



ANAIS

VEÍCULOS EM FIM DE VIDA COMO RESÍDUOS: PANORAMA, FRAGILIDADES E PERSPECTIVAS DO GERENCIAMENTO NO BRASIL

ALEXANDRE DE OLIVEIRA E AGUIAR (aaguiar@uninove.br , alexandre@aguiar.eng.br)
UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO - UNINOVE
JOSÉ JOAQUIM FILHO (jose.joaquim@hotmail.com)
GENERAL MOTORS DO BRASIL

Resumo (máximo 100 palavras)

Este estudo busca explorar a questão dos veículos em fim de vida útil e sua destinação ambientalmente adequada frente ao aumento da frota, aumento da variedade de materiais utilizados e obsolescência progressivamente precoce. Por meio de levantamento bibliográfico estabeleceu-se um panorama dos materiais constituintes, as questões ambientais envolvidas e aspectos de gestão como manufatura reversa, inovações tecnológicas e políticas públicas, incluindo iniciativas em outros países. A discussão desse panorama resulta na apresentação de perspectivas para o problema dentro da realidade brasileira e na apresentação de potenciais para discussão e novas pesquisas para avanço do conhecimento.

Palavras-chave: Manufatura reversa, reciclagem, automóvel, logística reversa, resíduos sólidos.

1. INTRODUÇÃO

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

De acordo com OICA (2011), em 1999 foram produzidos pouco mais de 55 milhões de veículos automotores no mundo todo, e em 2010 foram aproximadamente 78 milhões. No Brasil, a frota total recebe todo ano mais de 3,5 milhões de novos veículos.

Por um lado, observa-se que o uso de veículos automotores com motores a explosão tem sido identificado como uma das principais atividades emissoras de gases de efeito estufa e de problemas de saúde com origem na poluição atmosférica (UNEP 2011), tendo portanto importância capital na gestão voltada para as mudanças climáticas. Nesse contexto, estudar alternativas de transporte, incluindo tecnologias mais limpas tais como o uso de carro elétrico, combustíveis alternativos e motores mais econômicos tem sido objeto e foco de diversos estudos em busca de inovações tecnológicas que tornem essa atividade mais sustentável.



ANAIS

Por outro existe uma quantidade cada vez maior de carros em circulação, utilizando uma variedade cada vez maior de materiais, e com um ciclo de vida cada vez mais curto. Isso significa que num futuro próximo teremos quantidades cada vez maiores de veículos em fim de vida útil para serem destinados. Separar os materiais, classificá-los e buscar diferentes soluções de destino final dessa sucata pode se tornar, portanto, um desafio considerável. A destinação dos veículos em fim de vida será cada vez mais um problema, com o aumento do mercado automobilístico no mundo e no Brasil.

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

Poderemos sustentar a obsolescência cada vez mais rápida dos automóveis? Como enfrentar os desafios ambientais impostos por essa dinâmica de mercado? Como reduzir os efeitos danosos dos seus produtos ao meio ambiente durante a produção, o uso e descarte final de veículos? É possível implantar processos eficazes e escolha de materiais que demandem menores quantidades de matérias primas, menos energia para serem convertidos e sejam mais fáceis de serem reaproveitados no final de vida?

Esse trabalho visa explorar a questão da destinação de veículos em fim de vida no Brasil, buscando organizar informações, construir um panorama e o estado-da-arte das alternativas de destinação, as dificuldades existentes constatadas na realidade brasileira, apresentando diretrizes para que as soluções relativas a essa problemática sejam implantadas na direção do desenvolvimento sustentável.

2. MÉTODOS E TÉCNICAS

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

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

- a) Nos sítios de internet das instituições e associações do setor, tais como Associação de Engenharia Automotiva – AEA, DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito; ANFAVEA – Associação Nacional de Fabricantes de veículos automotores, entre outras
- b) Em bancos de dados e mecanismos de buscas de artigos científicos, por meio do portal da CAPES.

Com base nas informações obtidas, buscou-se um panorama das informações do setor automotivo por meio de uma adequada revisão bibliográfica, abordando as questões ambientais relativas aos materiais utilizados na construção do carro e suas questões quanto a reciclabilidade; diretrizes de projeto que facilitam a reciclagem; e soluções aplicadas em outros países.

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



ANAIS

$$P = \frac{\sum_{i=1}^{50} v_i \times p_i}{\sum_{i=1}^{50} v_i}$$

Onde:

P = peso médio dos 50 veículos mais vendidos

V_i = número de veículos vendidos por ano

P_i = peso de cada modelo de veículo

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

Para melhor compreensão da realidade brasileira, além da base bibliográfica, foram feitos contatos com empresas do setor e reciclagem, particularmente sucateiros. Visita feita à EXPOSUCATA 2011, feira especializada do setor de reciclagem e comércio de sucata, onde fomos buscar conhecer o “estado da arte” na reciclagem automotiva, processos e equipamentos utilizados no Brasil, além de entrevistar profissionais do setor de reciclagem. Devido ao caráter exploratório da pesquisa e ao grau de sensibilidade do setor a crítica pública, as entrevistas foram conduzidas de maneira aberta e sem gravação, sendo os principais tópicos discutidos anotados.

Os dados buscados foram organizados da seguinte forma:

- a) descrição dos materiais utilizados em veículos e das suas questões ambientais;
- b) as questões técnicas-tecnológicas da manufatura reversa, reciclagem e destinação dos materiais constituintes de veículos em fim de vida útil
- c) a descrição da realidade brasileira quanto aos veículos em fim de vida útil

Em função dos resultados, são discutidas as perspectivas e potenciais tendências em políticas públicas e futuras pesquisas para aprofundamento do estudo do problema.

