano. Devido ao seu significativo volume e também ao seu potencial de crescimento existem restrições cada vez mais severas no que se refere à destinação deste resíduo para aterros sanitários ou processos de incineração, especialmente no âmbito dos países da Comunidade Europeia. Existe hoje pouco incentivo para a reciclagem do resíduo de fragmentação (ASR), especialmente por causa da variedade de materiais na sua composição. O ASR possui duas frações, as combustíveis e as não combustíveis, que possuem os componentes apresentados a seguir.

Frações não combustíveis do ASR

- » Metais não ferrosos
- » Metais ferrosos
- » Vidro

Frações combustíveis do ASR

- » Plásticos (Polietileno, Polipropileno, Polivinil clorado e Poliuretano)
- » Tecidos
- » Madeira
- » Borracha

Os plásticos representam as maiores frações do ASR, atingindo uma proporção em peso que pode oscilar entre 20% e 40% do peso total do resíduo (MARGARIDO F.; NOGUEIRA C. A., 2011). Apesar disto, não há muito interesse em sua reciclagem por causa da grande variedade de plásticos presentes nesta fração.

Provavelmente, a destinação mais apropriada para esse tipo de resíduo seja o tratamento conjunto com outros resíduos complexos, como os provenientes de produtos eletroeletrônicos, que também estão aumentando de forma considerável no mundo e necessitam ser tratados adequadamente para não contaminarem aterros sanitários ou poluírem o ar através da sua incineração (ZEVENHOVEN R.; SAEED L., 2002). Um dos caminhos alternativos é a reavaliação dos projetos de novos veículos na tentativa de reduzir as frações de difícil reciclagem ou substituí-las por materiais que possam ser reciclados sem maiores dificuldades. Ressalta-se, no entanto, que esse não é ainda o problema mais sério encontrado no processo de reciclagem de veículos, mas sim a falta de processos sistêmicos e padronizados de coleta e desmontagem de ELV's e a posterior classificação de componentes, tentando maximizar a reutilização e assim minimizar a quantidade de resíduos ASR. Para reduzir a quantidade gerada de resíduos ASR é importante que haja um trabalho conjunto entre os fabricantes de veículos, as empresas do setor de reciclagem, os centros de pesquisa e o poder público, e também o estabelecimento de metas de redução para os próximos anos.

A RECICLAGEM DE VEÍCULOS EM OUTROS PAÍSES

Atualmente, as únicas regiões do mundo que possuem regulamentação para aspectos importantes referentes à implementação de processos sistêmicos de reciclagem de veículos são a Comunidade Europeia, os Estados Unidos e o Japão. Nessas regiões estão as maiores frotas de veículos do mundo e por este motivo, há uma maior necessidade de implantação dos processos de reciclagem. Esse capítulo aborda os principais conceitos de reciclagem nestas três regiões.

Comunidade Europeia

Considerando todos os seus países membros e com uma frota atual de veículos de, aproximadamente, 238 milhões de unidades e uma projeção de ELV's que devem ser reciclados ou revalorizados de cerca de 14 milhões de unidades por ano, o que representa uma taxa anual de reciclagem de aproximadamente 5,9% da frota em circulação de veículos, a Comunidade Europeia possui algumas diretrizes para regulamentar a reciclagem de veículos. (FORTES R. G., 2008).

A Diretiva 2000/53/CE que trata da reciclagem de veículos foi aprovada pelo parlamento europeu em outubro de 2001. Essa diretiva exige que as montadoras europeias se responsabilizem pelo ciclo de vida dos seus veículos e estabelece metas de reciclagem a serem alcançadas. De acordo com essa diretiva, as montadoras devem incentivar e desenvolver o mercado de materiais reciclados junto com os fornecedores de matérias primas e componentes automotivos (autopeças) e também aumentar a valorização dos materiais reciclados (UK DEPARTMENT OF TRADE AND INDUSTRY, 2001).

Aumentar a valorização dos materiais reciclados é um aspecto muito importante dessa diretiva, pois atualmente o valor dos materiais reciclados de um ELV não supera 2% do valor do veículo novo e como esse valor é muito baixo, não há incentivo para o desenvolvimento industrial dos processos de reciclagem. A Diretiva 2000/53/CE estabeleceu datas e metas quantitativas para a reciclagem e valorização de materiais reciclados de ELV's.

- » Metas que seriam alcançadas até 1 de janeiro de 2006: 80% de reciclagem e reutilização dos ELV's e 85% de valorização total;
- » Metas a serem alcançadas até 1 de janeiro de 2015: 85% de reciclagem e reutilização dos ELV's e 95% de valorização total.

Além dessas metas globais, válidas para todos os países membros da Comunidade Europeia, vários países fazem outras recomendações adicionais às montadoras de veículos:

- » Reduzir a utilização de metais pesados nos veículos (chumbo, mercúrio, cádmio e cromo hexavalente);
- » Revisar os projetos veiculares para facilitar os processos de desmontagem, reciclagem e valorização de materiais;
- » Incentivar a aplicação de materiais reciclados nos projetos de novos veículos.

Um grande desafio no sentido de atender as metas de 2015 no âmbito da Comunidade Europeia é o percentual de 95% de valorização do veículo, pois para isto será necessário aumentar a reciclagem de componentes. Por outro lado, a diretiva permite também a valorização energética dos materiais, isto significa que parte dos materiais de difícil reciclagem, como, por exemplo, as frações de plásticos dos resíduos de fragmentação podem ser utilizadas como combustível em incineradores, sempre que o processo estiver em conformidade com as normas de emissões impostas pela Comunidade Europeia para esse tipo de aplicação. Entretanto, a diretiva limita o percentual de valorização que pode ser alcançado através do aproveitamento energético dos resíduos, que é de, no máximo 5% até 2006 e de no máximo 10% até 2015.

Sob o ponto de vista técnico, o aumento de valorização dos materiais pode também ser alcançado através de outros caminhos (FORTES R. G., 2008):

- » Valorização através de reciclagem mecânica: atualmente, essa é a forma mais comum de reciclar materiais plásticos, onde a qualidade do produto final depende diretamente da qualidade do produto que está sendo reciclado. Nesse tipo de valorização, os materiais são transformados em pellets, que podem ser reutilizados na fabricação de outros produtos. Esse processo é bastante empregado na reciclagem de termoplásticos, mas pode também ser aplicado na reciclagem de outros tipos de materiais plásticos.
- » Valorização através de reciclagem química: neste caso, os produtos químicos dos materiais a serem reciclados são recuperados e utilizados como matérias primas para a fabricação de novos materiais. Esse processo pode ser aplicado quase que exclusivamente na reciclagem de alguns materiais plásticos, de onde

são retirados produtos petroquímicos básicos, como os monômeros ou misturas de hidrocarbonetos, que são empregados na fabricação de novos produtos. Os dois métodos mais comuns para a reciclagem química de materiais plásticos são a despolimerização e a pirólise, que possibilitam a obtenção de produtos reciclados de alta qualidade, mas que possuem ainda um elevado custo, o que limita muito a valorização de materiais veiculares através deste procedimento.

» Valorização através de reutilização: essa é a forma mais simples e de menor custo para a valorização, onde as peças do veículo que ainda se encontram em bom estado podem ser reutilizadas em outros veículos. Esse tipo de valorização exige o controle das peças reutilizadas e a participação ativa dos fabricantes de peças novas no processo de valorização para regulamentar e padronizar os processos de comercialização destas peças. É importante ressaltar que, atualmente, muitos veículos são fabricados em alguns países e importados por outros, onde não existem fábricas de autopeças para estes veículos. Portanto, a comercialização de peças reutilizadas pode abrir novos mercados para muitos tipos de veículos.

Um conceito importante na Diretiva Europeia 2000/53/CE é o incentivo ao desenvolvimento de novos materiais e processos de menor impacto ambiental, estimulando a criação de novos negócios direcionados à reciclagem de veículos. Uma dificuldade inerente ao desenvolvimento destas novas áreas de negócio é a troca de informações entre fabricantes de materiais, fabricantes de componentes veiculares e montadoras relacionadas à reciclagem dos materiais utilizados e a sua aplicação nos diferentes componentes dos veículos. Essa troca de informações é imprescindível para o desenvolvimento de processos efetivos de reciclagem e também de materiais que causam menor impacto ambiental.

A Diretiva Europeia também define rotinas para o recolhimento dos veículos em fim de vida (ELV's), exigindo certificados de destruição dos veículos e os registros de baixa, e estabelece os requisitos básicos que os centros de reciclagem devem cumprir para evitar qualquer tipo de contaminação nas diferentes etapas do processo de reciclagem de veículos.

É importante considerar que, além destes aspectos relacionados com a melhoria do processo de reciclagem, as montadoras europeias estão também comprometidas com a redução das emissões de CO₂ de 164 gramas por litro de combustível para 120 gramas por litro de combustível até 2012, de acordo com as metas estabelecidas no Protocolo de Quioto.

Estados Unidos

Atualmente, são reciclados aproximadamente 14 milhões de veículos por ano nos Estados Unidos, sendo que a frota total de veículos do país é de aproximadamente 250 milhões. Isto significa que o percentual de veículos reciclados por ano está em torno de 5,6% da frota, valor muito semelhante ao percentual atingido na Comunidade Europeia (FORTES R. G., 2008).

Nos Estados Unidos não existe uma legislação nacional que trata sobre reciclagem de veículos. Existem, no entanto, diversas leis estaduais e municipais que introduzem alguns aspectos relacionados com esse tema. No nível nacional existe a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA – Environmental Protection Agency), que regulamenta os aspectos referentes à gestão de resíduos perigosos e também de aterros sanitários, além de estabelecer metas de reciclagem para diversos tipos de produtos. Existem também algumas leis de incentivo para a troca de veículos velhos por veículos novos menos poluentes, como, por exemplo, o programa de incentivo para reciclagem de veículos e redução de consumo de combustíveis, regulamentado pela lei NHTSA-2009-0120 (NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION – NHTSA, 2009), que prevê descontos para pessoas interessadas na troca de um veículo antigo por um novo, que consome menos combustível e conseqüentemente causa um menor impacto ambiental, desde que o fornecedor do novo veículo esteja formalmente inscrito no programa. Os descontos dados ao consumidor são subsidiados por verba pública, que é repassada para os fornecedores de veículos. Em contrapartida, os veículos antigos são recebidos pelo fornecedor que providencia os registros de baixa, retira os veículos de circulação e os encaminha para as instalações de reciclagem. Essa regulamentação está sob a administração do Departamento de Trânsito. É um programa temporário que irá durar enquanto existirem recursos públicos para a continuidade do programa. Esses recursos são aprovados pelo Congresso Nacional.

Outro fator importante nos Estados Unidos é a existência da Associação de Empresas de Reciclagem de Veículos (ARA – Automotive Recycling Association), que foi fundada em 1943 e, atualmente, tem mais de 1000 empresas associadas. Essa associação reúne empresas do setor de reciclagem de veículos e trabalha junto com os órgãos governamentais colaborando na elaboração de diretrizes e leis referentes à reciclagem de veículos.

Apesar de não haver leis tão restritivas como na Comunidade Europeia, os fabricantes de veículos dos Estados Unidos estão se adequando às normas

internacionais, já que possuem fábricas em quase todos os continentes. Atualmente, nos Estados Unidos, 95% dos veículos em fim de vida (ELV's) são encaminhados para as empresas de reciclagem e o percentual em peso de materiais reciclados por veículo é de aproximadamente 75%, ou seja, que 25% são ainda destinados como rejeito para os aterros sanitários ou, então, incinerados. Somente 30% dos materiais reciclados são novamente reaproveitados na indústria automobilística, em geral em produtos menos nobres do que os originais, exceto para o caso dos metais.

Japão

O balanço global da indústria automobilística no Japão mostra que em 2007 a frota total de veículos do país atingiu 79,5 milhões de unidades, sendo que 3,5 milhões foram reciclados, representando uma taxa de reciclagem de 4,4% da frota (KOJIMA M.,2008).

A lei que regulamenta a reciclagem de veículos no Japão foi promulgada em 2005 e prevê que o Japão iria atingir uma taxa de reciclagem de 50% do resíduo de fragmentação (ASR) até 2010 e de 70% até 2015, com a qual será alcançada a meta de 95% de reciclagem global dos ELV's. Esse é o mesmo valor estabelecido na diretiva da Comunidade Europeia para 2015.

