

**GILBERTO TADAYUKI NAKAMURA**  
**MÁRIO TOSHIKI YOKOTA**

**LINHA DE DESMONTAGEM DE CHAPAS DE AÇO PARA RECICLAGEM**

9/5/2002  
Mário Toshiaki Yokota

Escola Politécnica da Universidade  
de São Paulo, Departamento de  
Engenharia Mecânica, Projeto  
Mecânico II: PMC 581

São Paulo  
2002

**GILBERTO TADAYUKI NAKAMURA**  
**MÁRIO TOSHIKI YOKOTA**

**LINHA DE DESMONTAGEM DE CHAPAS DE AÇO PARA RECICLAGEM**

Escola Politécnica da Universidade de  
São Paulo, Departamento de Engenharia  
Mecânica, Projeto Mecânico II: PMC 581

Área de Concentração: Engenharia  
Mecânica – Projeto e Fabricação

Professor Orientador: Prof. Dr. Gilmar  
Ferreira Batalha

Professor Coordenador: Prof. Dr. Edson  
Gomes

RS  
88A

São Paulo  
2002

## **DEDICATÓRIAS**

Aos nossos familiares e amigos, pelo  
incentivo e apoio nos momentos  
difíceis

## **AGRADECIMENTOS**

Os nossos sinceros agradecimentos ao Professor Gilmar Ferreira Batalha, pela paciência, orientação e companheirismo no decorrer deste trabalho.

## **SUMÁRIO**

1. PREFÁCIO .....	4
2. INTRODUÇÃO .....	6
3. HISTÓRICO .....	7
4. CONCEITOS AMBIENTAIS .....	8
4.1. PRODUÇÃO LIMPA .....	8
4.2. ISO 14001 .....	10
5. SITUAÇÃO BRASILEIRA .....	12
5.1. LEGISLAÇÃO BRASILEIRA .....	12
5.2. REALIDADE BRASILEIRA .....	13
5.3. PROGRAMA NACIONAL DE RENOVAÇÃO E RECICLAGEM DE VEÍCULOS.....	14
5.3.1. AS EXPECTATIVAS.....	16
6. RECICLAGEM DO AUTOMÓVEL.....	17
6.1. CICLO DE VIDA DO AUTOMÓVEL (LCA – LIFE CYCLE ASSESSMENT) .....	17
6.2. TRATAMENTO EM FIM DE VIDA .....	20
6.2.1. REUTILIZAÇÃO .....	22
6.2.2 RECICLAGEM DOS MATERIAIS.....	22
6.2.3 RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA .....	22
7. ESTUDO DE CASO.....	26
7.1. CHAPA DE AÇO .....	26
7.1.1. PROPRIEDADES DAS CHAPAS DE AÇO .....	27
7.1.2. DEFEITOS DAS CHAPAS DE AÇO.....	28
7.1.3 REVESTIMENTOS DE CHAPAS DE AÇO .....	29
7.1.4. GASTOS EVITADOS NA RECICLAGEM AUTOMOBILÍSTICA.....	30
7.2. PROCESSAMENTO DO AÇO EM UMA ACIARIA (GERDAU) .....	32

7.3. PROJETO DE LINHA DE DESMONTAGEM .....	33
7.3.1. LINHAS DE DESMONTAGEM AUTOMOBILÍSTICAS .....	34
7.3.2. PROCESSOS EXISTENTES .....	36
7.3.3. PROJETO PARA A MONTAGEM/DESMONTAGEM .....	41
7.3.4. PROJETO PARA A RECICLAGEM .....	43
7.3.5. PRODUÇÃO SEM DESPERDÍCIOS .....	46
7.3.6. EXTENSÃO DA RESPONSABILIDADE DO PRODUTOR .....	47
7.3.7. PROGRAMA DE INFORMAÇÃO DE DESMONTAGEM.....	49
7.3.8. PROJETO DA LINHA DE DESMONTAGEM E TRATAMENTO DA CHAPA DE AÇO .	52
7.3.9. PROCESSO DE CORTE.....	55
7.4. TENDÊNCIAS PARA O FUTURO .....	58
8. CONCLUSÕES.....	59
9. BIBLIOGRAFIA .....	61
9.1. OBRAS CONSULTADAS.....	61
9.2. PERIÓDICOS CONSULTADOS .....	61
9.3. SITES VISITADOS .....	62
ANEXO A .....	64

## **LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 1 – SISTEMA DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL SIMPLIFICADO [7.9].....	11
FIGURA 2 – CICLO DE VIDA NA ENGENHARIA [7.5].....	18
FIGURA 3 – CICLO DE VIDA DOS AUTOMÓVEIS [29] .....	20
FIGURA 4 – PROCESSO DE FRAGMENTAÇÃO [15] .....	21
FIGURA 5 – RECUPERAÇÃO DE ENERGIA ATRAVÉS DA QUEIMA DOS RESÍDUOS PROVENIENTES DOS FRAGMENTADORES [15] .....	23
FIGURA 6 – TRATAMENTO EM FIM DE VIDA DOS VEÍCULOS [29] .....	24
FIGURA 7 – LAMINADO Fe-Zn [4] .....	30
FIGURA 8 – CHAPAS DE AÇO REICLÁVEIS DOS AUTOMÓVEIS E ESQUELETO DA ESTRUTURA SEM AS CHAPAS [33].....	31
FIGURA 9 – SEQÜÊNCIA DE DESMONTAGEM DOS AUTOMÓVEIS EM FIM DE VIDA [29].....	35
FIGURA 10 – LINHA DE DESMONTAGEM ENSAIADA PELA NISSAN [15].....	36
FIGURA 11 – DESMONTAGEM E RECICLAGEM DE PARTES DE SUCATA [7.1] .....	40
FIGURA 12 – PROJETO DOS COMPONENTES DE FORMA A FACILITAR A DESMONTAGEM / RECICLAGEM [29].....	43
FIGURA 13 – DESMONTAGEM E SEPARAÇÃO DAS PEÇAS PARA REUTILIZAÇÃO OU RECICLAGEM DOS MATERIAIS [29] .....	49
FIGURA 14 – GRUPO DE DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA DE DESMONTAGEM [29] .....	50
FIGURA 15 – QUADRO DO PROGRAMA, COM INFORMAÇÃO SOBRE OS COMPONENTES DAS PORTAS [29] .....	50
FIGURA 16 – INFORMAÇÃO SOBRE OS COMPONENTES DO AUTOMÓVEL [29].....	51
FIGURA 17 – INFORMAÇÃO DISPONIBILIZADA PELO PROGRAMA EM FORMATO DE TABELA. [29] .....	52
FIGURA 18 – LASER CUTTER [36] .....	54
FIGURA 19 – LASER CUTTER [36] .....	54
FIGURA 20 – ETAPAS DO CORTE DE CHAPA .....	56
FIGURA 21 – DESEMPENADEIRA.....	58

### **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 – MARCOS LEGISLATIVOS BRASILEIROS [19] .....	12
TABELA 2 – CATEGORIAS AMBIENTALMENTE SIGNIFICATIVAS PARA VEÍCULOS [7.11] .....	18
TABELA 3 – TABELA COMPARATIVA DOS GASTOS DE ENERGIA [7.5] .....	25
TABELA 4 – CONTEÚDO FERROSO RECICLÁVEL EM UM VEÍCULO PADRÃO [7.3] .....	37
TABELA 5 – COMPOSIÇÃO EM MASSA DOS COMPONENTES VEICULARES.....	66

### **LISTA DE GRÁFICOS**

GRÁFICO 1 – PAÍSES COM MAIOR PRODUÇÃO AUTOMOBILÍSTICA [7.10] .....	7
GRÁFICO 2 – GRÁFICO REPRESENTATIVO DA CLASSIFICAÇÃO APROXIMADA DE AÇO PARA CHAPAS, BASEADA EM ENSAIOS DE DUCTILIDADE E DE DUREZA ROCKWELL B. [5] .....	28
GRÁFICO 3 – COMPOSIÇÃO MATERIAL VEICULAR [7.16 (MODIFICADO)].....	38
GRÁFICO 4 – FROTA CIRCULANTE DE AUTOMÓVEIS E COMERCIAIS LEVES (FONTE: ANFAVEA).....	69

## **1. Prefácio**

Atualmente cerca de 18 milhões de veículos circulam pelo Brasil, sendo 8,5 milhões deles com idade superior a 10 anos e cerca de 5,5 milhões com mais de 15 anos. Entre os quais estão os mais de 480 mil caminhões e mais de 54 mil ônibus com idade acima de 16 anos.

Não há dúvida que a frota brasileira está envelhecida, e uma vez que a reciclagem de materiais é atualmente uma necessidade do mundo industrializado, é fundamental que toda essa sucata seja introduzida em um ciclo sustentável, assegurando que o maior símbolo da sociedade industrial seja transformado, ao final de sua vida útil, em fonte de geração de novos empregos e menor impacto sobre o meio ambiente.

Veículos novos - normalmente mais seguros, econômicos e menos poluentes - convivem lado a lado com veículos de idade muito elevada, muitos dos quais sem nenhuma condição de trafegar nas ruas. Legislações ambientais e de segurança pouco rigorosas, baixos salários, concentração de renda, altos preços dos veículos 0 km e das peças de reposição, transporte coletivo caro e ruim - explicam em grande parte tais características da frota brasileira.