3. MATERIAIS CONSTITUINTES DE VEÍCULOS E SUAS QUESTÕES AMBIENTAIS

A composição dos veículos varia muito em função da idade, modelo, tecnologia e do fabricante do veículo. A tabela 1 exemplifica a variação dos materiais constituintes dos veículos na tabela abaixo, com 3 modelos de carros representativos do Japão, Europa e Estados Unidos apontam diferenças de composição de diversos materiais utilizados na fabricação de veículos, por exemplo, o alumínio é utilizado na proporção de 5,7% no modelo americano estudado e 7,3% no modelo japonês, e os plásticos na proporção de 2,8% no carro americano e 8,2% no modelo japonês. Aço e outros materiais ferrosos representam de 65 a 70% do peso do veículo em fim de vida (Ferrão, Nazareth e Amaral, 2006).

A reciclabilidade de um veículo é altamente influenciada pelos materiais empregados. Em um exemplo extremo, se compararmos a perua Kombi, o primeiro carro que a Volkswagen fabricou no Brasil, em 1957, e continua sendo fabricada aqui até hoje, com o mais moderno modelo esportivo de alto desempenho da Ferrari, os materiais empregados serão totalmente diferentes. Enquanto o primeiro ainda apresenta carroceria, para-choques,



ANAIS

rodas e tanque de combustível de aço, facilmente recicláveis, o segundo carro terá carroceria e componentes de fibras de carbono de baixo peso, materiais cerâmicos, ligas de alta resistência, além de maior presença de eletrônica embarcada, mais difíceis de serem reciclados.

Com o objetivo de melhorar o desempenho do produto e da eficiência de seus processos de manufatura, a indústria automotiva tem integrado diversos materiais como metais, vidros, borrachas, fibras, tecidos, entre muitos outros, incluindo peças de compósitos e com materiais laminados com diferentes materiais numa única peça a fim de melhorar o desempenho e a segurança do veículo. Por exemplo o para-brisas é laminado com duas folhas de vidro temperado intercaladas por um filme de material plástico – PVB: Polivinilbutiral–, destinado a evitar a projeção de pedaços em caso de acidente. Algumas chapas de metal também possuem material plástico intercalado entre as camadas para reduzir a transmissão de ruídos e vibrações do motor para o compartimento de passageiros e assim aumentar o conforto acústico e reduzir a necessidade de materiais fonoabsorventes, que aumentariam o peso do carro. Essa integração de materiais apresenta seu lado perverso para o meio ambiente por dificultarem a separação e conseqüentemente sua reciclagem ou aproveitamento energético.

Material	Impactos ambientais potenciais da disposição inadequada	Comentários
Metais em geral	Desperdício de recursos não-renováveis, proliferação de vetores urbanos e ocupação de espaço em aterros	Material responsável por mais de 65% do peso. Pode ser reciclado indefinidamente com baixo custo e alta eficiência.
Plásticos	Desperdício de recursos não-renováveis, proliferação de vetores urbanos e ocupação de espaço em aterros	Torna o carro mais leve e reduz consumo de combustível. Diversificação dificulta reciclagem. Plásticos reciclados, perdem qualidade reprocessados e normalmente são destinados a usos menos exigentes que a produção automobilística.
Borrachas	Desperdício de recursos não-renováveis, proliferação de vetores urbanos e ocupação de espaço em aterros	A maioria das peças de borracha contém metais de reforço. Tecnologias de reciclagem estão disponíveis. Pneus - disposição conforme regulamentação específica
Espumas, Tecidos, Carpetes e Forrações	Desperdício de recursos não-renováveis, proliferação de vetores urbanos e ocupação de espaço em aterros	Podem ser submetidos à reciclagem energética. Lã de rocha e também lã de vidro utilizados no isolamento térmicos são de difícil reciclagem.
Vidros	Desperdício de recursos não-renováveis, proliferação de vetores urbanos e ocupação de espaço em aterros	Os pára-brisas são produzidos com um "sanduíche" formado por duas lâminas de vidro e uma de plástico, o que dificulta sua reciclagem. Há uma tendência de que outros do veículo passem a utilizar a mesma tecnologia.
Baterias	Contaminação por chumbo e por ácido	Disposição conforme regulamentação específica
Componentes Eletro-Eletrônicos	Contaminação por metais pesados e dioxinas	Contém cobre, prata, ouro, e outros metais de alto valor. Alguns circuitos contem mercúrio e chumbo.
Catalisador	Contaminação por metais pesados. Desperdício de recursos não renováveis (metais nobres como	Existe um mercado estabelecido para a recuperação dos metais nobres.



ANAIS

	platina)	
Componentes pirotécnicos	Contaminação por metais pesados. Desperdício de recursos não renováveis (metais nobres como platina)	Devem ser retirados dos veículos e detonados para não colocar em risco a segurança das pessoas.
Lubrificantes & Combustíveis	Contaminação de solo e água por óleo	Disposição conforme regulamentação específica.
Fluido hidráulico de freios	Contaminação de solo e água por componentes químicos diversos	Disposição conforme regulamentação específica.
Fluido de ar condicionado	Danos a camada de ozônio Aumento do efeito estufa	Embora os CFCs tenham sido eliminados, alguns gases do anexo C do protocolo de Montreal ainda são usados, inclusive em misturas que formam os fluidos "alternativos".

Quadro 1. Materiais utilizados na fabricação e uso de veículos e suas questões ambientais (dos autores)

Vale ressaltar que Passarini e colaboradores (2012) prospectam cenários em que maiores quantidades de plásticos e materiais que não podem ser separados são utilizados, e confirmam que as cargas ambientais são maiores nesses cenários.