O rápido crescimento da indústria automobilística japonesa nas décadas de 70 e 80 colocou um grande número de veículos nas estradas, que atingiram seu fim de vida 15 a 20 anos depois. Assim, na década de 90, ocorreram no Japão vários casos de disposição ilegal de resíduos de fragmentação de ELV's em diversos aterros sanitários do país, que começaram a ficar saturados, devido às limitações de espaço (KOJIMA M.,2008). Com isto, o custo de disposição de resíduos provenientes da reciclagem de veículos também começou a aumentar de forma significativa. Na tentativa de controlar esse problema, o governo japonês lançou uma série de medidas para regulamentar os processos de reciclagem e disposição de resíduos no país. Essas medidas foram adotadas para regulamentar os aspectos técnicos e também para promover uma mudança de comportamento da sociedade no que se refere à reciclagem de materiais e preservação do meio ambiente. Assim, a partir da década de 90 foram promulgadas diversas leis referentes à preservação do meio ambiente e em 2005 foi publicada uma lei específica para a reciclagem de veículos. Em linhas gerais, essas leis propõem as seguintes regulamentações:

- » Lei promovendo o uso de materiais reciclados (1991)
- » Lei incentivando a reciclagem de embalagens e containers (1995)

- » Lei incentivando a reciclagem de alguns aparelhos eletrodomésticos (1998)
- » Lei direcionada para o tratamento de resíduos contendo bifenil policlorado (2001)
- » Lei incentivando a reciclagem de resíduos de alimentos (2001)
- » Lei incentivando a reciclagem de resíduos provenientes da indústria de construção civil (2002)
- » Lei incentivando a reciclagem de veículos em fim de vida (ELV's) (2005)

Com essas leis, o governo japonês se preocupou não somente com a disposição dos resíduos provenientes da indústria automobilística, mas também com os resíduos gerados por outras indústrias, que causam um impacto significativo quando são destinados para os aterros sanitários, como é o caso, por exemplo, dos aparelhos eletrodomésticos e dos resíduos de alimentos e da construção civil.

A lei aprovada em 2005 pelo governo japonês, que incentiva a reciclagem de veículos em fim de vida prevê que o Japão iria atingir uma taxa de reciclagem de 50% do resíduo de fragmentação (ASR) até 2010 e de 70% até 2015. Com o valor previsto para 2015, o Japão alcançará a meta de 95% de reciclagem global dos ELV's, que é o mesmo valor estabelecido na diretiva da Comunidade Europeia para este mesmo ano. Essa lei define que:

- 1- Os fabricantes de veículos são obrigados a receber, tratar adequadamente e reciclar três itens específicos dos veículos por eles fabricados:
 - » Resíduos provenientes da fragmentação de ELV's (ASR)
 - » Airbags dos veículos
 - » Gases contendo clorofluorcarbonetos (CFC's) utilizados nos sistemas de ar condicionado e prejudiciais para a camada de ozônio.
- 2- Ao comprar um veículo novo, os proprietários de veículos (usuários) são obrigados a pagar uma taxa estabelecida pelo governo, que é destinada para a reciclagem dos três itens mencionados anteriormente (resíduos ASR, airbags e gases do sistema de ar condicionado). O valor da taxa é devolvido para o usuário no ato de venda ou troca do veículo velho por um novo.
- 3- Todas as empresas responsáveis por atividades de reciclagem de veículos (recepção de ELV's, desmontagem e classificação de componentes de ELV's, prensagem e fragmentação de carcaças de ELV's, incineradores, etc.) devem estar

oficialmente registradas no sistema de reciclagem de veículos do país e suas atividades devem ser aprovadas por órgãos competentes.

4- Todas as informações referentes aos fluxos de movimentação e transformação de materiais durante o processo de reciclagem devem ser fornecidas e controladas por um sistema WEB central, que é gerenciado e auditado pelo órgão público competente.

Em 2005, quando foi promulgada a lei que incentiva a reciclagem de ELV's, foi criado no Japão o Centro de Promoção de Reciclagem de Veículos ou JARC (Japan Automobile Recycling Promotion Center). Esse órgão é responsável pelo gerenciamento dos fundos gerados através do pagamento das taxas pelos usuários de veículos no ato da compra e também pelo gerenciamento do sistema de reciclagem de veículos como um todo, especialmente pelo sistema WEB central de informações de fluxos de reciclagem.

A lei que incentiva a reciclagem de veículos do Japão é a mais elaborada do mundo no que se refere à gestão do processo de reciclagem e envolve os responsáveis por três setores: os fabricantes de veículos (responsáveis pela reciclagem dos resíduos ASR, airbags e gases do sistema de ar condicionado), os usuários dos veículos (responsáveis pelo pagamento da taxa de reciclagem na compra de um veículo novo) e as empresas do setor de reciclagem (responsáveis pelas atividades de desmontagem, fragmentação, etc.), que devem estar devidamente registradas e certificadas. Todos esses setores são gerenciados globalmente pelo JARC, que audita e gerencia todas as informações do processo de reciclagem do país.

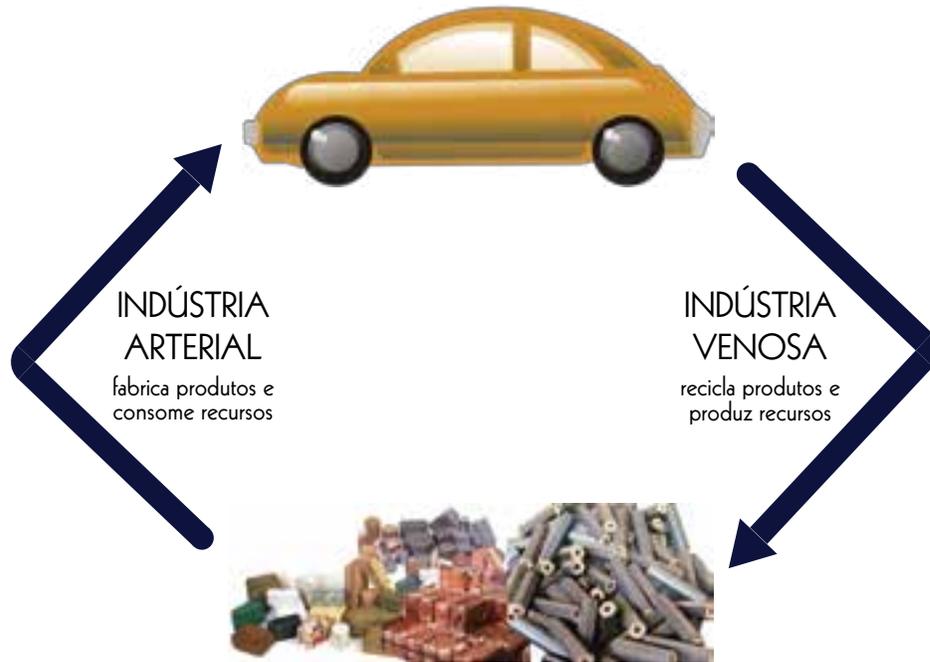
A aplicação da lei de reciclagem de ELV's no Japão obteve um grande sucesso na redução da disposição ilegal de resíduos ASR em aterros sanitários, como se observa nos dados mostrados a seguir.

Evolução da quantidade de veículos dispostos ilegalmente	
Ano	Quantidade de veículos
2004	218.000
2006	57.000
2009	15.000

A drástica redução na quantidade de veículos dispostos ilegalmente no Japão a partir de 2005 mostra a efetividade da lei de reciclagem de ELV's adotada pelo país. É importante ressaltar que a adoção dessa lei não causou reações negativas dos usuários de veículos por serem obrigados a pagar a taxa de reciclagem na compra de veículos novos e nem dos fabricantes de veículos, que foram responsabilizados pela reciclagem de resíduos de fragmentação de seus veículos (ASR), dos airbags e dos gases dos sistemas de ar condicionado. O que aconteceu foi justamente o contrário, pois a partir dessa lei surgiram várias organizações, que atuam diretamente apoiando o sistema de reciclagem instituído pelo país, como a JARP (Japan Auto-Recycling Partnership) que reúne fabricantes de veículos e empresas importadoras de veículos, a JAERA (Japan ELV Recyclers Association) e a RUM ALLIANCE, que reúne empresas de desmontagem de veículos em fim de vida útil, o RECYCLING CONSORTIUM, que reúne empresas de desmontagem de veículos, empresas de fragmentação de veículos e empresas siderúrgicas que reciclam aço nos seus processos.

Em 2007 foi criado o IREC (International Recycling Education Center), centro dedicado ao treinamento de técnicas e processos de reciclagem de veículos. Com o envolvimento de todas estas organizações, surgiu no Japão um novo conceito na reciclagem de veículos, denominado Indústria Venosa (IREC, 2010). Essa denominação surgiu através de uma analogia com o sistema circulatório humano, em que há um subsistema denominado arterial, cuja função é levar o sangue oxigenado nos pulmões para todas as células do corpo, para sua alimentação e sobrevivência (essa é a sua função). Depois o sangue retorna para os pulmões, carregado de CO₂, através do chamado sistema venoso. Neste conceito o sistema circulatório global é o processo industrial como um todo, onde são fabricados produtos através de processos de fabricação (denominada indústria arterial). Quando os produtos atingem seu fim de vida são novamente processados pela indústria de reciclagem (denominada indústria venosa), onde são novamente transformados em matérias primas. Esse conceito exemplifica a necessidade de gestão de todo o ciclo de vida de um produto, desde a sua fabricação até a eliminação após cumprir a sua função (vida útil). A necessidade da gestão sistêmica do ciclo de vida de veículos fez com que surgisse no Japão um novo ponto de vista para os veículos em fim de vida, o denominado conceito de mina urbana. Com esse conceito, o Japão está mostrando que todos os materiais presentes nos ELV's devem ser valorizados como se fosse uma mina em circulação nas cidades. Essa revalorização dos materiais obtidos através dos processos de reciclagem

permite fechar o ciclo do processo econômico industrial desenvolvido pelo homem, já que é possível agregar valor às matérias primas não somente através da indústria arterial (processos de fabricação), mas também através da indústria venosa (processos de reciclagem). A transformação de produtos, que estão no fim de vida útil, em matérias primas que podem ser empregadas na fabricação de novos produtos, sem gerar acúmulos de lixo no planeta e aproveitando ao máximo todos os recursos naturais disponíveis representa, sem dúvida, um valor inestimável para a sociedade.



Indústria Arterial e Indústria Venosa (IREC, 2010)

A FROTA BRASILEIRA DE VEÍCULOS

A produção em massa de veículos consome grande quantidade e variedade de matérias primas, além de um número significativo de mão de obra. O processo industrial necessita de muita energia e gera uma grande quantidade de resíduos sólidos e de efluentes líquidos e gasosos. A partir da década de 1970, a indústria automobilística se transformou no maior setor industrial do mundo. De acordo com a OICA (International Organization of Motor Vehicle Manufacturers, 2010), com sede em Paris (França), no mundo são fabricados mais de sessenta milhões de veículos por ano. O setor de produção de veículos é, sem dúvida, um dos mais importantes e de maior impacto na economia global, apresentando um faturamento total de dois trilhões de euros por ano. Além disso, é força motriz de inúmeros avanços científicos e tecnológicos, são investidos hoje cerca de oitenta e quatro bilhões de euros por ano em pesquisas voltadas para a fabricação de novos veículos.

Esses sessenta milhões de veículos que são produzidos no mundo são responsáveis pela geração de nove milhões de empregos diretos nas linhas de montagem e na produção de autopeças, de acordo com dados da OICA. Entretanto, na contramão desse desenvolvimento econômico segue o impacto ambiental dessa indústria. O elevado consumo de recursos não renováveis, como o petróleo, e a emissão de gases atmosféricos em larga escala por causa da circulação, vem tornando os veículos alvo de críticas pesadas na maioria dos países que possuem grandes frotas, mas, mesmo assim, esses impactos são ainda pequenos se comparados com os efeitos da extração de matérias primas para a produção dos veículos e também com os outros impactos originados nas diferentes fases do seu ciclo de vida. Até o momento, a esmagadora maioria dos investimentos do setor automotivo se concentra nos processos de fabricação, sendo que as outras etapas para se alcançar um ciclo industrial sustentável, como a manutenção durante a vida útil do veículo e a reciclagem são ainda pouco exploradas e contam com investimentos incipientes, principalmente no Brasil.

Já foi dito que vivemos hoje na era da mobilidade, e isso não é novidade, dado que os mercados não são mais limitados por distâncias físicas. O local de origem e o local de consumo de produtos são muito afastados sem que isso inviabilize a sua produção. Hoje é possível compramos peixes de regiões distantes, verduras e frutas exóticas produzidas em terras afastadas. Assim, produtos manufaturados são da mesma forma, fabricados em diferentes locais do planeta e montados em outros locais, com isso, sua distribuição é capaz de alcançar praticamente todos os países do mundo. E não é só o fluxo industrial e mercantil que se intensifica, mas também o fluxo de pessoas que passam a estudar e trabalhar em outros locais. Essas novas possibilidades que se abriram só foram possíveis graças ao desenvolvimento da capacidade de transporte

alcançado nos últimos noventa anos.

Desde a criação das primeiras linhas de montagem de veículos por Henry Ford em 1920, a indústria automobilística foi a principal responsável pelo desenvolvimento industrial e, a partir de 1970, transformou-se no setor industrial de maior faturamento do mundo. Se fosse comparada com o Produto Interno Bruto dos países, o faturamento da indústria automobilística seria hoje a sexta maior economia do mundo. E no que se refere à força de trabalho, representa hoje 5% de todos os empregos existentes no mundo, sem contar os empregos indiretos de outros setores como o siderúrgico, petroquímico, etc.