Também se verifica o abarrotamento de veículos nos principais centros urbanos, o que reduz a velocidade média de circulação, aumenta a poluição e o consumo de combustíveis, gerando enormes perdas econômicas e sociais.

Por outro lado, o país tem a necessidade incessante de incremento da produção, da produtividade e de novos investimentos na cadeia automobilística, pois é ela uma das maiores geradoras de emprego, renda, tecnologia, receita cambial e impostos.

Montadoras brasileiras, como a Mercedes Benz, já buscam, em seus novos projetos de produtos, criar condições para uma maior facilidade na desmontagem dos veículos, prevendo a reciclagem futura de certos materiais no menor tempo possível e com reaproveitamento ao máximo de seus materiais.

Embora em estágio inicial, em países como a Alemanha, Itália e EUA vem crescendo o know how com o reaproveitamento de materiais de veículos. Para se ter uma idéia, a American Automobile Manufacturing Association, realiza um

programa que anualmente recicla parte dos 11 milhões de veículos americanos com idade superior a 10 anos.

No mundo todo, aproximadamente 35 milhões de veículos são descartados anualmente. São números superlativos como estes que criam a necessidade de se pensar em maneiras de diminuir o impacto ambiental causado pelo descarte de carros que aumentam cada vez mais e são abandonados como sucata em ferros velhos, depósitos de lixo e mesmo nas ruas.

## **2. Introdução**

O presente trabalho visa implementar uma linha de desmontagem de chapas de aço galvanizadas que são descartadas pelos consumidores domésticos, uma vez que estas chapas estão presentes em automóveis, fogões, geladeiras, nos mais variados tipos de armários etc.

São tantas as aplicações desse material que se optou por tomar um caso em particular; as chapas de aço que são utilizadas no corpo dos automóveis.

A escolha desse exemplo não foi ao acaso, procurou-se com isto elaborar um estudo atual, visto que nos dias de hoje existe uma preocupação cada vez mais crescente em relação ao impacto ambiental causado pela produção em massa de veículos automotivos, tanto no que concerne a sua fabricação até a sua disposição final.

É importante destacar, no entanto, que o trabalho poderia ser aplicado a qualquer outro produto que faz uso das tais chapas.

Esse estudo será iniciado com uma visão geral da reciclagem automobilística no mundo e no Brasil, em seguida uma rápida explanação a respeito da produção do aço e chapas galvanizadas e suas aplicações, passando para o projeto da linha de desmontagem propriamente dita.

### 3. Histórico

A produção em massa do automóvel iniciada nos Estados Unidos no começo do século XX alterou radicalmente o modo de vida do homem e o mapa econômico do mundo. O nível de produção do automóvel tornou-se um barômetro da economia mundial, cuidadosamente controlada pelos líderes políticos e analistas de mercado. Liderando a indústria mundial, o gigantismo das empresas, aliado ao grande número de subsidiárias e empresas satélites, a indústria automobilística criou, abriu novas oportunidades de emprego e contribuiu decisivamente para o desenvolvimento dos mais variados setores da indústria de modo a responder por 10% dos empregos diretos e indiretos gerados no mundo.

Em 1969 a produção mundial de automóveis totalizava 23 milhões de unidades, e em 1998 a produção superou a marca dos 45 milhões produzidos, movimentando um montante de um trilhão de dólares.

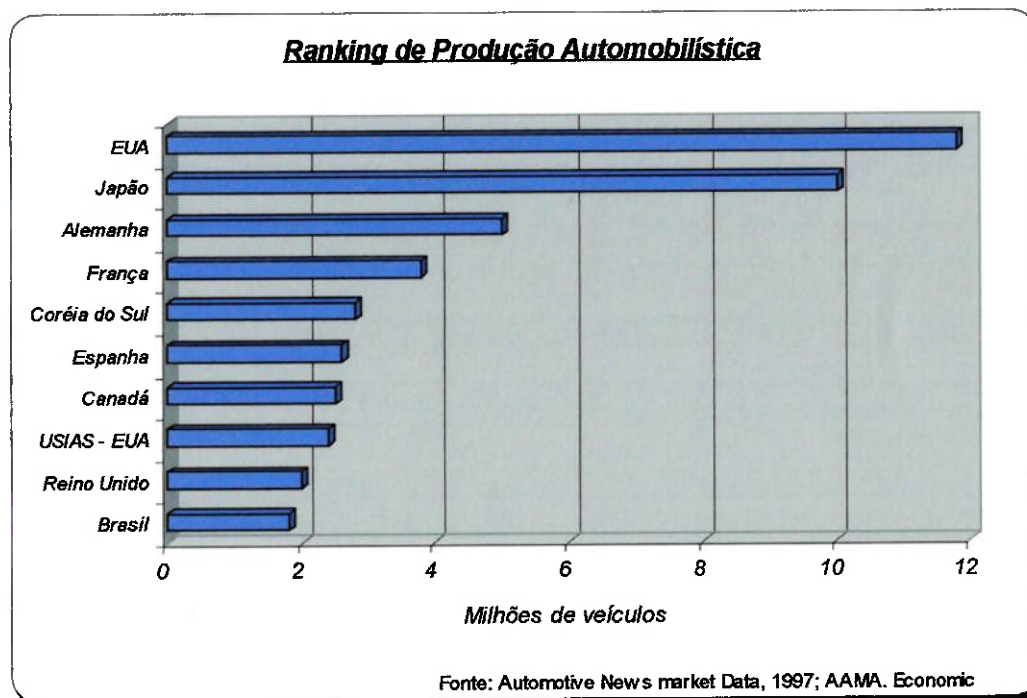


Gráfico 1 – Países com maior produção automobilística [7.10]

O número de carros circulando atualmente pelo mundo é estimado hoje em 550 milhões, podendo chegar a 593 milhões em 2005 e 1 bilhão por volta do ano 2030.

## **4. Conceitos Ambientais**

### **4.1. Produção Limpa**

Pode-se definir Produção Limpa como a contínua aplicação de uma estratégia ambiental preventiva e integrada aplicada a processos, produtos, e serviços para aumentar a eco-eficiência e reduzir riscos humanos e ao ambiente.

- **Processos:** conservação de matérias-primas e energia, eliminação de matérias-primas tóxica e redução na quantidade e toxicidade de todas emissões e resíduos.
- **Produtos:** redução nos impactos negativos ao longo do ciclo de vida do produto, da extração da matéria-prima até a disposição final.
- **Serviços:** incorporação de conceitos ambientais dentro do projeto e execução dos serviços.

Por sua vez, “eco-eficiência” é o estado alcançado pela entrega de produtos e serviços com preços competitivos que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida, enquanto, progressivamente, reduzem os impactos e os recursos energéticos, do começo ao fim do ciclo de vida, para um nível de pelo menos, alinhado com as estimativas da capacidade de carregamento da terra.

Como se pode concluir a partir da integração de objetivos, a produção limpa focaliza as causas não tratando apenas sintomas, indo além do contexto de tecnologia limpa. Para que haja a real integração para a produção limpa é necessária uma postura filosófica, uma atitude e vontade generalizada.

Conforme o Eco-Trade Manual (1995, p.13), é estimado que 70% de todo o lixo gerado (resíduo sólido e emissões) dos processos industriais poderia ser combatido na fonte pelo uso de atitudes ecologicamente corretas, trazendo, inclusive, vantagens financeiras. Fica difícil, portanto, compreender porque não se aplicam sempre as boas práticas ambientais se elas protegem o ambiente, o produtor e o consumidor. Uma explicação razoável deve ser porque a comunidade empresarial não está suficientemente conscientizada dos benefícios advindos da produção limpa.

Pela definição do PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) tecnologia limpa (ou “cleaner production”, nos EUA) significa “aplicar de forma contínua, uma estratégia ambiental aos processos e produtos de uma indústria, a fim de reduzir riscos ao meio ambiente e ao ser humano. Essa estratégia visa prevenir a geração de resíduos, em primeiro lugar, e ainda minimizar o uso de matérias-primas e energia”. Continuando a linha de raciocínio: “adotar uma tecnologia limpa não significa dizer, entretanto, que as instalações de uma fábrica existente tenham que ser inteiramente substituídas e sucateadas”.

A Produção Limpa desperta interesse pelo momento histórico em que o mundo está vivendo, no sentido de absorção de conceitos ecológicos em todas as áreas do conhecimento. Na indústria, por ser inerente ao processo produtivo algum impacto ambiental, acredita-se que deva ser dada especial atenção à forma pela qual ela está convivendo e gerenciando as questões ambientais.