4. ASPECTOS OPERACIONAIS DA MANUFATURA REVERSA E RECICLAGEM DE VEÍCULOS EM FIM DE VIDA ÚTIL

Existem basicamente três processos para aproveitamento dos materiais provenientes de VFV: (1) Reuso - trata-se de retirar componentes de um VFV e utilizá-lo com a mesma função em outro veículo. Um exemplo seria reutilizar pneus, lâmpadas e baterias com alguma vida útil restante; (2) Reciclagem – consiste em processar os materiais descartados transformando-os em matéria prima para produzir o produto original ou um produto diferente a partir do mesmo material; e (3) Reciclagem energética – normalmente relacionada à combustão dos resíduos com o propósito de gerar energia térmica ou elétrica. Permite à indústria obter algum grau de auto-suficiência energética (Vermeulen et al, 2011). Reduz os volumes a serem destinados aos aterros, restrito às cinzas provenientes da combustão. A desvantagem deste processo é a emissão de poluentes na atmosfera, que pode ser reduzida com tratamentos dos gases gerados.

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

A decisão de descartar um veículo é de caráter econômico, quando os custos de manutenção, custos de operação e taxas de registro de um veículo superam o benefício gerado. Eventualmente, os requisitos legais, ambientais e de segurança podem acelerar ou retardar esta decisão. Tomada a decisão, o veículo deveria ser levado a um local para ser desmontado e adequadamente destinado.

4.1. Manufatura Reversa do Veículo

A forma como é efetuado o transporte de veículos em fim de vida pode condicionar a posterior valorização dos seus componentes, além de causar risco de escape de gases e líquidos para o meio ambiente. Ao ser encaminhado para uma instalação de reciclagem, devendo ser realizado o registro de destruição do veículo para informar o Departamento de Trânsito e dar baixa no licenciamento e placa do veículo.



ANAIS

Uma vez entregue a um centro de reciclagem, deve ser realizada a despoluição do veículo, removendo-se fluidos: combustível, óleo lubrificante do motor, fluido de freio, líquido de refrigeração, líquido do reservatório do lavador do pára-brisas, combustível no reservatório de partida a frio, gás do sistema de ar condicionado, e óleo dos amortecedores. Ainda nesta etapa, devem ser removidos a bateria, os pneus, e os filtros de ar, óleo e combustível, tipicamente classificados como resíduos perigosos pela norma ABNT NBR 10004 (2004).

Após a etapa de despoluição, é feita a desmontagem e separação das diversas partes do VFV que poderão ser destinadas à reutilização ou reciclagem conforme o valor econômico de cada componente e as funções que desempenham no funcionamento do veículo. Na desmontagem, são separados os tecidos e espumas constituintes dos bancos e tapeçaria do veículo, vidros, plásticos, borrachas, bem como metais nobres presentes em componentes como catalizador e radiador.

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

Após o processo de trituração, os metais ferrosos são separados dos outros materiais por separação magnética. Potentes imãs capturam os metais ferrosos por atração, separando-os dos outros materiais.

Processos de separação automáticos ou manuais permitem, em seguida, separar os metais não ferrosos dos restantes materiais.

De acordo com Ferrão et al (2006) no processo de fragmentação, de 75 a 80% do peso de um veículo em fim de vida é reciclado. Como alguns países já estabeleceram um objetivo de 85% para ser atingido até 2015, é evidente que novas tecnologias de separação necessitam ser desenvolvidas até atingir a viabilidade econômica e escala de produção.