A evolução dos processos de fabricação de automóveis permitiu que ocorressem avanços significativos em outras áreas da economia. Vale mencionar, por exemplo, que o desenvolvimento de máquinas operatrizes, sistemas robotizados de produção e quase todo o avanço nas áreas de automação industrial foram originados no setor automobilístico. Houve também um grande avanço na área de materiais, com o desenvolvimento de novas ligas de aço mais resistentes, que permitiram o desenvolvimento das carrocerias atuais, que são mais leves e resistentes, e de novos materiais plásticos, que permitiram substituir, de forma adequada, ligas de aço e alumínio. Verifica-se, portanto, que a indústria automobilística contribuiu imensamente para o desenvolvimento tecnológico e para as vantagens socioeconômicas existentes atualmente.

Por outro lado, os impactos negativos da indústria automobilística são bastante significativos e não se limitam aos efeitos observados hoje no nosso clima, como o aquecimento global e a contaminação de fontes de água doce. Os maiores impactos ocorrem na extração exagerada de recursos naturais não renováveis (metais, petróleo, etc.) e no acúmulo de materiais descartados, quando os veículos atingem o final da sua vida útil.

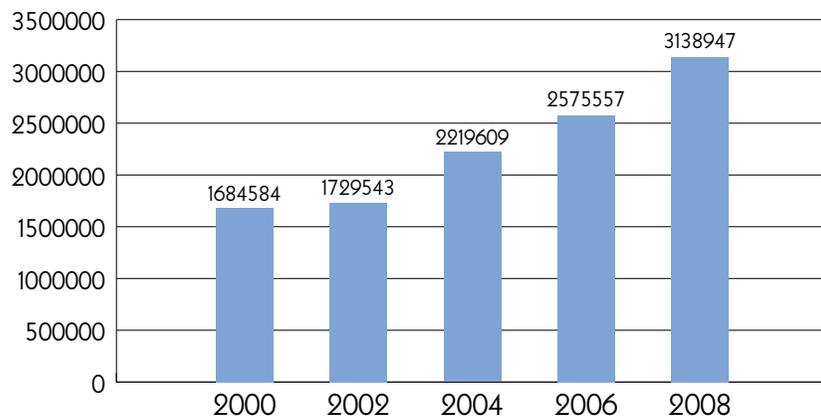
De acordo com Martin Melosi (2010), aproximadamente um terço de todos os impactos ambientais causados pela indústria automobilística ocorre antes dos veículos serem comercializados e utilizados. Ele cita estudos mostrando que a fabricação de um veículo produz 29 toneladas de resíduos e 922,8 milhões de metros cúbicos de ar poluído. Essa última cifra é pequena comparada com o volume de ar existente na atmosfera, de aproximadamente $23,74 \times 10^{12}$ milhões de metros cúbicos. O maior problema é que o número de veículos está aumentando muito rapidamente em todo o mundo. Atualmente, existem cerca de 800 milhões de veículos em circulação no mundo e a previsão é de que em aproximadamente 10 anos haverá cerca de um

bilhão de veículos. Considerando estes números, o fator de poluição do ar devido ao impacto dos veículos chegará a 0,096 % do ar atmosférico em aproximadamente uma década. Não é fácil avaliar quais serão as consequências deste nível de poluição para as pessoas, mas é necessário lembrar, que este tipo de alteração no meio ambiente, exige também alterações genéticas nos seres vivos para a sua adaptação às novas condições ambientais.

Informações sobre a frota de veículos

O crescimento da indústria automobilística no Brasil também acompanhou a tendência geral observada no mundo. Entre 2000 e 2008, a produção nacional de veículos quase duplicou o que pode ser visto na figura a seguir.

Número de veículos fabricados (2000-2008)



(ANFAVEA - Associação Nacional de Fabricantes de veículos Automotivos)

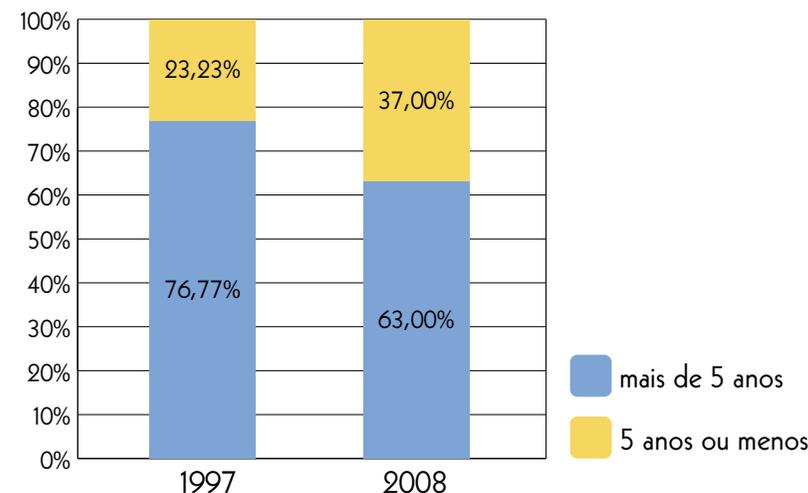
Esses dados fornecidos pela Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotivos (ANFAVEA, 2011) mostram o perfil de crescimento da indústria automobilística no Brasil nos últimos anos. A maioria dos veículos novos circula nas estradas das grandes cidades brasileiras, onde os usuários têm poder aquisitivo para adquirir estes produtos. Como nas grandes cidades há também veículos mais antigos em circulação, a frota resultante apresenta uma diferença de idade muito grande entre

os veículos.

A evolução na distribuição da idade dos veículos, de acordo com dados do Sindicato Independente de Fornecedores de Autopeças do Brasil (SINDIPEÇAS, 2011) é mostrada na próxima figura. Pode-se observar que apesar da renovação da frota verificada nos últimos anos no Brasil, existem ainda mais de 60% de veículos com idade acima de 5 anos circulando nas cidades, sendo que a maior parte destes veículos atinge idades superiores a 10 anos.

O aumento do número de veículos e a existência de uma frota com grande diferença de idade originam grandes congestionamentos no trânsito, o que pode ser observado nas fotografias mostradas a seguir, que registram situações de rotina em um grande centro urbano brasileiro.

Percentual da idade dos carros no Brasil



(Fonte: SINDIPEÇAS, 2011)

Grandes filas de veículos dentro das cidades, especialmente nos horários de pico, quando as pessoas saem cedo para seus locais de trabalho e também quando retornam para casa no final do expediente



A maioria das vias de acesso para os grandes centros urbanos fica também congestionada por causa da grande quantidade de veículos, onde automóveis e caminhões de carga disputam um lugar nas estradas





A imprudência e o desespero dos motoristas contribuem para a caótica situação nas estradas congestionadas das cidades

Outro problema que agrava a situação crítica do trânsito nos grandes centros urbanos brasileiros é a falta de manutenção dos veículos da frota. Paradas imprevistas de veículos velhos devido à falta de manutenção acabam interferindo na circulação dos veículos novos que, em geral, são mais rápidos e ainda não apresentam problemas de manutenção. Isto leva à necessidade de uma manutenção mais cuidadosa da frota, com serviços de melhor qualidade e que sejam predominantemente preventivos. Infelizmente, isto não é o que ocorre nas grandes cidades do Brasil, pois o balanço de 2009 da Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo (CET, 2009) mostra que o número de veículos quebrados cresce, em média, 20% ao ano. Dados de 2009 mostram que 18.777 veículos por mês apresentaram problemas mecânicos (45%), elétricos (17%), pneu furado (6%) e falta de combustível (1%). Nas ruas e avenidas de São Paulo 26 veículos quebram a cada hora. A maioria dessas panes poderia ser evitada se o motorista fizesse regularmente a revisão de seu veículo, de preferência, em uma oficina de confiança para checar itens de segurança, emissões e ruídos que comprometem o funcionamento do veículo, a segurança do ocupante e a qualidade do ambiente como um todo. Hoje, o motorista só leva o veículo para fazer manutenção quando este já apresenta algum defeito e, assim, o transtorno e a despesa são muito maiores. Além de mais segura, a manutenção preventiva apresenta um custo 30% menor do que a corretiva.

Estudo inédito realizado no Brasil mostra que 30% dos acidentes de trânsito são provocados por algum problema mecânico do veículo. Se os veículos estivessem em boas condições, seria possível diminuir o número de acidentes e também reduzir os congestionamentos (CASTRO D. E.; PINHEIRO M. A.; ALMEIDA H. A., 2008). A inspeção veicular periódica é fundamental para o controle da confiabilidade dos veículos. Infelizmente, até o momento não existe este tipo de inspeção na maioria dos estados brasileiros, o que agrava ainda mais a situação no trânsito das cidades e estradas do país.

O destino dos veículos em fim de vida

Como já foi dito anteriormente, a frota de veículos no Brasil praticamente duplicou na última década. Apesar da entrada em circulação de veículos novos, existe ainda um grande número de veículos velhos circulando nas cidades e estradas do país. De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), 84% da população brasileira vive em áreas urbanas. A concentração da população nessas áreas acentuou ainda mais o número de veículos nos grandes centros urbanos e, com isso, uma das consequências foi o aumento crescente do número de acidentes nas zonas urbanas, como mostra a tabela abaixo, obtida a

NÚMERO DE ACIDENTES COM VÍTIMAS			
Brasil	Total geral	Em rodovias	Em zonas urbanas
1999	376.589	31.208	82.383
2000	286.994	38.190	179.594
2001	307.287	49.545	238.132
2002	251.876	55.622	191.745
2003	333.689	46.768	223.692
2004	348.583	55.700	248.024
2005	383.371	63.037	313.101
2006	320.333	49.035	245.350

Fonte: DENATRAN

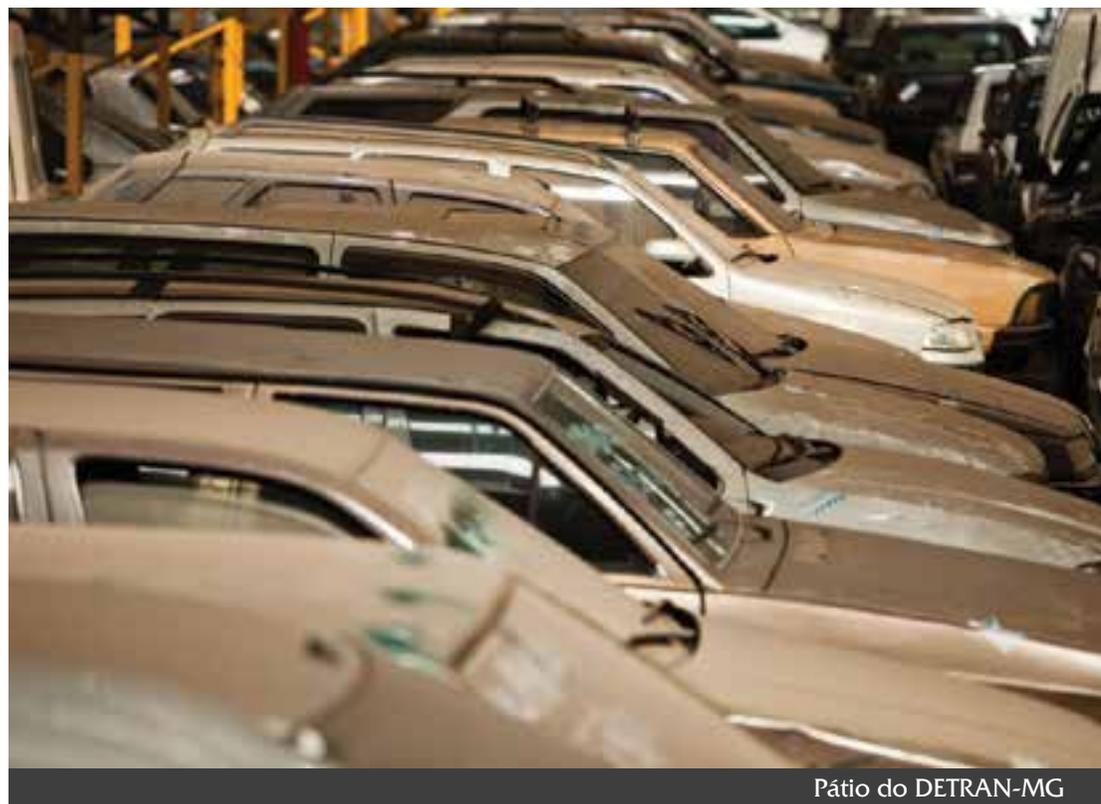
partir de dados fornecidos pelo Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN, 2011)

Existe uma diferença entre o total geral de acidentes mostrado na tabela e a soma dos acidentes ocorridos nas rodovias e na zona urbana e a causa disso é a falta de informações nos registros dos acidentes. Pode-se observar que o número de acidentes em zonas urbanas praticamente triplicou no período de 1999 a 2006 e os acidentes em rodovias aumentaram 60% neste período, ou seja, proporcionalmente os acidentes em áreas urbanas vêm crescendo muito mais rapidamente do que nas rodovias.