Nas últimas décadas, principalmente no período pós Conferência Rio-92, tem aumentado a pressão internacional pela preservação dos eco-sistemas. Outros fatores como uma legislação ambiental rígida e a preocupação cada vez maior dos consumidores com a qualidade ambiental dos produtos, tem levado as empresas a repensarem suas estratégias de produção. As estratégias de produção são, portanto, impulsionadas a se posicionarem de uma forma mais holística, considerando as extensões. O sentimento de “ecologicamente correto” firma-se, por conseguinte, em toda a cadeia produtiva. Desta forma, as técnicas de produção limpa tornam-se ferramentas importantes a serem consideradas no nível estratégico produtivo. A ênfase da produção limpa em não geração de resíduos, em vez de tratamento do resíduo, que é a técnica ‘*end of pipe*’ (fim-de-tubo), pode significar bons ganhos à organização. As tecnologias *end-of-pipe* transferem custos diretamente para o produto, seja pela adoção de acessórios que os tornem menos poluentes, seja pelo repasse do custo de minimização dos rejeitos no seu processo produtivo.

O entendimento real do que é “produção limpa” torna-se, portanto, um diferencial competitivo vantajoso. As estratégias de produção necessitam compreender o paradoxo ambiental: O que no passado era visto como restritivo na verdade pode

tornar-se uma grande oportunidade de novos negócios, ou de reforço do negócio atual.

O programa de produção limpa tem três objetivos:

1. Aumentar o conhecimento mundial do conceito de produção limpa;
2. Ajudar os governos e a indústria a desenvolver e adotar programas de produção limpa com uma visão de mudança do modelo de produção;
3. Facilitar a transferência de tecnologia de produção limpa.

#### **4.2. ISO 14001**

A ISO 14001 é um sistema de gerenciamento ambiental similar em sua estrutura com o modelo ISO 9001 de qualidade. As 17 áreas endereçadas na norma incluem o estabelecimento de políticas ambientais, treinamento e conscientização de suas responsabilidades dos funcionários cujo trabalho tem significativo impacto ambiental, conservando documentações, demonstração de preparo diante de acidentes ambientais monitorando e medindo as tarefas fundamentais de todo o processo de produção.

Todos os fornecedores de material poderão ter seu produtos escolhidos não apenas pelo critério que são adotados hoje como custo efetivo ou baixo peso, mas também pelo fato deles poderem ser recicláveis ou não.

A Ford estabeleceu a implementação desta norma como prioridade máxima quando esboçou em 1995 o plano Ford 2000.

Sabe-se que essa norma é muito reconhecida fora dos EUA. E a principal razão para ir adiante com o projeto é porque a empresa sempre teve visão global, já que no mundo de hoje o comprometimento ambiental se torna cada vez mais necessário para o sucesso de uma companhia.

A pressão de mercado é agora a força dominante que conduz os registros de certificação ISO 14001.

Isto não é surpresa considerando que muitas das dez mil companhias registradas com a ISO 14001 ao redor do mundo exigem que seus fornecedores sejam registrados com a norma, pois precisam manter seus consumidores e continuar a

competir na economia globalizada. Lucratividade e responsabilidade social são outras das razões que compelem para a obtenção do registro.

A ISO 14000 requer que a organização tenha uma política ambiental. E permite a oportunidade de desenvolver seus próprios programas de gerenciamento ambiental e aplicá-lo onde for mais conveniente para seus negócios como: água, reciclagem, manuseio de material tóxico, minimização na utilização de recursos naturais etc. E recomenda um processo que envolve planejamento, implementação, avaliação e melhoramento.

O fluxo para um sistema de gerenciamento ambiental e simplificado é mostrado abaixo:

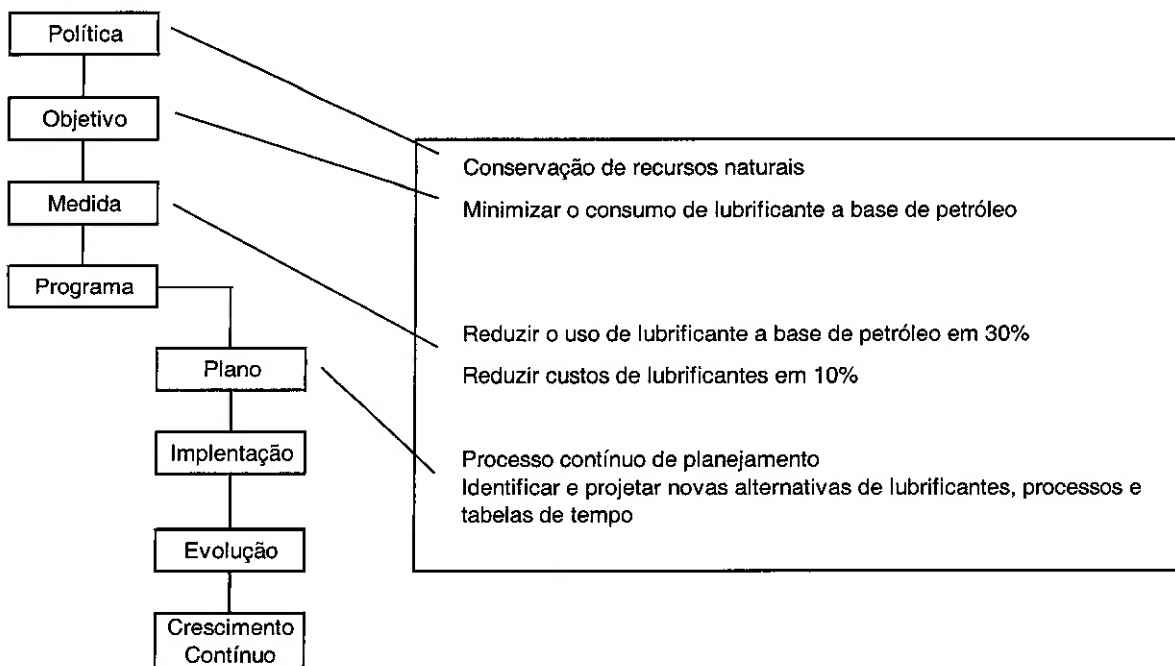


Figura 1 – Sistema de Gerenciamento Ambiental Simplificado [7.9]

O certificado concede para a companhia o veículo que assegura a todos os envolvidos que um padrão de reconhecimento internacional é uma parte integrante do seu sistema de gerenciamento.

## 5. Situação Brasileira

### 5.1. Legislação Brasileira

É difícil saber-se com exatidão quando se iniciou no Brasil o sentimento de preservação ambiental. A tabela abaixo (Tabela 1) indica uma sucessão cronológica de acontecimentos que marcam o desenvolvimento legislativo brasileiro, não tendo a intenção de ser um apanhado completo. Para uma análise aprofundada devem ser consultadas as legislações estadual e municipal.

MARCOS LEGISLATIVOS BRASILEIROS	
FATO	DESCRIÇÃO
Decreto nº 25.645 10/07/1934	Focaliza a proteção dos animais e esclarece que todos os animais existentes no país são tutelados pelo Estado.
Comitê ISSO 1947	Brasil participa de sua fundação.
Decreto Lei nº 1413 21/01/1961	Aprovação do Código Nacional de Saúde
Lei 73030 1973	Criação da Secretaria Nacional Especial do Meio Ambiente, objetivo de centralização das ações de diversos órgãos federais.
Lei 6902 27/04/1981	Dispõe sobre a criação das estações ecológicas e áreas de proteção ambiental
Lei 6938 31/08/1981	Dispõe sobre a política nacional do meio ambiente caracterizando seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.
Lei 7347 24/07/1985	Disciplina a ação civil pública por danos causados ao meio ambiente.
Decreto nº 99274 06/06/1990	Regulamenta a lei 6938 (31/08/1981) e a lei 2902 (27/04/1981).
Art. 225 Constituição (1988)	Dispõe em seis parágrafos as diretrizes nacionais com respeito ao meio ambiente.

Tabela 1 – Marcos Legislativos Brasileiros [19]

O objetivo do quadro acima é mostrar que não é por falta de leis ou normas (série de normas técnica NBR) que o ambiente é depredado. É uma questão de cumprimento de leis, consciência e vontade, ressaltando-se a intensidade da

vontade política como uma das principais mantenedoras da conquista de um bom meio ambiente.

## **5.2. Realidade Brasileira**

No Brasil o programa de inspeção e segurança veicular do DETRAN prevê a retirada de circulação dos veículos com mais de 10 anos de uso o que cria fatalmente um problema ecológico

Hoje pouco se recupera do carro que vai para o desmanche em ferros velhos. Em geral se comercializam peças que ainda estão em condições de uso, enquanto as carcaças e os componentes sem valor comercial são abandonados na natureza.

Assim, empresas como a Fiat planejam seus novos produtos visando a reciclagem. Exemplo disso é o Pálio, que foi concebido para ser montado e desmontado de forma a atender o sistema FARE (Fiat Auto Reciclagem).

Segundo Pedro Belissário, integrante que desenvolve o programa FARE, “A reciclagem responde a uma necessidade mais ecológica, mas no futuro pode se tornar economicamente atraente para toda a cadeia produtiva, se houver possibilidade de volume de produção. Em seis anos de operação o sistema FARE praticado na Itália permitiu a reciclagem de quase 900 mil veículos. E os resultados são animadores: cerca de 15 mil toneladas de vidro foram reprocessados, transformando-se em quase 100 milhões de garrafas. De quase quatro mil toneladas de pára-choque, foi possível produzir 1,6 milhão de dutos de ar e 5 mil toneladas de espumas de banco transformaram-se em 6 milhões de m<sup>3</sup> de artigos de decoração. A fração metálica sempre foi reciclada, a proposta da montadora é reutilizar os materiais restantes de modo competitivo”.