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

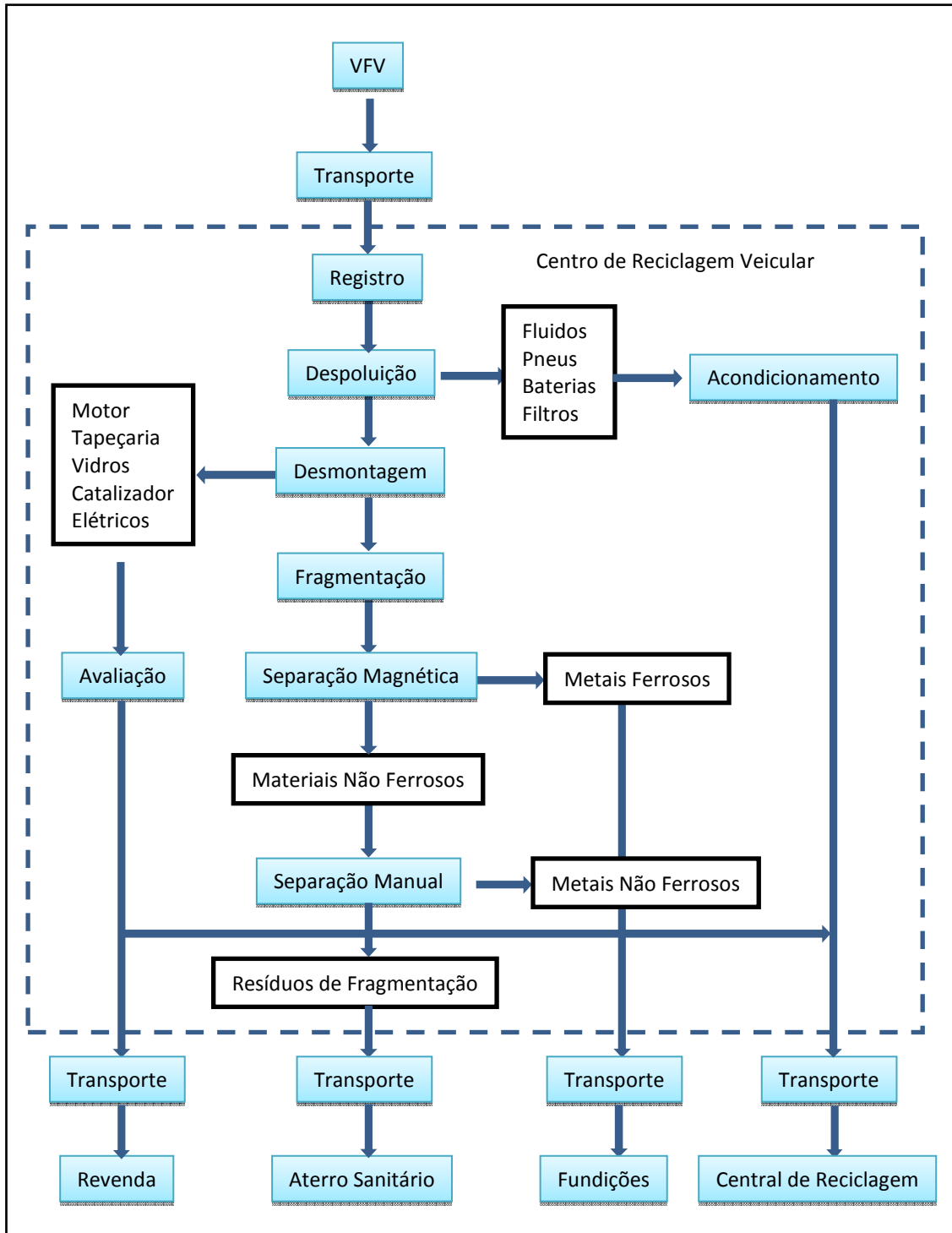


Figura 1: Fluxograma esquemático da manufatura reversa do veículo (dos autores, com base em VALORCAR 2008; Vandercasteele et al 2011; Medina e Gomes, 2003, Marques e Meirelles, 2006; Lazzari e Ugaya, 2009)

4.2. Reuso de peças na Indústria Automotiva

Existem alguns defensores do reaproveitamento de peças usadas na indústria automobilística, embora essa não seja uma prática atual nos fabricantes desses produtos. Na realidade, fatores econômicos, logísticos e implicações legais impossibilitam esse processo.



ANAIS

Existem obrigações legais e de garantia, tais como o Código de Defesa do Consumidor (BRASIL, 1990). bem como regulamentos específicos de itens de segurança do veículo que dificultam sobremaneira tal prática, pelo menos em escala extensiva. Em vários casos existem dificuldades para medir e estabelecer o estado de desgaste e fadiga os componentes dos veículos em fim de vida útil. Além disso, muitos deles, senão praticamente todos, pertenceriam a veículos já fora de linha, impossibilitando o uso em veículos novos. Ademais, haveria ainda a dificuldade de balancear o fornecimento de peças usadas pelo mercado de desmanches e o fornecimento de peças novas com o ritmo de produção nas montadoras de veículos.

Devido a razões como as citadas, nem um simples parafuso ou porca utilizados em um veículo pode ser reutilizado em um veículo novo, devendo as peças em condições de uso ser destinadas ao mercado de reposição, mas este também apresenta seus desafios. Pesquisas realizadas em três fabricantes de componentes automotivos na Ásia indicam que o reuso de componentes é aplicado apenas para peças de reposição e não para montagem de novos veículos (WAHAB, 2010).

4.3. Resíduo de Fragmentação Automotiva (RFA)

Após o processo de trituração, e separação, o material restante é uma mistura chamada Resíduo de Fragmentação Automotiva, tradução de Automotive Shredder Residue (ASR). Embora hajam divergências, podemos considerar que este material constitui aproximadamente 30% do peso de um carro (FORTON, HARDER, e MOLES, 2005; FERRÃO, NAZARETH e AMARAL, 2006).

Da mesma forma que os materiais utilizados na fabricação de um veículo variam conforme a idade, o modelo, a tecnologia empregada e do fabricante do veículo, assim varia a composição do ASR. Essa variação de materiais torna o RFA uma mistura muito heterogênea, causando assim dificuldades de reciclagem (Passerini e col 2012). De qualquer modo, uma parte dos resíduos de fragmentação automotiva, e um exemplo de composição pode ser visto na figura 2.

O estudo de Forton, Harder e Moles (2005) revelou que apenas metade desses resíduos maiores que 30 milímetros, podem teoricamente ser reciclados, embora as tecnologias atualmente existentes não sejam viáveis para efetuar a separação mecânica desses resíduos.

Normalmente, os resíduos de fragmentação automotiva são enviados para aterros, devido à falta de tecnologias economicamente viáveis de processamento e utilização desses materiais, bem como ao desconhecimento e variação da composição química desses resíduos. Existem estudos para valorização e reaproveitamento energético desses materiais, por exemplo como Harder e Forton (2007) que fizeram uma revisão da possibilidade de tratamento por pirólise.

Espera-se que novas tecnologias de separação e reciclagem permitam a valorização desses resíduos. Uma barreira para a utilização do RFA como combustível é que o material bruto, além de possuir materiais incombustíveis como metais, vidro, cerâmica, terra e retardadores de chamas, possui grande concentração de cinzas resultantes da queima do combustível utilizado para mover o carro durante seu uso, bem como metais pesados e componentes organoclorados (Boughton, 2006).