Os carros envolvidos em acidentes ou infrações de trânsito são apreendidos e encaminhados para os DETRAN's (Departamentos de Trânsito) de cada município, que possuem um ou mais pátios destinados à guarda desses veículos. Quando um veículo é apreendido, a sua guarda passa a ser de competência do DETRAN e para

reaver o veículo, o usuário precisa arcar com uma tarifa de reboque, com uma tarifa por dia de estadia do veículo no pátio do DETRAN e ainda com a multa correspondente à infração de trânsito por ele cometida. Após quitar todas as dívidas para a liberação do veículo, o proprietário deve ainda se dirigir à Circunscrição Regional de Trânsito (CIRETRAN) ou Posto de Atendimento Veicular (PAV) mais próximo e solicitar o alvará de liberação, que deve ser apresentado ao pátio do DETRAN para a retirada do veículo.

Em geral, a soma de todas as tarifas e custos decorrentes deste processo, além da burocracia atrelada à liberação do veículo, faz com que muitos proprietários não retirem seus veículos dos pátios do DETRAN. De acordo com o Código Nacional de Trânsito, se o veículo não for retirado do pátio, em até 90 dias, ele será leiloado. No entanto, como os leilões, em geral, não acontecem com a frequência necessária e existem também outras providências a serem tomadas antes dos leilões, como por exemplo, notificação ao proprietário dando ainda uma oportunidade para que este recupere o seu veículo e vistoria das condições do veículo, caso ocorra mesmo o leilão, os veículos acabam permanecendo durante um longo tempo nos pátios credenciados do DETRAN. Nesses pátios, os veículos estão, na sua maioria, expostos a céu aberto e, às vezes, amontoados, e acabam transformando-se em ELV's. Com isso, os pátios do DETRAN tornam-se verdadeiras áreas de armazenamento de sucatas, com a possível existência de focos de dengue, ratos, e outros animais, que ao longo do tempo colocam em risco a saúde dos vizinhos e do próprio pessoal que trabalha nos pátios.



Pátio do DETRAN-MG





Por ficarem muito tempo abandonados nos depósitos, mesmo os veículos em bom estado transformam-se em ELV's

Os pátios do DETRAN tornam-se verdadeiras áreas de armazenamento de sucatas



Desmanche ilegal de veículos

Quando se trata do tema de reciclagem de veículos no Brasil, é importante mencionar o aumento significativo de roubos e desmanches ilegais de veículos para a retirada de peças, que são comercializadas ilegalmente no mercado paralelo ou utilizadas para outros tipos de crimes. As próprias companhias de seguros alertam para a grande quantidade de fraudes envolvendo veículos, que está atingindo um nível crítico, não só pelo elevado prejuízo acumulado, estimado em aproximadamente cinco bilhões de reais, mas especialmente pelo aumento da violência no país (LUMASEGUROS, 2012). As fraudes relacionadas aos seguros de veículos representam aproximadamente 5% do total de fraudes neste mercado e a ação criminosa assume proporções muito sérias, pois está vinculada à proliferação de desmanches ilegais e à prática de furtos e roubos, originando muitas vezes vítimas fatais. Quase sempre, a fraude está associada ao furto e roubo de veículos, normalmente seguida do seu desmanche e venda irregular do veículo ou das suas peças no Brasil ou em alguns países vizinhos, como Paraguai ou Bolívia. Outra opção é a transformação do veículo roubado em *dublê* e, nesse caso, o veículo recebe as placas clonadas de um veículo similar.

De acordo com a DIVECAE - Divisão de Investigações sobre Furtos e Roubos de Veículos e Cargas do DEIC – Diretoria Estadual de Investigações Criminais, no Brasil 371.759 veículos por ano são furtados ou roubados, sendo que, deste total, cerca de 50% são recuperados. Os outros 176.371 veículos desaparecem. Na cidade de São Paulo, a frequência de furto é de 1,9%, o que significa que para cada 100 veículos que estão segurados, 1,9 são roubados ou furtados. No ABC Paulista esse valor sobe para 3 a 4%, e é onde ocorre a maior frequência de furto de veículos do país.

Normalmente, os veículos roubados são encaminhados para os locais de desmanche. As peças em bom estado são adulteradas para eliminação dos sinais de identificação e, então, comercializadas em ferros-velhos, lojas de autopeças ou ainda utilizadas em carros batidos ou que estão em péssimo estado de conservação, somente para o aproveitamento dos seus números do chassi. (JORNAL BAND, 2011).

A SITUAÇÃO DOS VEÍCULOS DE TRANSPORTE DE CARGA NO BRASIL

Vinicius Ladeira Marques de Sousa

É sabido que na matriz de transporte de carga brasileira o modal rodoviário possui papel de grande destaque. De acordo com o estudo realizado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2012), no qual foram compilados e atualizados os dados da extinta Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes – GEIPOT (inicialmente, Grupo de Estudos para a Integração da Política de Transportes), o setor rodoviário responde atualmente por 56,8% do transporte de cargas, o ferroviário por 25%, o aquaviário por 18,1% e o aéreo por 0,1%. Apesar do setor rodoviário experimentar historicamente um decréscimo percentual na participação da matriz modal (ainda que tenha ocorrido crescimento absoluto da frota), tais números revelam uma grande diferenciação, se comparada a matriz de transporte nacional às de outros países com extensões territoriais semelhantes.

A consequência das deficiências nas políticas públicas de transporte, aliada a fatores históricos nacionais, como a grande instabilidade financeira e as altas taxas de inflação vividas nas décadas de grande avanço na infraestrutura do setor, entre 1950 e 1970, reflete-se atualmente em um sistema de transporte pouco eficiente e com custos logísticos elevados.

Além dos problemas de eficiência e de custo operacional, o transporte enfrenta ainda dificuldades na composição de estatísticas que propiciem a qualidade no planejamento das políticas públicas. Há escassez de números oficiais que determinem a real situação em que se encontra o setor. Tratando-se especificamente do transporte rodoviário, o simples trabalho de se determinar o tamanho e a idade da frota de veículos de carga, necessariamente, deve ser realizado assumindo algumas hipóteses. Documentos oficiais do governo federal, especificamente o 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Rodoviários, do Ministério do Meio Ambiente (2011, pág. 24), apontam essa dificuldade.

O Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) possui um banco de dados com informações dos veículos registrados no país. Porém não há distinção entre veículos que permanecem em circulação e os que já deixaram de circular por algum motivo. Apesar da riqueza de detalhes da base de dados do DENATRAN, ela não contabiliza um dado extremamente importante: o sucateamento natural dos veículos, mostrando, assim, uma frota distorcida da realidade. Na produção da indústria automobilística, os números de licenciamento quantificam tão somente os veículos que ingressam na frota. No inventário de emissões citado anteriormente, a frota foi estimada a partir da aplicação de curvas de sucateamento dos veículos novos comercializados no mercado nacional.

Nos estudos realizados pela Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2009) foram considerados números do Registro Nacional dos Transportadores

Rodoviários de Carga (RNTRC). Trata-se de um banco de dados mantido pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), no qual empresas de transporte rodoviário de cargas, cooperativas de transporte de cargas e os transportadores autônomos de cargas que praticam atividade econômica de transporte rodoviário de cargas no Brasil, por conta de terceiros e mediante remuneração, são obrigados a se registrar. Por reunir informações atualizadas da atividade econômica, e por mostrar a realidade do transporte, os dados do RNTRC serviram de base para a caracterização da frota existente, efetivamente em circulação. Não são incluídas no citado banco de dados, as frotas próprias, isto é, frotas de empresas cuja atividade-fim não seja a do transporte remunerado.

A frota nacional de caminhões mostra-se bastante envelhecida. Dados colhidos em 2009, com base no RNTRC, demonstram que quase a metade da frota cadastrada (45%) tem mais de 20 anos de uso. Considerando-se a frota com mais de três décadas, o percentual é de 20% (AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES, 2009).

Atualmente, a frota de caminhões indicada pela ANTT é formada por cerca de 1,5 milhão de caminhões, incluindo leves, médios e pesados. A agência aponta que a idade média geral é de 12,8 anos e que os veículos pertencentes aos transportadores autônomos têm em torno de 18,4 anos (AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES, 2011). Admite-se que haja um elevado número de veículos antigos ainda não registrados pela ANTT, devido, principalmente, a características de trabalho, tais como viagens curtas em zonas periféricas das grandes cidades e fora do alcance da fiscalização da Polícia Rodoviária Federal ou da própria ANTT.

O 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Rodoviários, do Ministério do Meio Ambiente (2011), fez uma projeção de crescimento da frota de veículos diesel no Brasil utilizando-se da taxa de crescimento anual nas vendas de veículos até 2020. Para uma projeção satisfatória, e para não incorrer no mesmo erro dos números apresentados pelo DENATRAN, há que se considerar ainda um sucateamento natural dos veículos. Tais premissas foram adotadas para demonstrar que somente a frota de caminhões pesados tende a dobrar em menos de uma década, passando de cerca de 640 mil caminhões para algo em torno de 1,2 milhão de veículos (BRASIL- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE-MMA, 2011, Anexo D pág. 82). Isso demonstra que os desafios para a promoção da gestão da frota de veículos de carga no Brasil são grandes.

Apesar do transporte rodoviário desempenhar papel relevante no desenvolvimento econômico do país, traz consigo a marca de ser um grande poluidor. Aliado à poluição,

os veículos do transporte de carga também são vistos como vilões nas grandes cidades brasileiras por causarem grandes dificuldades na mobilidade urbana.

Nesse contexto, há no Brasil um enorme potencial para se promover políticas públicas que pensem no ciclo de vida dos veículos dedicados ao transporte de cargas, promovendo a renovação da frota com a consequente reciclagem dos veículos.

Os benefícios de um movimento coordenado nesse sentido seriam grandes: ganhos operacionais do transporte, relacionados à melhoria do desempenho das movimentações; maior segurança do trânsito, diminuindo custos previdenciários e da rede de saúde; gestão mais eficiente da frota e de insumos; ganhos ambientais, tanto na utilização de frota equipada com motorizações mais eficientes e de baixas emissões, quanto na reutilização de materiais reciclados, evitando maior exploração da mineração e indústria petrolífera.

São também importantes os benefícios sociais, a melhoria da qualidade de vida da população, da saúde pública e da mobilidade urbana, a redução de acidentes (uma vez que os veículos velhos estão mais propensos a se envolverem em acidentes) e a manutenção e geração de novos empregos pelo fortalecimento da indústria da reciclagem. Também seriam proporcionados ganhos econômicos com o aquecimento da economia, tanto na produção de novos veículos, quanto na movimentação de bens da indústria da reciclagem.

Vive-se no Brasil um momento econômico e político bastante propício. O Plano Nacional sobre Mudança do Clima, (BRASIL-COMITÊ INTERMINISTERIAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA, 2008) a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL- Lei nº 12.305, 2010) e o Plano Nacional de Eficiência Energética (BRASIL- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME, 2011) são exemplos de iniciativas do governo federal que devem ser vistas de forma integrada para fomentar a reciclagem dos veículos no país e impulsionar a economia nacional.

A reciclagem deve ser encarada como uma rotina necessária para fechar o ciclo de vida dos veículos e promover, ao mesmo tempo, a continuidade da produção industrial de forma sustentável.

A necessidade da reciclagem da frota

A maior parte dos veículos antigos de carga se concentra nas mãos dos caminhoneiros autônomos. A criação de mecanismos que permitam que esses trabalhadores tenham acesso a veículos mais novos é urgente e necessária em um país em crescimento como o Brasil. Entretanto, promover somente a entrada de caminhões no sistema de transporte não resolve o problema da frota antiga; ao contrário, causaria problemas maiores. É importante enfatizar que a retirada dos veículos velhos de circulação, por meio do sucateamento e reciclagem, é fundamental, sob pena de se agravarem os problemas ambientais pelo aumento deliberado da frota de veículos de carga.

A Confederação Nacional do Transporte elaborou em 2009 o Plano Nacional de Renovação de Frota de Caminhões, denominado RenovAR, (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, 2009) que contempla também a reciclagem dos veículos a serem retirados de circulação.

Conforme sugere o RenovAR, o governo federal precisará organizar e monitorar uma rede de recepção e tratamento adequado dos veículos em fim de vida. A proposta apresentada baseia-se nos mecanismos de reciclagem de veículos já existentes no mundo, como é o caso do Japão. Caminhões velhos seriam entregues em centros de recepção, onde ficariam armazenados até serem direcionados aos centros de reciclagem. Eventualmente, um centro de recepção pode ser também um centro de reciclagem, de acordo com a melhor solução logística.