A reciclagem já é um processo incorporado ao processo produtivo da Fiat. Sua ilha ecológica recebe mensalmente 18 mil toneladas de materiais oriundos de descartes de produção. Lá a sucata metálica é prensada e enviada a siderúrgicas para reprocessamento. As baterias são recondicionadas e remetidas a fornecedores, que delas reaproveitam o chumbo e a carcaça para a confecção de novas baterias. Os vidros são triturados e enviados a um fábrica, que os transformam em garrafas e outros artefatos.

O papel e o papelão proveniente de embalagens são prensados e reprocessados externamente, retornando à Fiat como embalagens de peças e acessórios que são distribuídos para as concessionárias. A espuma dos bancos é moída, reprocessada e usada para produzir outras peças do carro, como o vão do estepe do pálio. A borra de tinta é recolhida e enviada a fábricas, servindo para gerar tintas com novas aplicações.

Toda a família dos plásticos passa pela reciclagem, que processa 120 toneladas desses materiais mensalmente. Nesse processo, entram todas as partes plásticas não aproveitadas nos veículos, além de caixas de isopor usadas para embalar motores importados e copos descartáveis recolhidos pela coleta seletiva.

### **5.3. Programa Nacional de Renovação e Reciclagem de Veículos**

Em 1996, a Associação Brasileira de Engenharia Automotiva constituiu, juntamente com outras entidades uma comissão para elaborar propostas visando à criação de um Sistema Nacional de Reciclagem de Veículos, articulado a um programa de inspeção obrigatória dos veículos.

Mais recentemente foi lançado o documento “Renovação e Reciclagem da Frota de Veículos: as propostas dos metalúrgicos do ABC”, que destacava a reciclagem de materiais como uma das ações absolutamente necessárias para a renovação da frota.

É importante destacar desde já, que o Projeto de Lei 1,016/99, de autoria da Comissão de Economia, Indústria e Comércio, que pretendia instituir o Programa Nacional de Renovação e Reciclagem de Veículos, não foi aprovada, devido a impasses entre o Ministério do Desenvolvimento e a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea). O projeto visava englobar todos os veículos com mais de quinze anos, independentemente de possuir motor a gasolina ou a álcool, porém, o governo aceitaria, no máximo, discutir um plano vinculado ao carro a álcool, o que não foi acordado pela Anfavea.

Neste trabalho não entramos no mérito de se discutir sobre os entraves burocráticos e políticos da questão, mas no caráter técnico, visando a

reciclabilidade, a preocupação com a preservação do meio ambiente e a instituição do desenvolvimento sustentável.

O objetivo do Programa de Renovação e Reciclagem de Veículos seria, por meio de acordo entre governo, sindicatos e iniciativa privada, estimular a substituição programada de veículos automotores de fabricação nacional, que tivessem tempo de uso igual ou superior a quinze anos.

Essa proposta surgiu na comissão de Economia, Indústria e Comércio a partir de audiência pública, no dia 15 de abril de 1999, com a presença de empresários e trabalhadores dos setores automotivo e sucroalcooleiro. Tornada projeto de lei, previa que o governo federal devesse implementar medidas fiscais, e créditos e reguladoras para viabilizá-la. Quanto à iniciativa privada, as medidas adotadas deviam objetivar a redução do preço final do veículo da ordem de 30%, àqueles que optassem pelo Programa.

A meta seria a substituição anual de 400 mil veículos, durante os primeiros cinco anos. Conforme estudos elaborados pelo Sindicato dos Metalúrgicos do ABC, com a produção desse número de veículos e considerando-se um crescimento em torno de 10% da produtividade no setor automobilístico para os próximos anos, estimava-se a geração de mais de 12 mil empregos diretos nas montadoras e cerca de 32 mil no restante da cadeia produtiva. Vale ressaltar que estimativas mostram que o universo de veículos com idade acima de 15 anos é de 4,080 bilhões (Frota Nacional Circulante em 1995).

Não bastasse a questão do emprego, o Sindicato dos Metalúrgicos do ABC, em estudo elaborado a respeito da Renovação e Reciclagem da Frota de Veículos (novembro/98), também destaca 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.

Existe ainda outro aspecto, que é a reciclagem de materiais. Os veículos substituídos seriam uma fonte rica de materiais recicláveis, que a própria indústria automotiva poderia aproveitar. Em alguns países da Europa a reciclagem já é uma realidade: os resíduos líquidos (combustível, água do radiador, fluido do

freio, óleo do câmbio, água da bateria e óleo do motor) são retirados, os vidros são vendidos para a produção de garrafas, além de indústrias especializadas que recuperam a platina de catalisadores. O aço, que representa em média 57% do peso bruto do veículo, também é reciclado, vendido por sucateiros para pequenas indústrias siderúrgicas que aproveitam para fabricar pregos, parafusos etc.

É importante lembrar que países como França, Espanha, Itália e Argentina implantaram programas de incentivos à renovação da frota, com efeitos na geração de emprego, preservação ambiental e reflexos na economia. Além disso, é sabido que o País tem no modal rodoviário o seu principal tipo de transporte: em 1997, 57,58% das cargas foram transportadas por rodovias.

No entanto, a idade média da frota girava em torno de 11 anos. Metade dos caminhões leves, médios e semi-pesados e cerca de 25% dos caminhões pesados e extra-pesados têm idade superior a 15 anos. Essa média de idade é considerada alta e entra como mais um componente no custo do transporte sobre rodas.

### **5.3.1. As expectativas**

Para se ter uma idéia das expectativas criadas em torno do Projeto de Renovação da Frota, é interessante acompanhar a seguinte matéria de 22 de março de 2000, extraída do site <http://www.unilivre.org.br>, a respeito dos negócios que seriam gerados em função do projeto. Além da entrevista do deputado José Machado (PT-SP), sobre o caráter social do projeto, em relação à geração de empregos, extraída do site <http://www.informes.org.br>. A idéia por trás da proposta é a necessidade de geração de novos empregos já que a indústria automobilística é dinâmica e existe uma imensa cadeia produtiva nesse setor. A outra razão seria a melhoria nas condições de segurança e meio ambiente. Essa proposta é discutida amplamente pelo governo e parlamentares e espera-se que o projeto comece a entrar em vigor o quanto antes, pois vários países já o tem em funcionamento. A integra desta entrevista encontra-se no final do trabalho.

## **6. Reciclagem do Automóvel**

Atualmente, é para os sucateiros que os veículos em fim de vida são enviados. Este procedimento não tem preocupações com a saúde pública nem com o meio ambiente, não preserva os componentes ou os materiais. Pode acontecer que os fluídos dos automóveis escurram, contaminando os solos e as águas subterrâneas, enquanto que os metais e as peças com valor ficam a oxidar ou deteriorar-se a céu aberto. Qualquer automóvel no fim da sua vida gera uma sucata de aproximadamente 700 Kg de metal, que será reutilizada como matéria-prima em indústrias de produção de aço. Após a trituração, os restantes materiais (cerca de 300 Kg) representam o resíduo dos fragmentadores (ASR). Esta mistura é constituída por pequenos fragmentos de borracha, plástico, tecido, vidro e tintas contaminadas com pós-metálicos, óleos e outras sujidades. De fato, este desperdício de material é perigoso, difícil de processar e causa consideráveis danos ao meio ambiente que podem ser evitados. Torna-se necessário implementar a gestão do fim de vida do veículo, tentando minimizar o impacto ambiental e aumentar a reciclabilidade dos componentes e materiais dos veículos, através de redes de recuperação e de processamento dos automóveis.

### **6.1. Ciclo de vida do automóvel (LCA – Life Cycle Assessment)**

Muitas empresas fazem uso da LCA para examinar a performance ambiental dos produtos durante todo o seu tempo de vida, da extração de material bruto, abrangendo toda a vida do produto até a sua disposição final.

A grande vantagem do LCA é que o sistema permite obter uma visão macro de toda a performance ambiental de um sistema de produção e o monitoramento do desgaste ambiental.

Auxiliar na diminuição da poluição é o foco da análise do ciclo de vida como parte integrante da estratégia global e local para diminuir a poluição mantendo níveis de ótima eficiência, crescimento econômico, criação de empregos e proteção ambiental.

Diversas medidas têm sido utilizadas para caracterizar o desempenho ambiental de veículos.

Categorias Ambientalmente Significativas para Veículos				
Recursos consumíveis	Recursos economizados	Emissão de sólidos	Emissão atmosférica	Emissão de fluidos saturados
Estágio de ciclo de vida energético	% de conteúdo reciclado	Índice de perda	Emissão de ar	Emissão de água
Ciclo de vida de hidrocarbonos	% reciclado	Perda total de sólidos	Potencial de aquecimento global	Demanda de oxigênio biológico
Requerimento de ciclo de vida de combustível	Fonte reduzida		Potencial de acidez	Demanda de oxigênio químico
Ciclo de vida de hidrocarbonos poliméricos	Peso reduzido			Sólidos em suspensão
Peso do sistema				Sólidos dissolvidos

Tabela 2 – Categorias Ambientalmente Significativas para Veículos [7.11]

O campo de interesse do LCA engloba a extração de matéria prima e termina com a disposição final do produto.