ANAIS

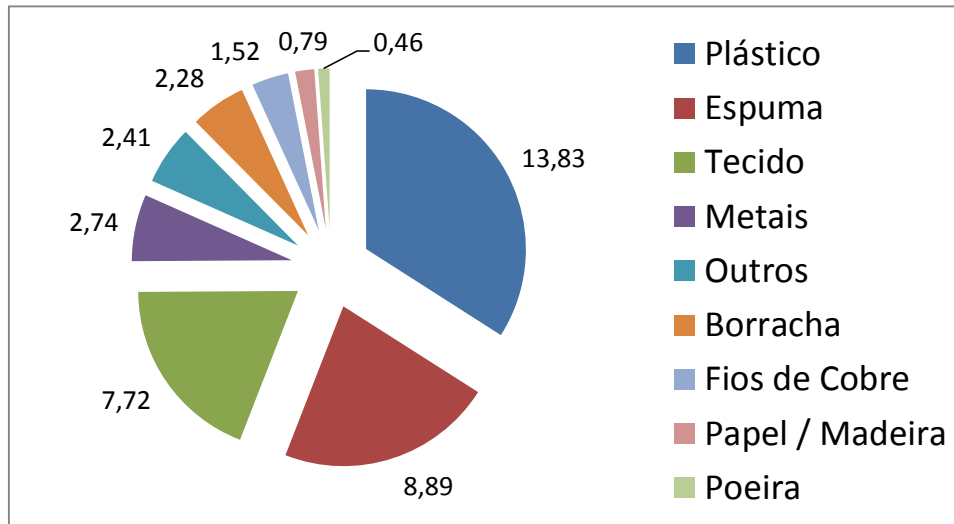


Figura 2: Exemplo de composição de resíduos de fragmentação automotiva. Adaptado de Forton, Harder, e Moles (2005).

Os RFA podem conter elementos perigosos, como descrito em Morselli e colaboradores (2010) e Vermeulen e colaboradores (2011). Em vários estados da Comunidade Europeia e nos Estados Unidos, discute-se a classificação do RFA como resíduos perigosos. Essa decisão deve implicar em um significativo aumento das taxas de destinação aos aterros sanitários (STAUDINGER e KEOLEIAN, 2001, pg 36).

4.4. Os Custos Operacionais Associados aos VFV.

De acordo com Hatschbach et al (2003) a viabilidade econômica do processo de reciclagem está diretamente relacionada aos custos associados ao processo: Custo de aquisição, que pode ser positivo ou negativo; transporte do veículo no fim da vida útil e dos componentes e materiais a serem vendidos; armazenagem dos materiais; localização e instalações; equipamentos e operação; mão-de-obra; e custo do tratamento e disposição dos materiais não recicláveis ou que não tenham aproveitamento econômico.

Para a viabilidade econômica do processo de reciclagem esses custos deveriam ser compensados pela venda dos materiais recicláveis, venda dos componentes a serem reutilizados e pela venda da energia recuperada pela incineração. Como as receitas são muito inferiores às despesas, no mundo todo discute-se quem deve pagar pelos custos do adequado tratamento dos VFV: o último proprietário, os fabricantes ou a sociedade através dos governos pela redução de impostos, ou destinação de fundos públicos para esta finalidade.

5. A DIMENSÃO DO PROBLEMA NO BRASIL

De acordo com a Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores (2010), o Brasil já conta com uma frota de aproximadamente 30 milhões de veículos, atrás apenas dos Estados Unidos, Japão, Alemanha, Itália, França, Reino Unido e México. A ANFAVEA previa, para o ano de 2011, 3,7 milhões de novos veículos licenciamentos no Brasil. Dados do DENATRAN (2011) informam que o Brasil teria mais de 70 milhões de veículos de todos os tipos, incluindo automóveis, caminhões, camionetas, ônibus, entre outros, dos quais quase 40 milhões seriam somente automóveis. A discrepância entre os números reflete possivelmente a



ANAIS

informalidade da atividade de sucateamento de veículos, na qual por vezes o proprietário não comunica as autoridades a retirada do veículo da circulação. Isso traz incerteza aos dados trabalhados, no entanto não afeta a avaliação da dimensão do problema.

O Brasil é uma das economias onde a produção e a demanda por veículos automotivos vem sendo significativamente expandida. A proporção de habitantes por veículo evoluiu de originais 11 habitante por veículo nos anos 90, para 6 habitantes por veículo atualmente. A indústria automotiva brasileira pretende aumentar em 62,3% a taxa de motorização, que é a relação entre veículos por habitante, até 2020. A intenção é passar dos atuais 154 para 250 veículos por 1.000 habitantes, o que chegaria a 4 habitantes por veículo. Para isso, o setor planeja investimentos de US\$ 21 bilhões até 2015 em ampliações e em novas fábricas. A produção anual, que neste ano foi projetada em 3,74 milhões de unidades, deve saltar para 6,3 milhões em dez anos (ANFAVEA, 2011).

5.1. A perspectiva quantitativa

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

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

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

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

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

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

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

A idade média da frota brasileira está estimada em 13,2 anos. Do total de 26 milhões de veículos 57% já ultrapassaram os 100.000 km rodados (SINDIPEÇAS, 2011). Segundo o Sindipeças (2011), 1.308.138 (4%) são veículos com mais de 20 anos e com estimativa de crescimento médio de 7,4% ao ano a partir de 2011, a frota circulante de veículos será superior a 46,5 milhões de unidades em 2015. Os veículos mais antigos tendem a ser substituídos por novos, entre outros motivos pela possibilidade de políticas públicas



ANAIS

estabelecerem metas para redução de poluição atmosférica e emissão de gases de efeito estufa.