Os centros de reciclagem são instalações nas quais os veículos velhos são tratados de forma ambientalmente correta, sendo submetidos a operações de descontaminação. Essa operação consiste na remoção dos componentes considerados perigosos, como o tanque de combustível, a bateria e os fluidos (óleos lubrificantes, óleos hidráulicos, líquido de arrefecimento, gás do ar-condicionado etc.).

Ao se pensar nos processos de reciclagem, eles permitirão que seja dada a destinação correta para os materiais, evitando diversos danos ambientais. Atualmente, muitos veículos que saem de circulação permanecem depositados inadequadamente em ferros-velhos ou em outros locais de despejo, como os pátios dos Departamentos Estaduais de Trânsito.

Além do desperdício de elevado volume de matéria-prima, que poderia estar sendo reaproveitada, a disposição inadequada dos veículos em fim de vida traz o risco de contaminação do solo e da água. Óleos lubrificantes descartados de forma não apropriada, baterias e outros componentes são altamente nocivos ao meio ambiente.

Importante considerar ainda o agravamento na disseminação de doenças, como a dengue, devido ao acúmulo de água em pneus e outras peças dos caminhões velhos. Os benefícios da renovação da frota e da reciclagem de caminhões ultrapassam a questão da destinação ambientalmente adequada para a sucata.

As operações para promover a reciclagem englobam a remoção de diversos componentes dos veículos que podem ser reciclados, como pneus, vidros, materiais plásticos, entre outros. Os materiais ferrosos dos veículos velhos desmontados seriam, então, encaminhados às siderúrgicas, como matéria-prima para o processamento do aço.

O Brasil possui iniciativas e cadeias produtivas de alguns insumos em fim de vida. Ainda que modestas, em alguns casos, há ações de reciclagem de pneus, baterias e óleos lubrificantes. Torna-se necessário, então, reunir essas cadeias de geração de matéria-prima em uma rede de reciclagem organizada e monitorada pelo poder público, para que essa indústria ganhe em escala e potencialize seus benefícios.

Quase a totalidade dos materiais utilizados na fabricação dos caminhões pode ser reciclada. O aço, que representa cerca de 85% do peso de um caminhão, talvez seja o mais significativo insumo a se considerar (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, 2009 ANEXO B pág. 48). Para tanto, a indústria siderúrgica precisa necessariamente participar do processo de elaboração da cadeia. Sabe-se que a economia de energia elétrica para a produção do aço oriundo de sucata é 2/3 menor do que a produção através do minério de ferro. Apenas esse fato já é grande motivador para a promoção da reciclagem do material ferroso dos veículos em fim de vida. Os ganhos indiretos com a reciclagem também são bastante significativos.

Grandes também são os desafios na logística da reciclagem. Considerando um país de dimensões realmente continentais como o Brasil, o transporte de materiais para reciclagem pode, por si, inviabilizar economicamente o processo. Por esse motivo, a participação do poder público é fundamental. Incentivos fiscais e outros mecanismos de benefícios podem e devem ser aplicados para fazer com que a atividade seja economicamente atraente para investimentos da iniciativa privada.

Renovar a frota brasileira de caminhões e reciclar a sucata, dando a destinação adequada para os componentes dos caminhões velhos, é necessário e urgente no país em crescimento.

Um projeto piloto brasileiro

Na visão apresentada no RenovAR, a implantação de um sistema de renovação e reciclagem de veículos no Brasil depende da existência de um projeto piloto. Nesse sentido, as cidades portuárias possuem grande potencial para ser o início desse importante processo.

Há estimativas de que, só no Porto de Santos, o transporte de cargas de containers da área portuária rumo à cidade seja feito por 5 mil caminhões, dos quais 90% têm mais de 30 anos de uso (GUIMARÃES A., 2012). Os benefícios de uma renovação de frota portuária estariam fortemente ligados à eficiência logística e à melhoria da qualidade do ar nessas regiões, já que são frotas cuja operação ocorre de forma bastante concentrada.

A implantação de um projeto piloto, que permita a renovação e a reciclagem de caminhões no Brasil, trará inúmeros benefícios, sendo o principal deles o fortalecimento do tema de reciclagem e a demonstração de que esta atividade é realmente possível no país.

Caminhões velhos possuem tecnologias ultrapassadas e contribuem para a maior poluição do ar. Há estimativas de que os caminhões produzidos até 1993 cheguem a emitir entre 80% e 90% mais poluentes do que aqueles mais novos, com tecnologias mais avançadas (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, 2009, pág. 14). Em 1993 teve início o controle de emissão para veículos do transporte de cargas no Brasil, com base nas determinações do Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE).

Os caminhões antigos também estão mais propensos à ocorrência de defeitos mecânicos e, geralmente, muitos congestionamentos das cidades estão associados aos veículos antigos, parados em vias públicas. A maior probabilidade de ocorrência de defeitos mecânicos eleva o risco de acidentes. Renovar a frota de veículos pesados é deixar o Brasil alinhado com uma postura em prol da sustentabilidade, da segurança veicular e da qualidade da mobilidade de suas cidades.

A instituição de centros de recepção e/ou de reciclagem poderá também gerar benefícios econômicos. Em países como o México, que já implantaram projetos de renovação de frota, os centros de reciclagem geram empregos diretos e indiretos.

E se hoje a frota de caminhões no Brasil já ultrapassa 1,5 milhão de unidades, o crescimento das vendas de veículos pesados nos últimos anos e as projeções para os próximos também justificam a necessidade de se implantar urgentemente um projeto

que permita a renovação e a reciclagem.

A renovação de frota e a reciclagem de caminhões são primordiais para o maior desenvolvimento do Brasil, em diversos sentidos. Mas para que as propostas possam de fato sair do papel, é necessário que o poder público e a iniciativa privada trabalhem juntos, com o objetivo de implementar ações eficientes. Na proposta de renovação e reciclagem da frota de caminhões, ganham o consumidor final, a indústria, o governo e principalmente, a sociedade.

ASPECTOS LEGAIS NOS PROCESSOS DE RECICLAGEM

Amanda Gonçalves Bovolenta

Falar em reciclagem de veículos não se limita a apontar apenas uma legislação que trate do tema. A reciclagem de veículos é resultante de vários processos que se entrelaçam e que vão desde a preocupação com a sustentabilidade, a formação de um “mercado” de reciclagem, passando também por todo o escopo legal responsável por conformá-la e sustentá-la.

Nesse sentido, esse capítulo tratará basicamente da legislação brasileira relacionada ao tema, não se limitando apenas a anotá-la, mas, sobretudo, comentando o que existe de pertinente acerca do tema e o que ainda está em tramitação.

Para um melhor entendimento do escopo legal necessário para se estruturar a reciclagem de veículos, é importante que o processo seja pensado levando-se em conta algumas etapas, que, aqui, especificamente, serão três.

- » A primeira etapa diz respeito à origem ou procedência do veículo, ou seja, qual veículo deve chegar ao centro de reciclagem, de que forma deve ser dada a baixa desse veículo, entre outros.
- » A segunda etapa abarca o próprio processo empregado na reciclagem de veículos e seus vários procedimentos, e engloba a normatização necessária para que o processo seja feito em conformidade com os requisitos de qualidade necessários para o descarte, a desmontagem, a trituração, a separação e seleção de peças para reuso ou outros procedimentos que forem necessários.
- » A terceira etapa se concretiza após aquela que é efetuada no interior do centro de reciclagem e se relaciona basicamente com a regulação daquilo que é advindo da segunda etapa, ou seja, a regulação do produto resultante do processo efetuado anteriormente.

Importante ressaltar, que essas etapas muitas vezes se relacionam, como veremos adiante e uma mesma legislação pode, por exemplo, abarcar um procedimento realizado no centro de reciclagem e ao mesmo tempo definir como o produto desse mesmo procedimento deverá chegar ao consumidor, como é o caso de um produto que, de acordo com a legislação possa ser reusado ou reaproveitado caso preencha os parâmetros de avaliação de conformidade a eles relacionados.

A divisão acima colocada é, portanto, uma forma de visualizar todo o contexto em que se dá a reciclagem de veículos, o qual requer toda uma legislação que o regule.

O Brasil e a reciclagem de veículos

Atualmente, o Brasil ocupa posição destacada no mercado automotivo global, segundo o ranking da OICA (International Organization of Motor Vehicle Manufacturers) ocupa o 5º lugar na produção total de veículos, atrás apenas da China (18,2 milhões), Japão (9,6 milhões), Estados Unidos (7,8 milhões) e Coreia do Sul (4,3 milhões) e a previsão é de que até 2016 o Brasil possa vir a ocupar a quarta ou até mesmo a terceira posição. Embora alguns avanços tenham sido observados nos últimos anos, existem ainda alguns desafios no caminho a ser percorrido.

Será analisada, a partir de agora, a legislação no Brasil, tanto a já existente quanto aquela que ainda tramita, mas que é pertinente às etapas anteriormente colocadas.

Inicialmente, já existe um desafio a ser superado, tendo em vista que a baixa de veículos no Brasil é lenta, possui algumas dificuldades e brechas que muitas vezes facilitam a volta à circulação de veículos que não deveriam fazê-la, como foi mostrado em outros capítulos do livro.

Prevista no artigo nº 126 da Lei nº 9.503 de 23 de setembro de 1997 do Código de Trânsito Brasileiro é regulada por outros dispositivos infralegais, como a Resolução nº 011/98 do CONTRAN que foi a primeira a regular o tema, seguida pela resolução nº 113/2000 que a modificou juntamente Resolução n.º 179/05 do CONTRAN.

Os documentos e as partes dos veículos que contém os números de placa e registro VIN (número de identificação no chassi do veículo) são recolhidos e destruídos e o desmonte deve ser feito em entidade credenciada pelos órgãos estaduais de trânsito, os DETRANs.

Todavia, como nos casos de acidentes com perda total, caso possua seguro, o proprietário entrega o veículo à seguradora em procedimento idêntico a uma venda, com a promessa de que o veículo será baixado e entregue ao desmanche. No entanto, na maioria das vezes, os veículos não são sucateados, e sim vendidos e revendidos a terceiros e colocados novamente em circulação, como no caso de veículos danificados por enchentes.

O Código de Trânsito Brasileiro (CTB) ainda obriga que o estabelecimento de desmonte de veículos mantenha registro de suas operações para que a movimentação seja conferida juntamente aos registros dos órgãos de trânsito estaduais. Como não há fiscalização e tampouco uma maior regulação acerca da comercialização dos produtos do desmonte, essa conferência dificilmente ocorre.

Há, portanto, uma legislação pouco efetiva para a baixa de veículos e a partir da

baixa, a atividade de comercialização das autopeças provenientes do desmonte não é regulada suficientemente, portanto, pode-se baixar um veículo e desmontá-lo, mas a comercialização do produto do desmonte encontra-se em uma região de penumbra, à margem da lei, embora exista.

Regular o desmonte de veículos e as etapas posteriores a esse processo é essencial e alguns projetos de lei já buscaram e ainda buscam alcançar esse objetivo, fundamental para que possa ocorrer a reciclagem de veículos de forma legalizada e parametrizada.

Neste sentido, cabe lembrar que a chamada Lei do Desmanche (Projeto de Lei do Senado nº 345/2007), que daria forte impulso à reciclagem de veículos, por regularizar o desmonte, recebeu o veto presidencial em 2011. Apesar do longo processo, envolvendo vários setores relacionados, o veto foi justificado em razão da ausência de critérios satisfatórios para regular, com segurança, a comercialização de autopeças usadas. Nessa época, o veto foi bastante criticado por não ter apresentado texto substitutivo ao projeto original e por ignorar o tamanho do mercado paralelo de autopeças usadas.

A ausência de regulação para o desmonte de veículos aliada à dificuldade de baixa na legislação brasileira configuram, como colocado, um ambiente favorável para o mercado paralelo de autopeças usadas e, a própria existência desse mercado paralelo, contribui de forma significativa para o aumento de roubo de veículos, o desmanche clandestino e a circulação dos veículos denominados "salvados". Em países como a Argentina, por exemplo, a regulamentação do desmonte de veículos ajudou a diminuir os roubos e consequentemente a baratear o custo de seguros dos veículos naquele país.

Do cenário acima colocado, advém a necessidade de regulação que inclua tanto a baixa de veículos quanto o desmanche, incluindo os parâmetros para a classificação e comercialização de autopeças usadas. Esses são itens fundamentais para as três etapas do processo, por abarcarem desde a disponibilização do veículo para reciclagem, até o que poderá ser comercializado após o desmanche.

Algumas regulações em tramitação e implementação podem vir a contribuir para a futura consolidação de um regime de reciclagem de veículos no Brasil.

Um novo projeto de Lei, em tramitação no Senado (PLS nº 617 de 2011) busca disciplinar o funcionamento de empresas de desmontagem de veículos automotores terrestres e dentre outras providências propõe regulação ao desmonte de veículos estabelecendo critérios de comercialização, creditação, sistema de informações e rastreamento de autopeças comercializadas após o desmonte, incluindo punições caso haja descumprimento das regras previstas. Elaborado a partir de intenso diálogo entre

o setor público e alguns interessados do setor privado, o projeto visa principalmente preencher as lacunas do anterior, que, como colocado pelo veto presidencial, não previa requisitos seguros para a comercialização dos produtos oriundos do desmonte.