O conceito muda a maneira de se fazer engenharia, pois inclui aspectos ambientais no projeto e desenvolvimento de processos.

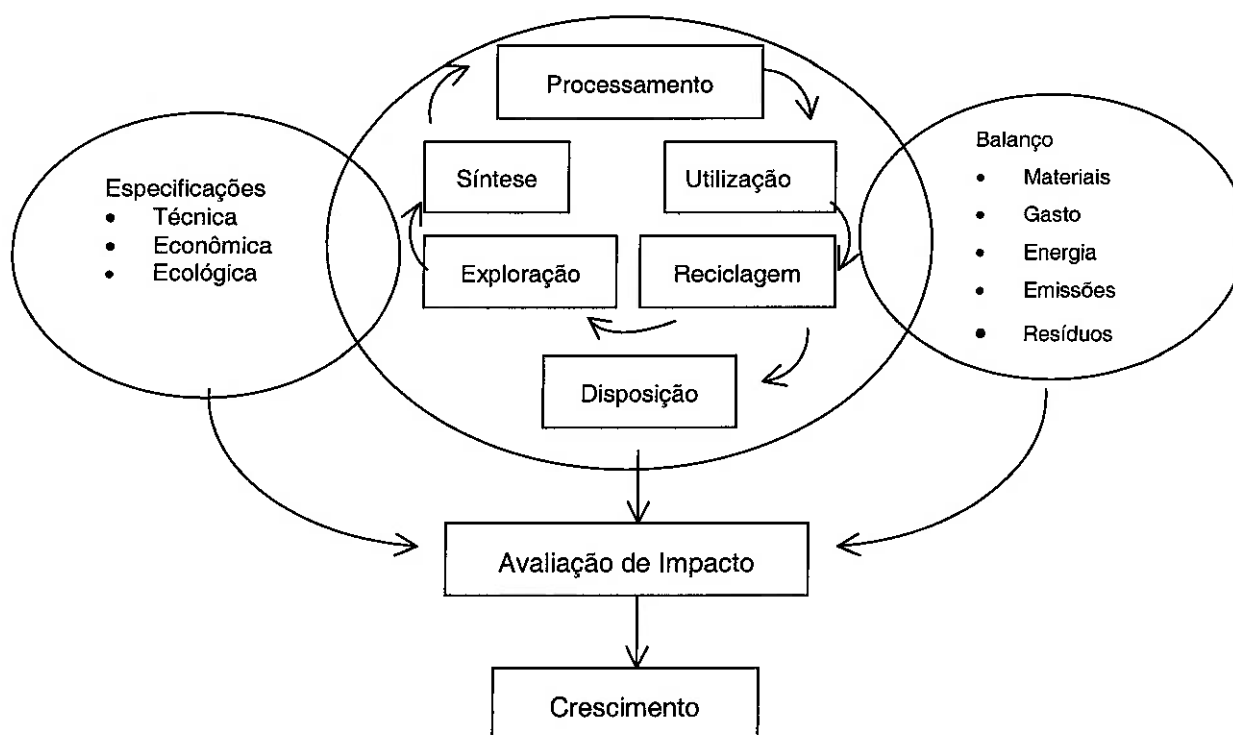


Figura 2 – Ciclo de Vida na Engenharia [7.5]

Se os automóveis fossem projetados para a desmontagem poder-se-ia recuperar praticamente a totalidade do veículo. Não se faz um projeto automobilístico hoje em dia visando apenas a montagem, mas também a desmontagem. Enquanto

que uma casa tem duração de décadas ou mesmo séculos, tecnologias mudam tão rapidamente que não se pode esperar o mesmo dos carros.

Um veículo tem em sua composição 57% de aço, 11% de ferro fundido, 5,6% de materiais não ferrosos, 10,4 % de plásticos, 6% de elastômeros, 5,5% de tinta e 4,5% de vidro. Com uma vida útil de aproximadamente 11 anos, mais de 123 milhões de automóveis de passeio estão em circulação nos EUA. E apesar de sua complexidade construtiva, ele é um dos produtos mais reciclados nos dias de hoje. A indústria de aço, juntamente com as indústrias de trabalho com sucata, estabeleceram a base da infra-estrutura de reciclagem que existe hoje nos EUA.

O corpo e o motor normalmente são feitos de aço e contém e torno de 25% de material reciclado. E isto é devido ao fato de que a sucata de ferro é um material abundante para a produção de aço novo

Potencialmente todo o aço e ferro são recuperáveis juntamente com todos os outros materiais metálicos como: alumínio, cobre, chumbo.

As raízes da reciclagem estão apoiadas na indústria de aço que necessitam da sucata de ferro.

De 1999 a 2000, 13 milhões de veículos foram parar nas trituradoras de modo que 12,1 milhões de toneladas de aço foram reaproveitados nos EUA.

Começa a sentir-se uma pressão para que se faça uma utilização eficiente dos limitados recursos naturais, com o objetivo de reduzir o consumo de matérias-primas e a produção de resíduos. Alguns construtores estão já a desenvolver a recuperação de energia, como forma de lidar com os resíduos provenientes dos fragmentadores, de uma forma amigável para o meio ambiente.

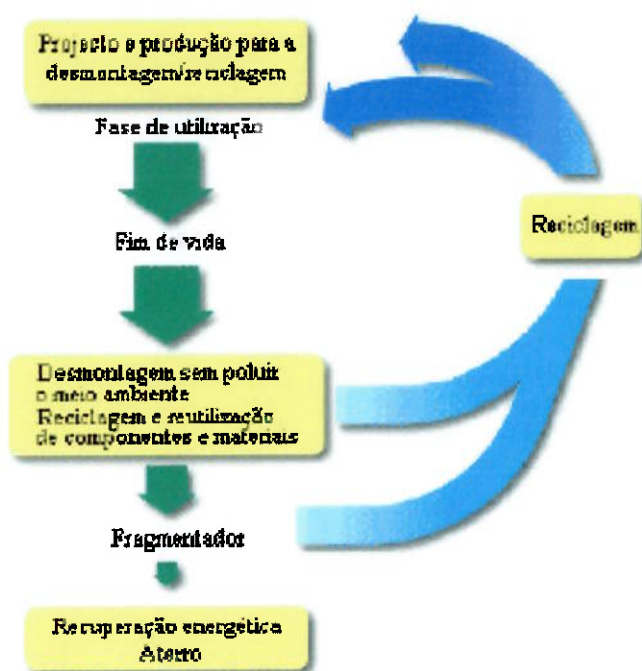


Figura 3 – Ciclo de vida dos automóveis [29]

## 6.2. Tratamento em fim de vida

Mais cedo ou mais tarde, todos os automóveis atingem o fim da sua vida útil. Os automóveis mais novos, com uma idade até seis anos, são desmontados em sucateiros e muitas das suas peças reutilizadas. As sucatas de automóveis mais antigos são trituradas em fragmentadores ("shredders").

Nos Estados Unidos, os 11 milhões de veículos que chegam todos os anos ao fim da sua vida útil são retirados de circulação. Uma rede de desmontadores e fragmentadores processa 94% desses veículos, removendo os componentes que ainda poderão ser reutilizados e separando os materiais para reciclar. Aproximadamente 25% do peso do veículo ou perto de 75% em volume continua como desperdício. Este desperdício denominado "Auto Shredder Residue" (ASR) ou "fluff" é um forte consumidor de recursos e um problema para a gestão dos desperdícios. É composto por materiais recicláveis e não recicláveis, que não foram retirados nas unidades desmontadoras, tais como plásticos, fibras, espumas, vidros e borrachas.

Este fluxo de material, que tem por fim o aterro, tem vindo continuamente a aumentar com a crescente utilização de plásticos, fibras e materiais compósitos. A tendência para a maior utilização dos plásticos e fibras deve-se ao esforço de redução do peso dos veículos. O uso de materiais compósitos tem permitido aumentar a eficiência do motor. Embora alguns desses materiais sejam recicláveis, a sua separação não é feita durante a fase de desmontagem, impossibilitando assim a sua recuperação.

A trituração dos materiais em fragmentadores pode ser eficiente para separar materiais metálicos de não-metálicos, mas não preserva o elevado valor dos materiais. A maior perda com este processo acontece com os plásticos que, quando misturados, são dificilmente separáveis, perdendo assim o seu valor com vista a uma futura reutilização ou reciclagem.

Alguns métodos separaram os materiais de acordo com a sua densidade, mas dado que os plásticos apresentam densidades semelhantes, não se revelam de grande utilidade. Pelo arrefecimento dos conjuntos que são constituídos por diversos plásticos (através dos diferentes pontos de congelamento que cada um apresenta), tem sido possível separar um plástico de outro e triturá-los para uma forma utilizável. Outros métodos existentes requerem uma elevada quantidade de solventes orgânicos, o que cria algumas dificuldades ambientais.

Devido a estes fatos, o objetivo imediato é prevenir o envio de desperdício para aterros e encorajar a reciclagem. Em longo prazo, esse objetivo será conseguir que os fabricantes produzam automóveis mais recicláveis. Além disso, a diminuição dos locais disponíveis para aterros aumenta os custos dos desperdícios que seguem para esses locais.