Quando um veículo atinge seu final de vida útil, com aproximadamente 20 anos de uso, se não for abandonado nas ruas, acarretando em um gasto para o poder público e para a sociedade, além de ocupar indevidamente o espaço público, o veículo acaba em um desmanche. Só nos pátios do Departamento Estadual de Transito (DETRAN) no Estado de São Paulo, estão mais de 100 mil veículos apreendidos por irregularidades e dívidas enferrujando sob a ação das intempéries. De acordo com a prefeitura de São Paulo, são abandonados, em média, 500 veículos por ano, nas ruas do município (RODRIGUES, 2011).

A permanência destes veículos expostos às mais variadas condições climáticas, alocados diretamente ao solo nesses depósitos, bem como em todo e qualquer ferro velho não fiscalizado ou licenciado causam penetração de fluídos contaminados nos lençóis freáticos comprometendo o meio ambiente, além de se tornarem potenciais criadouros de ratos, cobras e outros animais, encravados geralmente em áreas urbanas de baixa renda (NAIME, 2011).

5.2. As Questões do Tratamento de veículos em fim de vida no Brasil

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

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

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

Nos desmanches é feito todo o processo de manufatura reversa para reaproveitamento de peças para o mercado de reposição. O que sobra pode ser enviado a reciclagem, particularmente a sucata ferrosa. No entanto, tipicamente tais empresas operam sem licença ambiental, Não possuem mão de obra treinada nem tampouco equipamento especializado ou instalações adequadas para proceder à descontaminação do veículo. Muitas vezes dispõem as carcaças expostas ao tempo diretamente sobre o solo desprotegido por um longo período. Estes desmanches muitas vezes estão localizados nos bairros mais afastados, em locais de baixo custo e alguns operam na informalidade, conforme relatado por Lazzari e Ugaya (2009). Tal situação foi confirmada em entrevistas realizadas com participantes da EXPOSUCATA, 2011. Processam baixos volumes, não possuem controle detalhado de seu inventário, e fornecem componentes sem garantia de procedência. Devido à ausência de um inventário, os potenciais clientes dos desmanches tem que percorrer diversos estabelecimentos à procura das peças que necessitam, e quando as encontram, muitas vezes tem que removê-las por conta



ANAIS

própria de um veículo semi-desmontado. Eventualmente, podem ser autuados como receptadores de peças roubadas, devido à falta de comprovação de procedência das peças.

6. INICIATIVAS RELACIONADAS A VEÍCULOS EM FIM DE VIDA ÚTIL EM OUTROS PAÍSES

Há iniciativas e programas para destinação de veículos em fim de vida útil que poderiam ser estudadas e aproveitadas.

Por exemplo, na Europa existe a Diretiva 2000/53/CE, atualizada até 2009 com metas de desempenho, cujo objetivo é proporcionar uma destruição ambientalmente adequada dos veículos sob responsabilidade dos fabricantes (EUROPA, 2011). As metas incluem 15% máximo do peso enviado para aterro ou incineração sem recuperação de energia, sendo que para modelos a partir de 2002 o limite é 10% e para modelos a partir de 2015 o limite é 5%. A legislação obriga os cidadãos europeus a entregarem os carros inutilizados em um operador licenciado.

De acordo com Forton et al, (2005) no Reino Unido, apenas 1500 dos 3500 centros de reciclagem possuíam o licenciamento ambiental para operar sob a nova regulamentação. Os 2000 restantes requerem uma melhoria significativa em consequência da Diretiva, e o custo de disposição adequada deve aumentar significativamente.

Em Portugal foram criados Centros de Desmantelamento da VALORCAR, uma instituição privada sem fins lucrativos que atua no gerenciamento dos veículos em fim de vida útil. Estes centros são instalações onde os veículos em final de vida podem ser entregues gratuitamente pelos proprietários, sendo aí submetidos às operações de despoluição e para promover a reutilização e a reciclagem. Em 2008 somente, a Valorcar processou 88.000 veículos em Portugal. Não há dúvida que o conjunto de medidas propostas pelo governo Português se mostraram de grande eficácia. Todavia, ainda existem em Portugal e outros países da Europa empresas que operam ilegalmente e não enviam os carros inutilizados para tratamento e reciclagem. Isto gera concorrência desleal com os operadores licenciados e risco de contaminação do solo e corpos de água (VALORCAR, 2008).

Na Argentina existe um modelo bem-sucedido ainda que de alcance limitado de reciclagem de veículos, com 29 centros legalizados de reciclagem, iniciados após a promulgação de uma lei feita para coibir o roubo de carros. Tais centros recebem cerca de 2.200 carros condenados anualmente, vindos de oito seguradoras, que recebem 40% da receita obtida. Cada veículo é descontaminado e tem até 15 tipos de peças recuperadas. Esta iniciativa reduziu a poluição e os desmanches ilegais, diminuindo em até 70% o furto e o roubo de veículos (CESVI, 2011).

Nos Estados Unidos, 95 % dos veículos retirados de serviço nos Estados Unidos são destinados à reciclagem, com cerca de 83% dos materiais sendo reaproveitados.; Aproximadamente 10 Milhões de veículos foram reciclados em 2005, criando um mercado vibrante para peças usadas e materiais reciclados (END OF LIFE, 2006)

Segundo Staudinger e Keoleian (2001) haviam nos Estados Unidos e Canadá 200 recicladores automotivos localizados principalmente em áreas muito populosas. Foram reciclados em 2000 cerca de 13,5 Milhões de VEÍCULOS EM FIM DE VIDA, com 4,7 milhões de toneladas de RFA sendo destinados a aterros sanitários.