O Projeto de Lei também prescreve que todo o processo deverá observar a Lei nº 12.305 de 02 de Agosto de 2010 e o Decreto nº 7.404 de 23 de Dezembro de 2010, conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos, que será analisada adiante.

Em se tratando de parâmetros para a comercialização de autopeças usadas, cabe destacar também os avanços do INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia), autarquia ligada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), responsável pela metrologia e avaliação de conformidade dos produtos e serviços do mercado brasileiro.

Até recentemente, a certificação de autopeças no Brasil somente era feita pelas montadoras junto aos seus respectivos fornecedores, ou seja, os próprios fabricantes de automóveis estabeleciam parâmetros para a aquisição de autopeças. Tal contexto dificultava a padronização de avaliação de conformidade de autopeças, já que cada fabricante estabelecia seus próprios critérios.

O INMETRO iniciou recentemente o processo de certificação de autopeças através da Portaria nº 445 que prevê a certificação de rodas de aço, abrindo ainda consulta pública para a certificação de lâmpadas, terminais de direção, pistões de liga leve, entre outros. Embora ainda incipiente o número de componentes a serem certificados, a iniciativa representa um passo inicial importante para a normatização e comercialização de autopeças usadas e a perspectiva é de incluir gradativamente mais itens.

A inspeção técnica veicular também é uma das medidas que poderia contribuir para o estabelecimento da reciclagem de veículos no Brasil. Prevista na Lei no artigo 104 do denominado Código de Trânsito Brasileiro e na Resolução CONTRAN nº 84/98 atualmente com sua vigência suspensa, a inspeção ainda não é realizada na maioria dos estados brasileiros. A implantação da inspeção veicular obrigatória em todo o território nacional auxiliaria no controle da frota circulante, facilitando a identificação dos veículos que não se encontrem em condições de circular. Embora alguns estados já realizem o procedimento, a implantação da inspeção em todo o território nacional, é requisito para que, no futuro, qualquer programa de reciclagem que seja implantado obtenha êxito, já que a inspeção apenas em alguns estados pode ocasionar a transferência de veículos sem condições de circular, para outros estados da federação, ramificando o problema sem resolvê-lo.

Outras iniciativas de destaque

Recentemente foi aprovado um novo Processo Produtivo Básico (PPB) para a Zona Franca de Manaus relacionado a temas que incluem a reciclagem de veículos. A iniciativa busca incentivar a reciclagem de resíduos sólidos naquela região: resíduos processados metálicos, plásticos, madeira, papelão, vidro e poliestireno expansível. A Portaria Interministerial nº 4 de 13 de Janeiro de 2012, assinada pelo Ministério de Ciência e Tecnologia (MCIT) juntamente ao MDIC define os procedimentos básicos necessários por empresas instaladas naquela zona franca que queiram usufruir dos incentivos fiscais ali proporcionados.

Tal iniciativa pode facilitar o processo de interiorização da reciclagem em geral, já que a maioria dos centros de reciclagem se encontra localizada na região sudeste do país e, além disso, contribuir também para um futuro programa de reciclagem de veículos, já que a tendência observada na frota brasileira de veículos é de interiorizar-se conforme aumenta sua vida útil.

Além disso, a medida visa estimular a redução de custos para as fabricantes de motocicletas da região, tendo em vista que o alumínio, empregado na fabricação de tanques de combustíveis, é um dos produtos que é processado e beneficiado por indústrias da região e revendido aos fabricantes.

Não obstante, o novo PPB também servirá como indutor do processo de logística reversa na região¹.

Tramita no Senado o Projeto de Lei nº 8005 de 2010 que teve sua origem no projeto de nº 457 de 2009 e tenta estabelecer a responsabilidade compartilhada no que tange aos vidros automotivos, tanto na coleta quanto na sua destinação final².

1 - O conceito de "logística reversa" caracteriza-se por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição de resíduos sólidos ao setor empresarial para reaproveitamento no ciclo de produção do mesmo produto ou outro tipo de destinação final. Para efeitos de exemplo, a logística reversa é realizada no recolhimento das baterias automotivas de chumbo ácido que são geralmente recicladas e tratadas para serem utilizadas em novas baterias. O chumbo é um elemento com alto potencial de reciclagem e também o aço empregado nos veículos. As definições de "logística reversa" e "responsabilidade compartilhada" estão presentes na Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010.

2 - Alguns Estados brasileiros já regulam o descarte de vidro automotivo, como, por exemplo, o Paraná. O objetivo do Projeto de Lei é dar regulamentação nacional ao tema, evitando inclusive que empresas transfiram suas operações a estados que não regulem o descarte de

Vários outros projetos de lei relacionados ao tema foram arquivados como, por exemplo, o projeto de Lei nº 7631 de 2010 que exclui o acondicionamento de pneus do pagamento da Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental (TCFA).

Um grande passo: a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

É fato que todos os países em que a reciclagem de veículos alcança êxito, como é o caso do Japão, por exemplo, há uma espécie de lei geral de reciclagem, cuja importância é de estabelecer um regime, uma estrutura a partir da qual toda a legislação que tratará do assunto será conformada, muito mais em um sentido de definição de termos, significados e procedimentos do que em uma simples hierarquização ou subordinação.

A Lei nº 12.305 de 2 de Agosto de 2010, denominada Política Nacional de Resíduos Sólidos, tramitou por mais de 20 anos no Congresso Nacional e sua recente aprovação representa um marco para o avanço do país em termos de sustentabilidade e regulação em se tratando de resíduos sólidos.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece conceitos como "logística reversa", "responsabilidade compartilhada"³ entre outros e sua maior importância é a de estabelecer uma espécie de lei geral, a partir da qual, todas aquelas que tratem de reciclagem partirão, como é o caso do já citado PLS nº 617 de 2011, que estabelece em seu ordenamento a observância da PNRS.

A PNRS também estabelece que o poder público pode instituir medidas indutoras e linhas de financiamento para atender prioritariamente projetos relacionados como municípios que realizem coleta seletiva.

Outro ponto importante é a proibição da importação de resíduos cujas características causem dano ao meio ambiente, impedindo a formação de um mercado clandestino de lixo.

vidros automotivos

3 - Conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos (Artigo 3º, item XVII da PNRS)

Alguns pontos da Política ainda carecem de regulamentação e a demora na tramitação e aprovação da lei geraram algumas críticas por não levar em consideração o ciclo de vida de alguns produtos para estabelecer planos de recuperação energética. As críticas também ocorrem em função da liberdade de escolha referente à execução do projeto para produtos em que não há a obrigatoriedade de recolhimento e destinação previstos em lei.

○ grande passo, no entanto, é que o Brasil passe a ter sua lei geral de reciclagem. ○ texto enxuto da Lei propicia a conformação de um regime de reciclagem, fornecendo entendimentos, conceitos e subsídios importantes para abarcar tudo o que vier a ser feito no que se refere à reciclagem.

Políticas Públicas e desafios futuros

Vários projetos de reciclagem de veículos já foram articulados no âmbito do governo federal, porém, nenhum deles logrou êxito por uma série de motivos, como a existência de poucos centros de reciclagem de automóveis no país ou até mesmo as dificuldades de garantias para o financiamento de programas de renovação de frota.

As demandas acompanhadas pelo governo atualmente são mais voltadas a públicos específicos e frotas cativas, não abarcando um programa nacional e abrangente.

As discussões encontram-se concentradas em entidades interessadas no assunto, como a Confederação Nacional do Transporte (CNT) por abarcar grande parte da frota com mais tempo de uso, os caminhões e por outras entidades como a AEA (Associação dos Engenheiros Automotivos).

Cabe lembrar, que geralmente, a pressão por programas de renovação de frota e consequentemente de reciclagem de veículos é trazida à tona quando a indústria automobilística perde fôlego. Neste momento, a indústria nacional acumula sucessivos resultados positivos, o que afasta a possibilidade de que programas, como os referidos acima, consigam apoio por parte dos fabricantes.

○ Brasil avançou pouco em relação à reciclagem de veículos. Recentemente, alguns movimentos como a certificação de autopeças, a regulação do desmonte de veículos, a implantação de inspeção veicular e de programas de eficiência energética e motores mais limpos e mais eficientes têm contribuído para melhorar o cenário.

Porém, os avanços até aqui ainda não são suficientes. A ausência de uma lei

específica para o tema e de políticas públicas que tratem diretamente do assunto, mostram que o poder público, infelizmente, ainda não trata a reciclagem de veículos como uma prioridade.

Consequentemente, por não existir um quadro legal e vontade pública para o tema, o papel do Estado como indutor de desenvolvimento simplesmente não existe e, por não se regulamentar o mercado, é difícil a oferta de serviços sistêmicos de reciclagem, embora a existência de demanda possa ser observada todas as vezes em que veículos abandonados são visualizados nos centros urbanos brasileiros.

A manutenção de alta carga tributária sobre a sucata, a ausência de programas voltados para a renovação de frota nos quais a reciclagem poderia desempenhar papel importante como ferramenta de apoio e redução de custos, os sucessivos incentivos concedidos às empresas fabricantes de automóveis com pouquíssimas ou nenhuma exigências de práticas de sustentabilidade, a permanência de legislação ineficiente como no caso da baixa de veículos e outros aspectos como a manutenção do IPVA (Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores) progressivo no caso dos automóveis, onde o carro mais novo paga mais imposto incentivando a frota mais velha, mais poluente e sujeita a falhas mecânicas e consequentemente maiores custo e frequência de manutenções continue a circular.

Junte-se a isso, a não implementação efetiva de programas de eficiência energética, as regulações de emissões e motores consideradas brandas se comparadas a outros países, entre outros tantos aspectos, acabam contribuindo para a permanência do status quo: veículos inservíveis e sucatas abandonadas pelas ruas, depósitos de órgãos de fiscalização abarrotados de veículos impedidos de serem baixados e reciclados, aumento do custo de manutenção das frotas, aumento do depósito de material particulado na atmosfera.

E, finalmente, o maior dos paradoxos: um dos mais destacados mercados para os veículos automotores do mundo na atualidade, além de grande reciclador de outros materiais como alumínio, papel, entre outros, ser um daqueles que menos se preocupa com a sustentabilidade e destinação de seus veículos⁴.

4 - As estimativas dão conta de que, em média, apenas 1,5% da sucata de ferro e aço tem como origem o descarte de automóveis.

EPÍLOGO

Desafios e próximos passos para a sustentabilidade

Esse livro mostrou a evolução dos homens a partir de grupos nômades totalmente dependentes das condições impostas pela natureza que foram ao longo do tempo se assentando através do domínio de técnicas que lhes permitiram controlar a natureza em seu favor. Várias civilizações se sucederam ao longo da história, travando batalhas e superando barreiras que lhes permitiram estender seus domínios e melhorar a sua qualidade de vida. Essa evolução sempre foi acompanhada da necessidade de movimentar mercadorias e pessoas entre locais cada vez mais distantes. Dessa forma, a dinâmica do crescimento das sociedades sempre esteve atrelada à sua capacidade de produção e mobilização de produtos. Com o avanço da ciência e da tecnologia, os homens ficaram livres da tração de veículos por animais e iniciou assim uma era industrial, que os levou ao mundo globalizado atual, com fábricas ou centros de manufatura extremamente eficientes e produtivos, onde praticamente não existem barreiras físicas que limitam a mobilidade das pessoas e das mercadorias. Vive-se hoje uma era de crescimento acelerado, onde o avanço tecnológico é cada vez mais veloz e é impulsionado pelo anseio de superação das sociedades e pela concorrência acirrada entre os diversos países. Pode-se dizer que nunca houve na história da humanidade um grau tão elevado de evolução e crescimento, onde parece que tudo é possível. Nesse contexto, a indústria automobilística ocupa uma posição de destaque, com uma capacidade atual de produção de aproximadamente 220.000 unidades por dia no mundo.

Entretanto, essa dinâmica de crescimento está limitada pelas condições naturais existentes na Terra. Os impactos gerados pelo acelerado crescimento industrial das últimas décadas estão afetando severamente o meio ambiente e levando muitos recursos naturais ao esgotamento. Reverter estes impactos negativos sem frear o crescimento econômico e social dos países representa o nosso maior desafio nos próximos anos. Para enfrentar esse desafio é necessário encontrar formas de se desenvolver um crescimento sustentável, ou seja, um crescimento que possa se manter ao longo do tempo sem originar riscos à própria existência do homem no planeta. Deve-se pensar não somente nos impactos naturais, mas também nos impactos para a sobrevivência da espécie humana. De acordo com dados do escritório de coordenação de assuntos humanitários da OCHA (Office for the Coordination of Humanitarian Affairs), os desastres ambientais na última década (2000-2010) aumentaram 40% em relação à década anterior (1990-2000). Esses desastres afetaram 2,4 bilhões de pessoas no mundo, o que representa mais de 30% da população mundial, deixando comunidades

inteiras sem abrigo e sem alimentação, sofrendo inundações ou secas catastróficas e reduzindo áreas de cultivo e de criação de animais. Atualmente, os homens utilizam metade das fontes de água doce existentes e, em quarenta anos, deverão utilizar 80%, situação que fica mais grave quando se considera que 50% dos rios do mundo estão poluídos. De acordo com estimativas da ONG World Wildlife Fund, se continuarmos a explorar a natureza sem dar tempo para que ela se reestabeleça, em 2030 serão necessários recursos equivalentes a dois planetas Terra para suprir os padrões de consumo atual.