Figura 4 – Processo de fragmentação [15]

Neste contexto de reciclagem dos veículos em fim de vida, diversas abordagens podem ser utilizadas para a desmontagem, sendo prioritárias as seguintes:

### **6.2.1. Reutilização**

A reutilização é, com toda a certeza, a maior prioridade do ponto de vista ambiental, uma vez que, quer os recursos humanos empregues na fase de projeto, quer os recursos materiais e energéticos utilizados durante o fabrico do componente são preservados. Consegue-se assim um menor impacto ambiental, pois não só o material desperdiçado é menor, como o consumo de energia e de matéria-prima durante o fabrico é reduzido. A utilização de produtos já existentes reduz toda a logística de compra ou fabrico de novos componentes. Este tipo de reaproveitamento requer uma desmontagem não destrutiva seguida de uma inspeção, o que encarece o produto retirado. Para que a reutilização seja possível devem ser considerados os seguintes passos: desmontagem, limpeza, inspeção e expedição, acondicionamento, armazenamento e remontagem.

### **6.2.2 Reciclagem dos materiais**

É o processo mais comum, em que apenas os materiais são preservados, perdendo-se as formas das peças. A sua aplicação encontra-se difundida, uma vez que permite uma desmontagem destrutiva, por isso, barata. A reciclagem automóvel com vista à recuperação dos materiais permite que o veículo seja reciclado com a utilização da tecnologia de fragmentação. Para a reciclagem dos materiais, os passos a seguir são, tipicamente, a separação dos materiais (desmontagem), a expedição e o reprocessamento.

### **6.2.3 Recuperação energética**

Apenas o potencial energético (químico) é aproveitado através da incineração dos materiais, o que embora não seja o ideal, é por vezes a solução mais simples ou a solução possível. A incineração, como forma de recuperação de energia, é também considerada uma forma de reciclagem (reciclagem energética). Refira-se ainda que, dado que o volume de material que vai para aterro após a incineração diminui, se verifica um ganho do ponto de vista ambiental. No seguimento do

acima referido, podem distinguir-se três fases no processamento de fim de vida do automóvel – a recolha dos veículos, a utilização em aplicações úteis e, finalmente, o envio para aterro.

- A recolha é realizada por diversas empresas como garagens, desmanteladores ou redes de sucateiros;
- As aplicações úteis podem resultar de duas operações: desmontagem e trituração. A desmontagem pode começar logo que o veículo é recolhido e vai permitir a reciclagem ou a reutilização dos componentes. Assegura ainda que todos os fluídos são retirados de uma forma apropriada. Depois de desmontadas todas as peças reutilizáveis, a sucata é vendida e triturada em fragmentadores e, finalmente, separada em componentes metálicos e não-metálicos;
- O envio para aterro pode passar pelo simples entregar dos desperdícios em aterros ou pela queima dos materiais provenientes dos fragmentadores.



Figura 5 – Recuperação de energia através da queima dos resíduos provenientes dos fragmentadores [15]

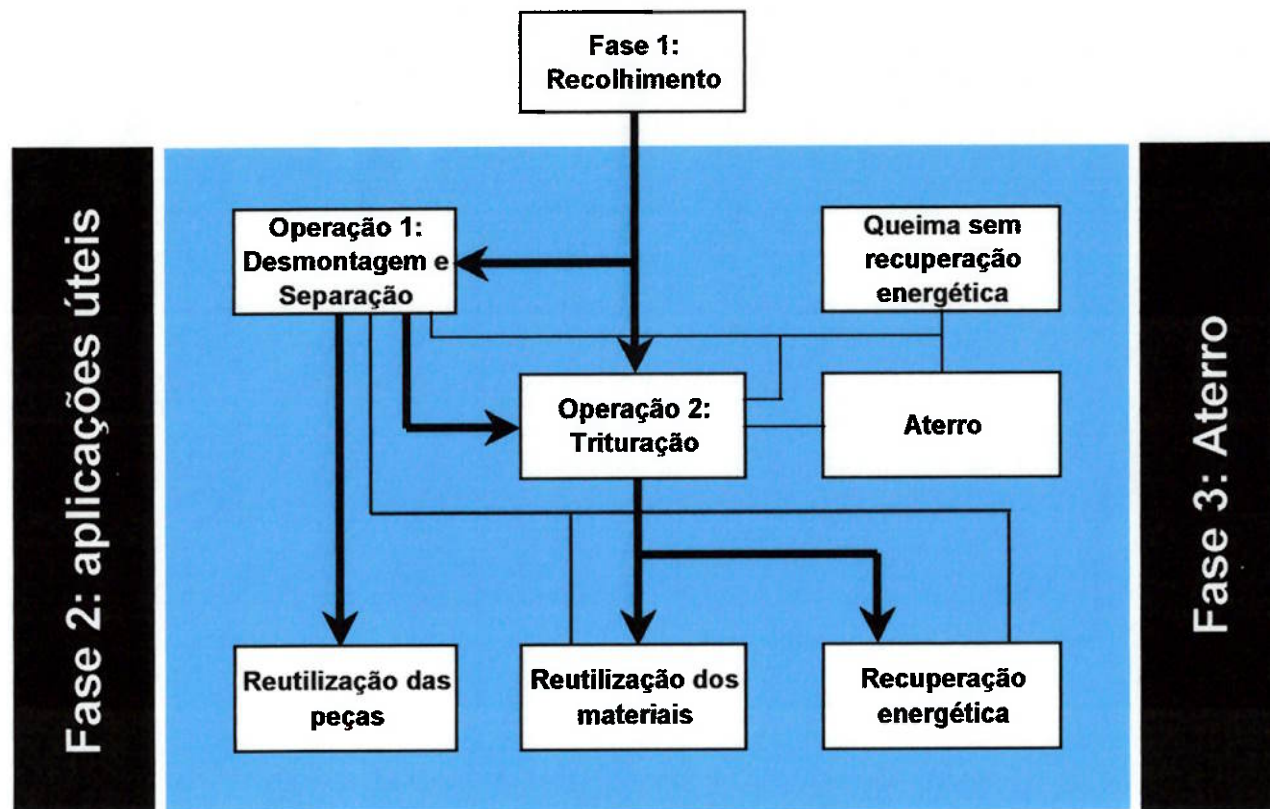


Figura 6 – Tratamento em fim de vida dos veículos [29]

### **Tabela comparativa dos gastos de energia**

Energia primária: para produzir a partir do material bruto

Energia secundária: para produzir a partir de material reciclado.

<b>Material</b>	<b>Energia primária (kJ/kg)</b>	<b>Energia secundária (kJ/kg)</b>
Aço	40.000	18.100
Ferro	34.000	24.000
Cobre Latão	10.000	45.000
Zinco	53.000	15.900
Chumbo	41.100	8.000
Al para conformação	196.000	26.700
Al fundido	189.000	26.000
Magnésio	284.000	27.200
Vidro	30.000	13.000
Borracha	67.600	43.600
Poliuretano	72.100	44.600
Estireno	102.000	43.500
Acrilonitrilo	111.000	51.400
Nylon	119.000	32.100
Polivinil	65.400	29.300
Polipropileno	74.300	42.300
Polietileno	98.000	56.000
Fibra de vidro	66.500	40.000
Poliestireno	95.800	50.000
Policarbonato	158.000	48.100
Fenólicos	26.100	N/D
Alfa alumina	26.100	N/D
Beta lumina	267.000	N/D
Sódio	107.000	N/D
Enxofre	2.300	N/D
Vidro sinterizado	48.000	N/D

Tabela 3 – Tabela comparativa dos gastos de energia [7.5]

## **7. Estudo de Caso**

### **7.1. Chapa de Aço**

Os produtos planos das chapas de aço podem ser classificados da seguinte maneira:

- ✓ Folha: laminado cuja espessura é menor do que 0,3 mm de espessura
- ✓ Tira: laminado cuja espessura está entre 0,3 e 5,0 mm de espessura e largura superior a 300mm
- ✓ Chapa fina: laminado de espessura entre 0,3 e 6.0 mm e largura superior a 300mm
- ✓ Barra chata lamina com espessura superior a 5mm e largura inferior a 300mm
- ✓ Chapa grossa espessura superior a 5mm e largura superior a 300mm

Seus principais requisitos são em linha gerais os seguintes:

- ✓ Elevada trabalhabilidade ainda que o custo da resistência mecânica, para maior facilidade de conformação
- ✓ Boa soldabilidade
- ✓ Superfície sem defeitos
- ✓ Características de acabamento
- ✓ Baixo custo

Para a maioria das aplicações, o aço é de baixo carbono havendo, contudo importantes aplicações de aços de médio a alto carbono.

A maior parte do aço utilizado em chapas e folhas é de aço de baixo carbono ou doce cuja composição obedece aproximadamente aos seguintes limites:

- ✓ Carbono: 0,03-0,12%
- ✓ Manganês : 0,2-0,6%
- ✓ Fósforo:0,04% (max)

- ✓ Silício :0,15% (max)
- ✓ Outros elementos: tão baixos quanto possíveis

Sua resistência à corrosão é inferior a do ferro puro devido a maior concentração de carbono, entretanto a galvanização e estanhagem contornam de modo satisfatório esse inconveniente.