Segundo Tam e Jekel (2004), apud Marques e Meireles (2006) cerca de 3 milhões de metros cúbicos de Resíduos Automotivos são gerados anualmente nos Estados Unidos e quantidade similar também é produzida nos países membros da Comunidade Europeia.



ANAIS

Devido aos custos associados para tratamento desses resíduos, eles acabam sendo destinados aos aterros sanitários.

De acordo com o Japan for Sustainability (2006), no Japão 4 milhões de carros foram enviados de lojas automotivas para centros de desmanche e reciclagem no ano de 2005. Nestes centros de 75 a 80% do peso dos carros são reciclados, enquanto os 25 a 20% restantes são enviados como RFA para aterros sanitários. Fatores que preocupam são a progressiva saturação dos aterros e as reduzidas margens de lucro do sistema de reciclagem. Também nesse país existe uma lei que determina os papéis das montadoras de veículos e entidades automotivas relacionadas na reciclagem de veículos usados. As taxas de reciclagem são pagas pelos proprietários. Essas taxas variam conforme o tipo de veículo e da soma dos custos para processar os gases presentes no sistema de ar condicionado, *airbags* e RFA, e aqueles envolvidos na gestão do sistema, podendo variar entre 51 e 153 Dólares Americanos. Em 2006 havia no Japão 5,800 empresas de desmontagem de veículos e 1200 de trituração.

7. DISCUSSÃO E RECOMENDAÇÕES

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

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

Outro elemento que pode influenciar a dinâmica de descarte de veículos em fim de vida útil é o aumento da fiscalização e das inspeções veiculares, visando o controle da poluição atmosférica na cidade, que pode levar muitos proprietários a anteciparem o descarte de seus veículos antigos, principalmente face as facilidades de financiamento existentes no mercado brasileiro.

O lado perverso dessa moeda é a tendência de aumento nas quantidades de veículos em final de vida útil. Seria necessário, portanto, existir no Brasil uma base para lidar com os imensos volumes de automóveis no final do ciclo de vida.

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

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

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



ANAIS

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

8. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A destinação de veículos em fim de vida no Brasil ainda é um tema que vem sendo tratado com pouca ênfase do ponto de vista ambiental. Por ser um problema crescente em função do aumento da frota, da tendência de fim de vida cada vez mais precoce e do uso de materiais menos recicláveis. Em função da quantidade de veículos novos vendidos atualmente, num horizonte de dez a vinte anos o descarte de resíduos de veículos pode atingir a ordem de grandeza de quase 4.000.000 de toneladas anuais de veículos em fim de vida. Obviamente esse número é apenas uma estimativa, mas dá uma idéia da ordem de grandeza do problema. Os resíduos de fragmentação automotiva poderão representar uma fração da ordem de 1,5% dos resíduos sólidos urbanos, e que potencialmente serão dispostos em aterros caso não seja desenvolvida a infra-estrutura adequada.

No momento, o Brasil encontra-se num panorama geral despreparado para enfrentar essa realidade, o que requer atuação do poder público e articulação do setor para que a questão seja resolvida. A Política Nacional de Resíduos Sólidos apresenta um arcabouço adequado para consolidação das ações do ponto de vista da destinação dos materiais, no entanto falta ainda articulação com a política industrial, uma vez que não há incentivos claros para priorização de materiais fáceis de reciclar ao fim da vida do veículo.

A indústria de reciclagem de veículos já é uma realidade em países como os membros da Comunidade Europeia, Japão, e até a próxima Argentina. Mas no Brasil faltam iniciativas e planejamento para lidar com os crescentes volumes de VFV e assim evitar um possível caos na mobilidade urbana e no meio ambiente, e há experiências que podem ser aproveitadas.

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

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

REFERÊNCIAS:

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004 Resíduos Sólidos: Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos resíduos Sólidos no Brasil 2010. Disponível em: <http://www.wtert.com.br/home2010/arquivo/noticias_eventos/Panorama2010.pdf>. Acesso em 20 fev. 2012.

ANFAVEA - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. Anuário da Indústria Automotiva Brasileira 2011; Disponível em: <www.anfavea.com.br/anuario.html>. Acesso em 10 nov 2011.

AEA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA AUTOMOTIVA. *Inspeção Vai Exigir Reciclagem de Veículos no Brasil*. 03 Set 2009. Disponível em:



ANAIS

- <www.aea.org.br/pt_br/inspecao-vai-exigir-reciclagem-de-veiculos-no-brasil>. Acesso em: 19 dez 2011.
- BRASIL. Código de Defesa do Consumidor. Lei 8078, de 11 de setembro de 1990.
- BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei 12305 de 2 de agosto de 2010.
- CESVI - CENTRO DE EXPERIMENTAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA. *CERTA Reciclagem de veículos*. Disponível em: <http://www.cesvibrasil.com.br/eventos/certa_reciclagem.shtm>; Acesso em: 12 out 2011.
- END-of LIFE VEHICLE SOLUTIONS CORPORATION. *Annual Report*. Farmington Hills; MI; USA, 2006.
- EUROPA. Gestão de Veículos em Fim de Vida. Disponível em: <http://europa.eu/legislation_summaries/environment/waste_management/121225_pt.htm> Acesso em 12 out 2011.
- FERRÃO, P.; NAZARETH, P.; AMARAL, J. Strategies for Meeting EU End-of-Life Vehicle Reuse/Recovery Targets. *Journal of Industrial Ecology* Vol. 10 Issue 4, p77-93, 2006.
- FORTON, O. T.; HARDER, M.K.; MOLES, N. R. Value from Shredder Waste: Ongoing Limitations in the U.K. *Resources, Conservation & Recycling* Vol. 46 Issue 1, p.104-113, 2006. DOI: 10.1016/j.resconrec.2005.06.007
- FUNAZAKI, A.; TANEDA, K.; TAHARA, K., INABA, A. Automobile life cycle assessment issues at end-of-life and recycling *Journal of Society of Automotive Engineers Review* Vol. 24 Issue 4, p381, 2003.
- FIPE - FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS (FIPE) *Preço Médio Veículos de Passeio e Utilitários Leves*. Disponível em: <http://www.fipe.org.br/web/index.asp?aspx=/web/indices/veiculos/introducao.aspx>. Acesso em 10 dez 2011.
- HARDER. M.K.; FORTON, O.T. A critical review of developments in the pyrolysis of automotive shredder residue. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* Vol. 79 Issue 1/2, p387-394, 2007. DOI:10.1016/j.jaap.2006.12.015
- HATSCHBACH, R. M; NIEMAYER, R.; NAVEIRO, R. M Panorama da Reciclagem de Componentes no Setor Automobilístico. XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais ... Ouro Preto: ABEPRO, 2003.
- JAPAN FOR SUSTAINABILITY; *The Recycling of End-of-Life Vehicles in Japan*. 2006. Disponível em: Acesso em: <<http://www.japanfs.org/en/mailmagazine/newsletter/pages/027816.html>>. Acesso em: 4 out 2011.
- LAZZARI, M.; UGAYA, C. A GESTÃO DOS VEÍCULOS EM FINAL DE VIDA NO BRASIL. *Anais do XVII Simpósio Internacional de Engenharia Automotiva - SIMEA 2009*. São Paulo: AEA Associação Brasileira de Engenharia Automotiva, 2009.
- MARQUES; F. O.; MEIRELLES, L. A. *Tendências da Reciclagem de Materiais na Indústria Automobilística*. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia / Centro de Tecnologia Mineral, 2006. 98p.
- MEDINA, H. V. de; GOMES, D. E. B. *Reciclagem de Automóveis: Estratégias, Práticas e Perspectivas*. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia / Centro de Tecnologia Mineral, 2003.
- MORSELLI, L.; SANTINI, A.; PASSARINI, VASSURA; V. Automotive shredder residue (ASR) characterization for a valuable management. *Waste Management* Vol. 30 Issue 11, p2228-2234, 2010. DOI:10.1016/j.wasman.2010.05.017



ANAIS

- NAIME, R; Impacto Ambiental dos Depósitos de Veículos; *Ecodebate – Cidadania & Meio Ambiente*. Disponível em: < <http://www.ecodebate.com.br/2011/09/13/impacto-ambiental-dos-depositos-de-veiculos-artigo-de-roberto-naime/>>; Acesso em: 26 nov 2011.
- ORGANIZATION INTERNATIONALE DES CONSTRUCTEURS d'AUTOMOBILES (OICA) 2010 *Production Statistics*. Disponível em: < <http://oica.net/category/production-statistics/>>. Acesso em: 24 nov. 2011.
- PASSARINI, F.; CIACCI, L.; SANTINI, A; VASSURA; V.; MORSELLI, L. Auto shredder residue LCA: implications of ASR composition evolution. *Journal of Cleaner Production* Vol. 23 Issue 1, p.28-36, 2012. DOI:10.1016/j.jclepro.2011.10.028.
- RODRIGUES, G. Por mês, Cerca de 40 Carros São Largados em Vias da Cidade; *Folha da Vila Prudente*; São Paulo; SP. 30 set. 2011; Disponível em: < <http://www.folhавp.com.br/acontece-na-regiao/751-por-mes-cerca-de-40-carros-sao-largados-em-vias-da-cidade.html>>. Acesso em 30 set. 2011.
- SANTOS; A. C; Como outros países se posicionam em relação à Inspeção Técnica Veicular; *Revista CESVI Brasil*; fev./mar. 2010.
- SINDIPEÇAS – SINDICATO NACIONAL DOS COMPONENTES PARA INDÚSTRIA DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. *Levantamento da Frota Circulante Brasileira*; Apr. 2011. Disponível em: < www.cesvibrasil.com.br/seguranca/biblioteca/dados_gerais/Frota_Circulante_Brasileira_SINDIPEÇAS.pdf>. Acesso em: 20 nov 2011.
- STAUDINGER, J.; KEOLEIAN, G. A. *Management of End-of Life vehicles (ELVs) in the US*. Center for Sustainable Systems, University of Michigan, 2001. 58 pg.
- UNEP UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAM. *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable development and Poverty Eradication*. Nairobi, 2011. Available: www.unep.org/greeneconomy.
- VALORCAR. *Guia de Desmantelamento de Veículos em Final de Vida*. (2008). Disponível em: < http://www.valorcar.pt/core/components/manageLibFiles/uploads/D/GUIADEsmantVALORCAR_LR.pdf>. Acesso em 10 out 2011.
- VERMEULEN, I.; VAN CANEGHEM, J., BLOCK, C., BAEYENS, J., VANDECASTEELE, C. Automotive shredder residue (ASR): Reviewing its production from end-of-life vehicles (ELVs) and its recycling, energy or chemicals' valorization. *Journal of Hazardous Materials* Vol. 190 Issue 1-3, p8-27, 2011. DOI:10.1016/j.jhazmat.2011.02.088
- WAHAB, D.A; GO, T.F.; RAHMAN, M.N.; RAMLI, R.; AZHANI, C.H.; Disassembly for Reuse: Implementation in the Malaysian Automotive Industry. *Australian Journal of Basic & Applied Sciences* Vol. 4 Issue 10, p.4569-4575, 2010.