Uma mudança de comportamento é necessária para que se torne possível reverter os impactos negativos do nosso crescimento e garantir a nossa sobrevivência. Essa mudança será difícil, já que atinge toda a sociedade em todos os países, independentemente da sua religião, etnia ou condições econômica e social.

É necessário pensar nos próximos passos, na estratégia a ser adotada para possibilitar essa mudança de comportamento global. E é neste contexto que a reciclagem de produtos industrializados, especialmente dos veículos, assume um papel de destaque. Da mesma forma que a fabricação de veículos teve um papel fundamental para que as sociedades alcançassem o atual patamar de desenvolvimento, a reciclagem de veículos no final de sua vida útil pode ser a chave para o crescimento sustentável. No entanto, a reciclagem não pode ser vista como uma atividade isolada e de baixo valor agregado, mas como uma etapa necessária para fechar o ciclo de vida de um produto, ou seja, uma atividade que complementa os processos de fabricação e utilização de produtos e que deve também receber a atenção e o interesse de toda a sociedade. Atualmente, as sociedades industrializadas somente valorizam a fase de produção e muito especialmente a fase funcional dos produtos, sendo a reciclagem um processo quase oculto e sem valor agregado. O próprio nome dado aos "Ferros Velhos" para identificar os locais utilizados para a atual destinação dos produtos em fim de vida útil mostra a desvalorização das atividades de reciclagem e reaproveitamento de peças de produtos no final da sua vida útil.

Felizmente, existem alguns indícios mostrando que já começam a acontecer algumas mudanças de comportamento da sociedade em diferentes partes do mundo. No Japão, por exemplo, o processo de reciclagem de veículos já é aceito pela sociedade e começa a ser valorizado, sendo denominado de "Mina Urbana", pelo valor econômico potencial dos materiais que podem ser obtidos na recuperação de veículos em fim de vida.

Esse livro mostrou diferentes aspectos do processo de reciclagem de veículos no Japão, como, por exemplo, o aproveitamento de assentos na fabricação de cadeiras de escritório ou a separação sistêmica de peças sobressalentes que podem

ser reaproveitadas em veículos em funcionamento. Na Comunidade Europeia já existe uma regulamentação referente à reciclagem de veículos em fim de vida útil, com metas claras a serem alcançadas para a reciclagem, o que, inclusive, tem direcionado algumas ações como, por exemplo, mudanças nos projetos de veículos para incluir cotas de materiais reciclados na fabricação de veículos novos. Nos Estados Unidos ainda não há uma legislação específica para a reciclagem de veículos, mas já é possível reciclar 95% da frota de veículos do país. Além disso, existem várias associações de empresas envolvidas com as atividades de reciclagem.

O Brasil e outros países que atualmente se encontram em acelerado crescimento apresentam um aumento significativo nas suas frotas de veículos. É importante que nesses países seja também introduzido um processo sistêmico de reciclagem de veículos, ainda que muitos deles, incluindo o próprio Brasil, possuam uma boa disponibilidade de recursos naturais e de espaço para depositar os resíduos gerados. É essencial que, de agora em diante, o modelo de crescimento seja diferente do utilizado pelos países desenvolvidos, uma vez que não é mais possível continuar com o modelo industrial atual, de alto impacto ambiental.

As vantagens de se adotar um modelo industrial onde há preocupação com o ciclo de vida dos produtos não envolvem somente o reaproveitamento de materiais ou a economia de energia, mas também o desenvolvimento de um conceito industrial novo, sustentável e capaz de fabricar produtos que não comprometem os recursos naturais e nem limitam o crescimento socioeconômico dos países. Além de atender a todas as exigências funcionais dos clientes, esses produtos terão a garantia de sustentabilidade. Assim, os países que conseguirem assimilar mais rapidamente o conceito de reciclagem sistêmica de produtos estarão na vanguarda da "economia sustentável" e terão uma vantagem competitiva estratégica em relação aos países que mantiverem o atual modelo de crescimento.

Atualmente vivemos uma realidade global única e o próprio desenvolvimento tecnológico nos oferece poderosas ferramentas para possibilitar as mudanças comportamentais necessárias para nossa sobrevivência. A velocidade dos meios de comunicação permite uniformizar opiniões, expressar desejos comuns e definir caminhos globais, possibilitando assim a determinação de estratégias que possam realmente nos levar às mudanças de comportamento global para reverter os impactos negativos do nosso próprio estilo de vida.

Esse livro foi concebido a partir de um curso com a participação de representantes de diversos países de América Latina em Kanazawa-Japão, no início de 2010. Durante esse curso, promovido pela JICA (Japan International Cooperation Agency) e pela RUM ALLIANCE (ReUseMotorization Alliance), obtivemos informações referentes

aos aspectos técnicos da reciclagem de veículos e também participamos de várias visitas técnicas em diferentes locais do Japão onde há instalações de reciclagem. Todo o curso foi realizado no IREC (International Recycling Education Center), instituição dedicada ao treinamento de técnicas de reciclagem de veículos, associada ao centro de pesquisas da empresa Kaiho Sangyo S.A. do Japão, que se dedica à reciclagem de veículos em fim de vida e promove atividades de pesquisa e treinamento na área de reciclagem de veículos no Japão. Todas as informações recebidas e impressões obtidas durante o curso foram bastante positivas e me motivaram a idealizar esse livro, com o objetivo de transmitir parte dos conhecimentos e experiências adquiridos e incentivar outros países, especialmente àqueles que estão em fase de acelerado desenvolvimento econômico, como o Brasil, a adotarem um modelo de crescimento sustentável para a indústria automobilística.

Referências

Capítulo 1

DREWS, ROBERT. *The coming of the Greeks: Indo-European conquests in the Aegean and the Near East*. Princeton, NJ, USA: Princeton University Press, 1988. ISBN 0-691-02951-2

ECKERMANN, ERIK. *World History of the Automobile*. Warrendale, PA, USA: Society of Automotive Engineers-SAE, 2001. ISBN 9780768008005

FANSA, M.; BURMEISTE, S. *Rad und Wagen, der Ursprung einer Innovation: Wagen im Vorderen Orient und Europa*. Isensee, Oldenburg, Alemanha: *Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland*, 2004. Caderno 40. ISBN 3-89995-085-2

HENERIC, O.; LICHT, G.; SOFKA, W. *Europe's Automotive Industry on the Move*. Alemanha: Axel Springer AG. , 2005. ISBN 3-7908-1590-X

REICH, SIMON. *Volkswagen and the State-The Fruits of Fascism: Postwar Prosperity in Historical Perspective*. New York: Cornell University, 1990. ISBN 0-8014-9729-9

WENGGER, RUPERT. *Strategie, Taktik und Gefechtstechnik in der Ilias: Analyse der Kampfbeschreibungen der Ilias*. Hamburg, Alemanha: Editora Dr. Kovac, 2008. ISBN 3-8300-3586-1

WERNER, ABELSHAUSER. *The Dynamics of German Industry: Germany's Path Toward the New Economy and the American Challenge*. Alemanha: Berghahn Books, 2005. ISBN 1-84545-072-8

WILDE, HEIKE. *Technologische Innovationen im zweiten Jahrtausend vor Christus: Zur Verwendung und Verbreitung neuer Werkstoffe im ostmediterranean Raum*. Harrassowitz, Wiesbaden, Alemanha: *Göttinger Orientforschungen Reihe IV*, 2003. Vol. 44. ISBN 3-447-04781-X

Capítulo 2

BURROUGHS, W. J. *Climate Change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2002.

DALLA VIA, A. *Outward foreign direct investment and economic growth*. Peking University: Guanghua School of Management. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/49973371/China-OFDI-and-Economic-Growth>>. Acesso em: Out. 2011.

FAGAN, B. M. *The long summer: how climate changed civilization*. New York, USA: Basic Books, 2004.

GARRET, J. *Small things in good packages*. Artigo do New York Times publicado em novembro de 2007. Disponível em: <<http://www.nytimes.com/2007/11/25/automobiles/25MICRO.html?ref=automobiles>>. Acesso em: 22 Out. 2011.

HARRISON, S. *A mountain of red cars*. [Artigo de Los Angeles Times publicado em maio 2011]. Disponível em: <<http://framework.latimes.com/2011/05/16/a-mountain-of-red-cars/>>. Acesso em: 16 Out. 2011.

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF MOTOR VEHICLE MANUFACTURERS – OICA. [Dados estatísticos de produção mundial de veículos]. Disponível em: <<http://oica.net/category/economic-contributions/>>. Acesso em: 16 Out. 2011.

NAÇÕES UNIDAS. *Protocolo de Kyoto*. Disponível em: <<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>>. Acesso em: 20 Out. 2011.

STRASSE SUSAM. *Waste and Want: A Social History of Trash*. [S.l.]: Owl Books, 2000. ISBN 080506512

URRY JOHN. *The System of Automobility*. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/3879313/Urry-The-System-of-Automobility>>. Acesso em: 20 Out. 2011.

WIKIPEDIA. *Effects of the automobile on societies*. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Automotive_culture>. Acesso em: 14 Out. 2011.

WIKIPEDIA. *Greenhouse gas*. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Greenhouse_gas>. Acesso em: 28 Out. 2011.

WIKIPEDIA. *Kei car*. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Keicar>>. Acesso em: 28 Out. 2011.

WIKIPEDIA. *Smog*. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Smog>>. Acesso em: 22 Out. 2011.

Capítulo 3

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. *Panorama dos resíduos sólidos do Brasil, 2009*. Disponível em: <http://www.wtert.com.br/home2010/arquivo/noticias_eventos/Panorama2009.pdf>. Acesso em: 5 Nov. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS – ABRETRE. *Panorama das estimativas de geração de resíduos industriais. Relatório Final, 2003*. Disponível em: <<http://www.abetre.org.br/biblioteca/publicacoes/publicacoes-abetre/FGV%20-%20Panorama%20das%20Estimativas%20de%20Ger.%20de%20Res.%20Industriais%20-%20Rel.%20Final.pdf>>. Acesso em: 8 Nov. 2011.

BORCHARDT, M. et al. *Considerações sobre Ecodesign: um estudo de caso na indústria eletrônica automotiva*. Campinas: Ambiente & Sociedade – ANPPAS,

Jul.-Dez. 2008. Vol. XI, No. 2, p. 341-353

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE.
Síntese de Indicadores Sociais: uma análise das condições de vida da população Brasileira. Rio de Janeiro: 2009.

JOHANNESSEN, Lars Mikkel; BOYER, Gabriela. Observations of Solid Waste Landfills in Developing Countries: Africa, Asia and Latin America. [Relatório do Banco Mundial]. Washington D.C., USA, 1999.

KUMAR, J. S.; SUBBAIAH, K. V.; RAO, P. V. V. Waste to energy: a case study of Eluru, A.P., India. International Journal of Environmental Science and Development, Agosto 2010. Vol. 1, No. 3. ISSN: 2010-0264

NOVAES, W. Informações decisivas para discutir o lixo. [Artigo publicado em 31 Maio de 2010]. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2010/05/31/informacoes-decisivas-para-discutir-o-lixo-artigo-de-washington-novaes/>>. Acesso em: 15 Out. 2011.

SERVIÇO SOCIAL DO COMÉRCIO DO RIO GRANDE DO SUL – SESC/RS. Receitas do Mesa Brasil. Porto Alegre, RS, 2008. Disponível em: <<http://www.sesc-rs.com.br/mesabrasil/Livro-Mesa-Brasil.pdf>>. Acesso em: 25 Nov. 2011.

Capítulo 4

ALASKA DEPARTMENT OF EDUCATION & EARLY DEVELOPMENT. Life cycle cost analysis Handbook. 1st. Edition, Alaska, USA, 1999.

ALMEIDA DE OLIVEIRA, A.P.; BENVINDO DA LUZ, A. Recursos hídricos e tratamento de águas de mineração. Rio de Janeiro: Centro Tecnologia Mineral (CETEM), 2001. Série Tecnológica Ambiental No. 24

BHALERAO, R. Carbon Credits Price. 22 Set. 2011. Disponível em: <<http://www.buzzle.com/articles/carbon-credits-price.html>>, Acesso em: Jan. 2012.