#### **7.1.1. Propriedades das chapas de aço**

Pelo exame das especificações propostas pela ABNT, pode-se ter uma idéia das propriedades que se desejam nesses produtos planos de aço.

No caso de chapas destinadas a serviços de estampagem e semelhantes, que constituem uma das mais importantes aplicações desses tipos de produtos além dos característicos mecânicos usuais, é necessário conhecer a sua qualidade conformação.

Os ensaios empregados para medir essa qualidade são os de dureza Rockwell e de ductilidade tipo Olsen.

O ensaio Olsen é realizado num corpo de prova da chapa com 3,75" de largura, mantido entre matrizes planas em forma de anel com 1" de diâmetro interno. Uma esfera de 7/8" de diâmetro é comprimida progressivamente e enquanto a chapa a formar um copo ao mesmo tempo que a carga e a altura do copo são medidas continuamente. O valor que interessa é o valor do copo em milésimos de polegada no momento em que a carga começa a cair. A espessura das chapas para o ensaio Olsen é limitada a 1,57mm devido a folga entre a esfera e o anel.

Valores de ductilidade Olsen em função da espessura e da qualidade do aço estão expressos na figura abaixo

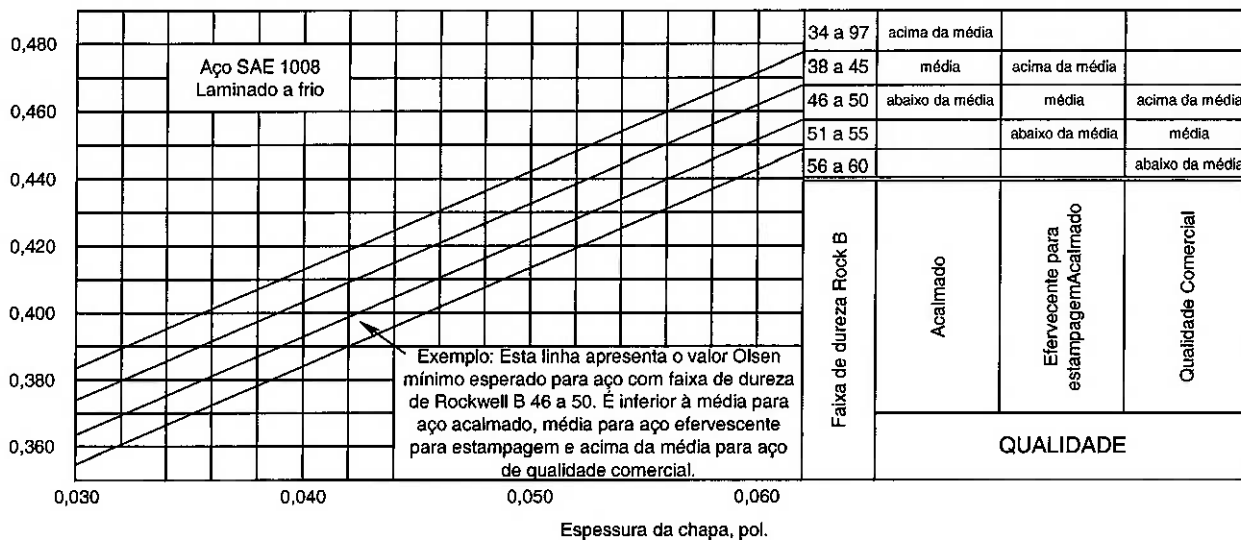


Gráfico 2 – Gráfico representativo da classificação aproximada de aço para chapas, baseada em ensaios de ductilidade e de dureza Rockwell B. [5]

Quanto às propriedades relacionadas com o esforço de tração seu comportamento é de grande importância para avaliar a capacidade de deformação desses aços.

### 7.1.2. Defeitos das chapas de aço

Os mais comumente encontrados ocorrem na superfície do aço, representados por marcas superficiais pronunciadas, ou rugosidades superficiais acentuadas.

Esses defeitos são geralmente conhecidos com os nomes, entre outros de: linhas de Lüder, casca de laranja, etc.

As linhas de Lüder são designadas também pelo nome de linhas de distensão têm a forma de tiras alongadas que aparecem sobre a superfície do aço de baixo carbono que sofreu recebimento como etapa final de sua fabricação. Essa linhas não são prejudiciais no que diz respeito à resistência do aço, entretanto produzem um mal aspecto nas chapas deformadas por estampagem profunda, aspecto que se mostra claramente também através da pintura.

As linhas se originam toda vez que o aço for deformado a uma carga imediatamente superior ao limite de escoamento, desaparecendo quando a carga

de deformação excede 5% a 10% esse valor. Em tensão elas se apresentam como depressões na superfície; em compressão elas se apresentam salientes.

Essas linhas podem ser eliminadas por uma operação de ligeira laminação a frio de cerca de 0,5% a 1,5%, depois do recebimento final.

O defeito casca de laranja é atribuído ao tamanho de grão grosseiro do aço, o qual ao ser submetido à estampagem profunda mostrará uma superfície grosseira e rugosa, aparência essa que é semelhante à casca de laranja. Para se melhorar a aparência da peça acabada pode-se limá-la ou poli-la.

### **7.1.3 Revestimentos de chapas de aço**

Os vários revestimentos superficiais a que são submetidas as chapas de aço têm o objetivo primário de melhorar a sua resistência à corrosão e eventualmente proporcionar uma aparência superficial decorativa. Esses revestimentos incluem:

- ✓ Zincagem,
- ✓ Estanhagem
- ✓ Revestimento de chumbo
- ✓ Revestimento de alumínio
- ✓ Fosfatização
- ✓ Anodização
- ✓ Pintura
- ✓ Esmaltação porcelânica.

A galvanização visa proteger o ferro e o aço contra ferrugem, é aplicada por galvanização ou por eletro-deposição. Pode o zinco ser aplicado por metalização. Esse metal atua em dois sentidos: protege contra o ataque corrosivo em diversos meios e atua como protetor galvânico, devido ao fato de ser eletroquimicamente mais ativo do que aço. A galvanização é aplicada em chapas

de aço bobinadas ou cortadas, promovendo uma proteção econômica e de durabilidade satisfatória contra a ação do a, água ou solo.

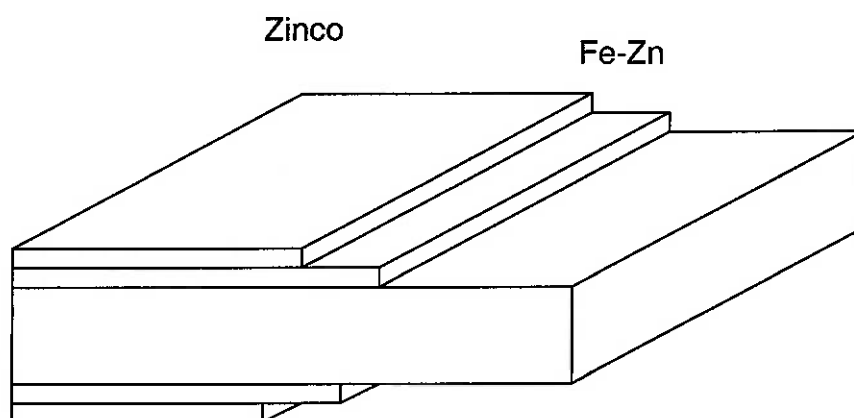


Figura 7 – Laminado Fe-Zn [4]

A pintura é aplicada geralmente em aço galvanizado, com excelente aderência, aumenta a durabilidade do material além de conferir diversos efeitos decorativos.

Fosfatização: é aplicada como base de pintura de chapas de aço carbono não galvanizadas. Consiste num tratamento com uma solução diluída de ácido fosfórico e outros elementos, de modo que a superfície de metal, ao reagir quimicamente com o ácido fosfórico fica convertida numa camada integral de um composto fosfato cristalino insolúvel.

#### **7.1.4. Gastos evitados na reciclagem automobilística**

Em 1991 o fórum ambiental fundado pela universidade de tecnologia de Aachen, iniciou um grupo de pós-graduação para pesquisa de estratégias para a proteção do ambiente.

Uma das atividades do grupo é o fechamento do ciclo de materiais no campo da reciclagem automobilística. E está tentando atrelar a reutilização de chapas de metal como material base no processo de produção que usam a estampagem. E entre outras medidas isto restringe o uso de matérias primas que não podem ser reutilizadas.

No ciclo modificado, o automóvel não é mais fornecedor apenas de material bruto, mas material semi acabado. As partes mais adequadas são: as laterais e os capôs do motor e porta malas, e o teto o que soma uma área de aproximadamente 3m<sup>2</sup> por carro.