COULTER, S. et al. Designing for material separation: lessons from automotive recycling. Proceedings of the 1996 ASME Design Engineering technical conferences and Computers in Engineering Conference. Irvine, California: ASME, August 1996.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS DO BRASIL – FIPE. [Tabela de preços médios de veículos]. Disponível em: <http://www.fipe.org.br/web/index.asp?aspx=/web/indices/veiculos/introducao.aspx>
Acesso em: 24 Nov. 2011.

MALAGUETA, D. C.; MEDINA, H. V. O desafio da reciclagem de plásticos automotivos. Anais das XI Jornadas de Iniciação Científica. Rio de Janeiro: CETEM, 2003.

MANO, E. B. Polímeros como Materiais de Engenharia. São Paulo, Brasil: Edgard Blucher Ltda., 1991.

MEDINA, H. V.; SEDILLEAU, P. L'industrie Automobile se Reorganise pour le Recyclage. IX Recontre Internationale du GERPISA. Paris, 2001.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. Águas doces no Brasil. São Paulo: Escrituras, 2001.

REZENDE, D.; MERLIN, S. Biodiversity and Social Carbon. [S.l.]: Environmental Finance Publications, 2010.

WORLD BANK REPORT. State and Trends in the Carbon Market. Washington DC, USA: WB, June 2011.

Capítulo 5

BEZERRA DE ARAÚJO; et al. Reciclagem de fios e cabos elétricos-cabo paralelo. Ouro Preto, MG: Escola de Minas, Jul./Set. 2008. Rev. Esc. Minas Vol.61 N.3

CARA, D. V. C.; SOBRAL, L. G. S. Recuperação de metais preciosos de catalisadores automotivos exaustos. XIII Jornada de Iniciação Científica. Rio de Janeiro: CETEM, 2005.

DE MATOS, R. Q.; FERREIRA, O. M. Recuperação de chumbo de baterias automotivas: análise de risco dos resíduos resultantes. Goiás: Universidade Católica de Goiás, Dez. 2007. Disponível em: <<http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/Continua/RECUPERA%C3%87%C3%83O%20DE%20CHUMBO%20DE%20BATERIAS%20AUTOMOTIVAS,%20AN%C3%81LISE%20DE%20RISCO%20DOS%20RES%3%8DDUOS%20RESULTANTE.pdf>>. Acesso em: 4 Jan. 2012.

INTERNATIONAL RECYCLING EDUCATION CENTER – IREC. [Apostilas do curso de Reciclagem de Veículos no Japão]. Kanazawa, Japão: IREC, Fev. 2010.

JARMUTH. A poluição dos rios pelos pneus usados pode durar até 100 anos. [Artigo postado no site <<http://sosriodobrasil.blogspot.com>>], 2008. Disponível em: <<http://sosriodobrasil.blogspot.com/2008/06/poluio-dos-rios-pelos-pneus-usados.html>>. Acesso em: 4 Jan. 2012.

LAGARINHOS, C. A. F.; TENÓRIO, J. A. S. Reciclagem de pneus: discussão do impacto da política Brasileira. Universidade Federal Fluminense, Jul. 2009. Revista da Escola de Engenharia da Universidade Federal Fluminense, Engevista Vol. 11 N. 1

MARGARIDO, F.; NOGUEIRA, C. A. Characterization of automotive shredder residue. 1st. International Conference Wastes: Solutions, Treatments and Opportunities. Guimaraes, Portugal: University of Minho, Sep. 2011.

MECÂNICA AUTOMOTIVA. Aulas de airbag. [Série de aulas sobre mecânica automotiva]. Disponível em: <http://mecanicaautomotiva.com/70009/images/fbfiles/files/aula_de_airbag.pdf>. Acesso em: Jan. 2012.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME. Perfil da Mineração de Cobre. [Relatório Técnico 23 – Produto 14 (Mineração de Cobre)], Ago. 2009.

NIEMINEN, M.; SUOMALAINEN, M.; MÄKINEN, T. Gasification of shredder residue. Finlândia: Technical Research Centre of Finland, 2006. Research Notes 2344.

PADILHA, R. V. Projeto integrado de veículos: A Inclusão do Projeto para Reciclagem. Dissertação (Mestrado)- Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

RODRIGUEZ, J. R. Participação da sociedade civil: comércio, saúde e meio ambiente na OMC: Comunidades Europeias Vs. Brasil: O caso dos pneus. Rio de Janeiro: FGV, Maio 2007. Caderno de Direito da Fundação Getúlio Vargas- Vol. 4, N.3.

SUZUKI, C. E. T. Estudo comparativo de alternativas para o desenvolvimento, projeto e fabricação de tanques de combustíveis para automóveis de passageiros dentro da General Motors do Brasil. Dissertação (Mestrado), – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

TOYOTA. Reciclagem Automóvel Europa. [Panfleto informativo, Toyota Motor Marketing Europe], Nov. 2001. Disponível em: <http://www.toyota.pt/Images/Brochura_Car_Recycling_Portugues_tcm270-202846.pdf>. Acesso em: Nov. 2011.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA. Municipal Solid Waste Generation, Recycling and Disposal in the United States: Facts and Figures for 2008. Estados Unidos: EPA, Nov. 2009. EPA-530-F-009-021

ZEVENHOVEN, R.; SAEED, L. Automotive shredder residue (ASR) and compact disk (CD) waste: options for recovery of materials and energy. Ekokem, Helsinki:Helsinki University of Technology, 2002.

Capítulo 6

ARGONNE NATIONAL LABORATORY. End of life vehicle recycling: the state of the art of resource recovery from shredder residue. Illinois, USA:ANL, September 2006. Internal Report ANL/ESD/07-8.

CURLEE, R. T. et al. Recent Trend in Automobile Recycling: an Energy an Economic Assessment. USA: OAK Ridge National Laboratory – Estados Unidos, 1994. Technical Report ORNL/TM-12628.

FORTES, R. G. Identificação e avaliação dos principais aspectos relacionados à reciclagem dos plásticos mais utilizados no setor automobilístico brasileiro e o seu atendimento à regulamentação ambiental. Dissertação (Mestrado)- Instituto de Engenharia do Paraná-IEP, Curitiba, 2008.

INTERNATIONAL RECYCLING EDUCATION CENTER – IREC. [Apostilas do curso de Reciclagem de Veículos no Japão]. Kanazawa, Japão: IREC, Fev. 2010.

KOJIMA, M. Promoting 3R's in developing countries: Lessons from the Japanese Experience. Japão: Chiba IDE-JETRO, 2008.

NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION - NHTSA. Requirements and Procedures for Consumers Assistance to Recycle and Save Program. USA: Department of Transportation, 2009. Final Rule RIN 2127-AK53-NHTSA-2009-0120.

UK DEPARTMENT OF TRADE AND INDUSTRY. Directive 2000/53/EC on End of Life Vehicles. August 2001. Disponível em: <http://www.a-r-a.org/files/directive_200.pdf>. Acesso em: 15 Jan. 2012.

Capítulo 7

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTIVOS-ANFAVEA. Anuário estatístico. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/tabelas.html>>. Acesso em: 14 Out. 2011.

CASTRO, D. E.; PINHEIRO, M. A.; ALMEIDA, H. A. Análise crítica da situação de oficinas de manutenção veicular. São Paulo: SAE, 2008. Congresso SAE 2008, Technical Paper 2008-36-0123.

COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO DE SÃO PAULO – CET. [Boletins Técnicos do CET]. Disponível em: <<http://www.cetsp.com.br/consultas/boletins-tecnicos.aspx>>. Acesso em: 14 Out. 2009.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO – DENATRAN. [Anuários Estatísticos de Acidentes]. Disponível em: <http://www.vias-seguras.com/os_acidentes/estatisticas>. Acesso em: 15 Jan. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. [Dados do Censo 2010]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1766>. Acesso em: 16 Jan. 2012

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF MOTOR VEHICLE MANUFACTURERS – OICA. Disponível em: <<http://oica.net/category/economic-contributions/>>. Acesso em: 25 Mai. 2010.

JORNAL BAND. Polícia Federal prende 6 pessoas acusadas de roubo de carga na região. [Artigo publicado em Março de 2011]. Disponível em: <<http://www.band.com.br/campinas/conteudo.asp?ID=450579>>. Acesso em: 16 Jan. 2012.

LUMASEGUROS. Fraude – Negócio de R\$ 5 bilhões. Disponível em: <www.lumaseguros.com.br/fraude.doc>. Acesso em: 15 Jan. 2012.

MELOSI, M. The automobile and the Environment in American History. Disponível em: <http://www.autolife.umd.umich.edu/Environment/E_Overview/E_Overview2.htm>. Acesso Mai. 2010.

SINDICATO INDEPENDENTE DE FORNECEDORES DE AUTOPEÇAS DO BRASIL – SINDIPEÇAS. [Dados estatísticos da frota Brasileira de veículos]. Disponível em: <http://www.sindipecas.org.br/paginas_NETCDM/modelo_detalle_generico.asp?ID_CANAL=17&id=38498>. Acesso em: 18 Out. 2011.

SKUJIS, H. C. A verba aumenta e os problemas de trânsito continuam. [Artigo da revista VEJA, publicado em Fev. 2010]. Disponível em: <<http://vejasp.abril.com.br/revista/edicao-2153>>. Acesso em: 18 Out. 2011.

Capítulo 8

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. Registro Nacional de Transporte Rodoviário de Cargas - RNTRC. RNTRC em Números. 2009

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. Registro Nacional de Transporte Rodoviário de Cargas - RNTRC. RNTRC em Números. Set. 2011.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA-MME. Empresa de Pesquisa Energética EPE. Estudo Associado ao Plano Decenal de Energia PDE. Brasília: MME, 2012.

BRASIL-COMITÊ INTERMINISTERIAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA. Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) Brasília, 2008.

BRASIL- Lei nº 12.305. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2 de Agosto de 2010.

BRASIL- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE-MMA. Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários - Relatório Final. Brasília: MMA, 2011.

BRASIL- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME. Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEF). Brasília, 2011.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. RenovAR - Plano Nacional de Renovação de Frota de Caminhões. Brasília: CNT, 2009.

GUIMARÃES A. Cidades portuárias querem reduzir idade média dos caminhões. [Agência CNT de Notícias, 20 de setembro de 2011]. Disponível em: <http://www.cnt.org.br/paginas/Agencia_Noticia.aspx?n=7836>. Acesso em: 16 Fev. 2012.

Capítulo 9

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF MOTOR VEHICLE MANUFACTURERS. [Dados estatísticos de produção mundial de veículos]. Disponível em: <www.oica.net>. Acesso em: 22 de Dez. 2011.

FERREIRA, Fernando Antônio Cordeiro. Avaliação do Processo Produtivo Básico (PPB) na indústria de telefonia celular no período de 2000 a 2006. 104 p.: il. Monografia de Especialização. Centro de Desenvolvimento Sustentável Brasília: Universidade de Brasília, 2007.

LEI n° 12.305 de 2 de agosto de 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: Out. 2011.

Portaria Interministerial n° 04 de 13 de janeiro de 2012. Disponível em: <http://www.suframa.gov.br/download/legislacao/outros_inst_legais/legi_fed_pi_ppb_04_13jan12.pdf>. Acesso em: Jan. 2012.

PROJETO CNT DESPOLUIR. Disponível em: <<http://www.cntdespoluir.org.br/Lists/Contedos/DispForm.aspx?ID=25>>. Acesso em: 22 Dez. 2011.

PROJETO DE LEI DO SENADO n° PLS n° 617 de 2011. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/atividade/materia/detalhes.asp?p_cod_mate=102680>. Acesso em: Jan. 2012.

Epílogo

OFFICE FOR THE COORDINATION OF HUMANITARIAN AFFAIRS – OCHA. [Dados relacionados a mudanças climáticas]. Disponível em: <<http://www.unocha.org/what-we-do/advocacy/thematic-campaigns/climate-change/humanitarian-impact>>. Acesso em: 10 Fev. 2012.

WORLD WILDLIFE FUND-WWF. [Dados relacionados a impactos ambientais causados pelo homem]. Disponível em: <<http://arquivoetc.blogspot.com/2008/11/o-wwf-alerta-para-o-esgotamento-dos.html>>. Acesso em: 10 Fev. 2012.



Este livro contribui para introduzir o leitor ao universo do processo de reciclagem de veículos. Tem o intuito de fornecer um norte quanto aos aspectos técnicos, socioambientais e também aos marcos regulatórios relativos à implementação deste processo tão necessário e ainda não muito conhecido. Sua exposição tenta ser simples e clara, sempre recorrendo à apresentação de vários exemplos, dados e referências bibliográficas para que o leitor possa aprofundar-se nos diferentes temas abordados. Este livro tenta alertar para a importância da reciclagem como processo indispensável para se alcançar uma indústria automobilística sustentável, iniciativa que só se torna possível através da integração entre o setor privado, a sociedade civil e o poder público.

Daniel E. Castro é Engenheiro Aeronáutico com doutorado em Engenharia de Materiais pela Universidade de Karlsruhe – Alemanha e Professor do Curso de Engenharia Mecânica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais.