O princípio básico de reutilização desses materiais é mostrado abaixo:

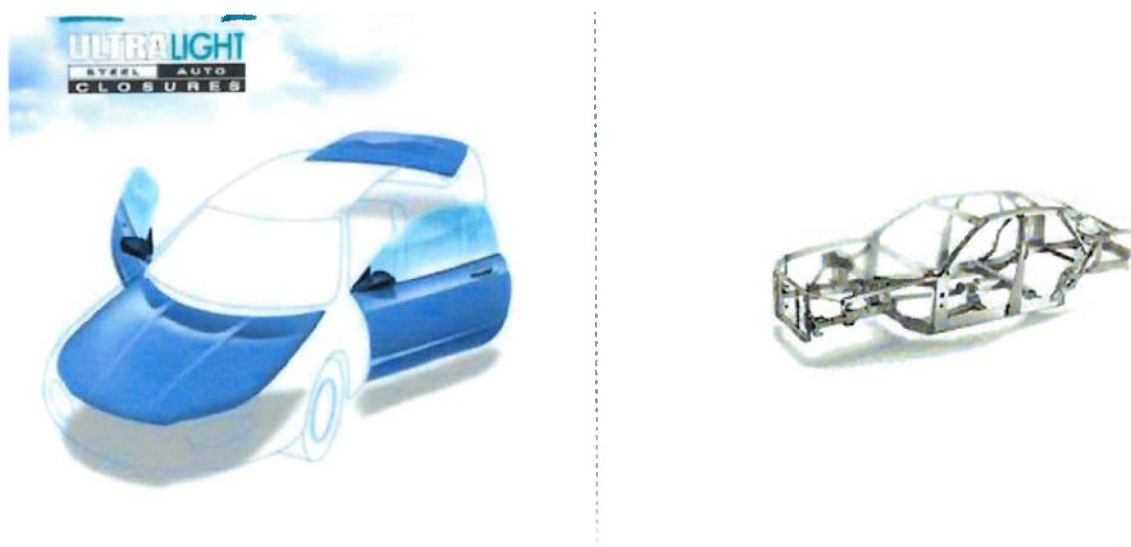


Figura 8 – Chapas de aço recicláveis dos automóveis e esqueleto da estrutura sem as chapas [33]

Observa-se que o ciclo mais curto elimina diversos processos que exigem altos gastos de energia na produção de energia na produção de chapas como: fundição, forjamento a quente e recristalização e recozimento após laminação a frio.

Uma das coisas que mais concorrem com a reciclagem é a abundância de matéria prima na natureza. Do ponto de vista econômico, não é muito vantajoso usar aço reciclado, (pois seria necessário investir em tecnologias), quando há a abundância de minério de ferro para a produção de aço, porém ecologicamente e dependendo do volume ela é vantajosa.

A reciclagem de 1.000 kg de aço economiza 1.250 kg de ferro, 500 kg de carvão, e 20 kg de calcário. Se se contar o fato poluidor da indústria siderúrgica, pode-se apresentar os seguintes fatos a respeito:

- ✓ Na produção de 750 kg de coque são necessários 1.000 kg de carvão.
- ✓ O processo ainda gera 36 kg de alcatrão (incluindo aí 2,5 kg de naftaleno).
- ✓ 7,5 kg de Benzol (5,35 kg benzeno; 1,25 kg de tolueno; 0,68 kg de xileno).
- ✓ 12 kg de sulfato de amônia e liberando vários tipos de gases.
- ✓ Um hectare de mata reflorestada de eucalipto produz 100 m<sup>3</sup> de madeira de 8 em 8 anos, para a produção de uma tonelada de gusa são necessários 2,5 m<sup>3</sup> de carvão.
- ✓ E de todos os gases liberados em alto forno, o CO sozinho responde por 27% do total.

## **7.2. Processamento do aço em uma aciaria (Gerdau)**

O aço é o produto mais reciclado do mundo. Cerca de 40% da produção mundial são feitos a partir da sucata ferrosa. Fogões e refrigeradores velhos, partes de veículos, resíduos industriais, móveis e latinhas de aço, enfim, todos os objetos que podem ser obsoletos para a sociedade transformam-se em matéria-prima para a Gerdau. Como líder em reciclagem na América Latina, a Empresa utiliza a sucata como principal insumo em cerca de 50% da sua produção, juntamente com o ferro-esponja e a gusa. A Gerdau reaproveita mais de dois milhões de toneladas de sucata por ano no Brasil, contabilizando ganhos expressivos na otimização dos processos, na redução do consumo de energia, no aumento de produtividade e na obtenção de custos operacionais cada vez mais competitivos. Vale lembrar que uma tonelada de aço produzida com sucata consome apenas um terço da energia que é utilizada para gerar uma tonelada de aço a partir do minério de ferro. Nos últimos 10 anos, a Empresa investiu US\$ 30 milhões em coleta, transporte, armazenagem e beneficiamento de sucata. Até 2002, já estão previstos investimentos da ordem de US\$ 6 milhões no incremento do sistema de reciclagem. Nessa área, a Gerdau opera com centros de reciclagem distribuídos pelo País e em todas as suas unidades industriais, além de dois Shredders,

equipamentos de última geração e os mais modernos no processo de trituração e limpeza de metálicos. Juntos, os Shredders podem triturar cerca de quatro mil automóveis por dia. Com essa capacidade, a Gerdau está pronta para atender à demanda por reciclagem de veículos prevista no projeto de renovação da frota brasileira, atualmente em negociação entre o Governo federal e a indústria automotiva. No Brasil, estima-se que mais de quatro milhões de veículos com idade superior a 15 anos possam ser reciclados no projeto. Um dos equipamentos, o Mega Shredder, iniciou suas operações em abril de 1999 na Gerdau Cosigua, no Rio de Janeiro, concentrando US\$ 9 milhões em recursos. Existem apenas outros três deles em operação no mundo: nos Estados Unidos, no Canadá e na Austrália. Somente o Mega Shredder é capaz de triturar 300 carros por hora. A tecnologia do equipamento foi importada dos Estados Unidos. Sua função é triturar e limpar a sucata que entra na máquina com cerca de 30% de impurezas. No processo de limpeza, metais não-ferrosos, como alumínio, cobre e bronze, são separados. A sucata sai do Shredder em pedaços de 10 a 15 centímetros, completamente limpa. Na aciaria, isso se traduz em ótimo rendimento no forno, economia de tempo e consumo de energia. A coleta do insumo é feita em todo o território nacional, por meio de uma rede superior a seis mil fornecedores, gerando mais de 60 mil empregos. A Gerdau ainda possui depósitos localizados em pontos estratégicos do País, além de uma série de prensas-móveis que percorrem o Brasil, preparando a sucata para o transporte até as usinas.

### **7.3. Projeto de Linha de Desmontagem**

Na Alemanha aproximadamente 4,2 milhões de carros serão postos fora de circulação em 2007 gerando um volume de 75.000 toneladas de chapas de metal semi acabadas. Com base nestes números é possível estimar o potencial de energia economizada na reutilização. Para fabricar as 75.000 toneladas de chapas é gasta a energia equivalente ao consumo de 227.000 lares.

Mesmo que o processo de corte, a escovação e o acondicionamento consumam razoável energia, ainda assim o gasto é muito menos do que a fabricação de aço novo. O modelo legalizado pretendido para o futuro da reciclagem de carros na

Alemanha obedece as seguintes diretrizes: eliminação redução e redução de resíduos. O esboço do programa foi publicado pelo ministério para o meio ambiente, conservação natural e segurança de reatores (Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit). A reutilização de chapas estaria assim de pleno acordo com a legislação.

### **7.3.1. Linhas de desmontagem automobilísticas**

As recentes diretrizes comunitárias, a atenderem aos conceitos de “verde” e “limpeza”, podem preparar o fim dos automóveis deixados em sucateiros tradicionais ou lixeiras. Os sucateiros tradicionais terão de ser modernizados e evoluir para novas infra-estruturas como sejam, linhas de desmontagem e centros de reciclagem. Estas mesmas diretrizes irão assegurar o destino a dar às peças ou aos materiais retirados aos veículos em fim de vida, por parte dos centros de reciclagem. A solução para o problema do desperdício passa primeiro pela desmontagem do automóvel. Segue-se o assegurar que o processo é realizado em larga escala e que os materiais extraídos estão identificados individualmente por matéria-prima e convenientemente separados. Os sistemas de reciclagem automóvel – “Car Recycling Systems” (CRS) – possibilitam, sob a forma de uma linha de desmontagem, uma correta desmontagem do automóvel. Com a existência de uma rede de fornecedores de veículos junto à linha de desmontagem, garante-se o constante abastecimento desta linha. A esse nível, o desperdício proveniente dos sucateiros tornar-se-á uma coisa do passado e os materiais retirados poderão ser encaminhados para a reutilização, reciclagem ou recuperação energética. Os sistemas de reciclagem automóvel têm vindo a sofrer melhoramentos com vista a uma total desmontagem das sucatas de qualquer modelo automóvel, a um custo o mais baixo possível, com maior velocidade de desmontagem e segundo condições de trabalho que sejam, para os operadores, ergonomicamente corretas. Através de um sistema contínuo de transporte, a desmontagem das sucatas automóveis é levada a cabo por etapas. O veículo é desmontado passo-a-passo e na seqüência mais eficiente. Cada posto de trabalho está equipado com as ferramentas necessárias de acordo com a função que lhe foi atribuída na seqüência da desmontagem. Existem, junto à linha de

desmontagem, contentores que permitem uma fácil separação e transporte dos materiais retirados.

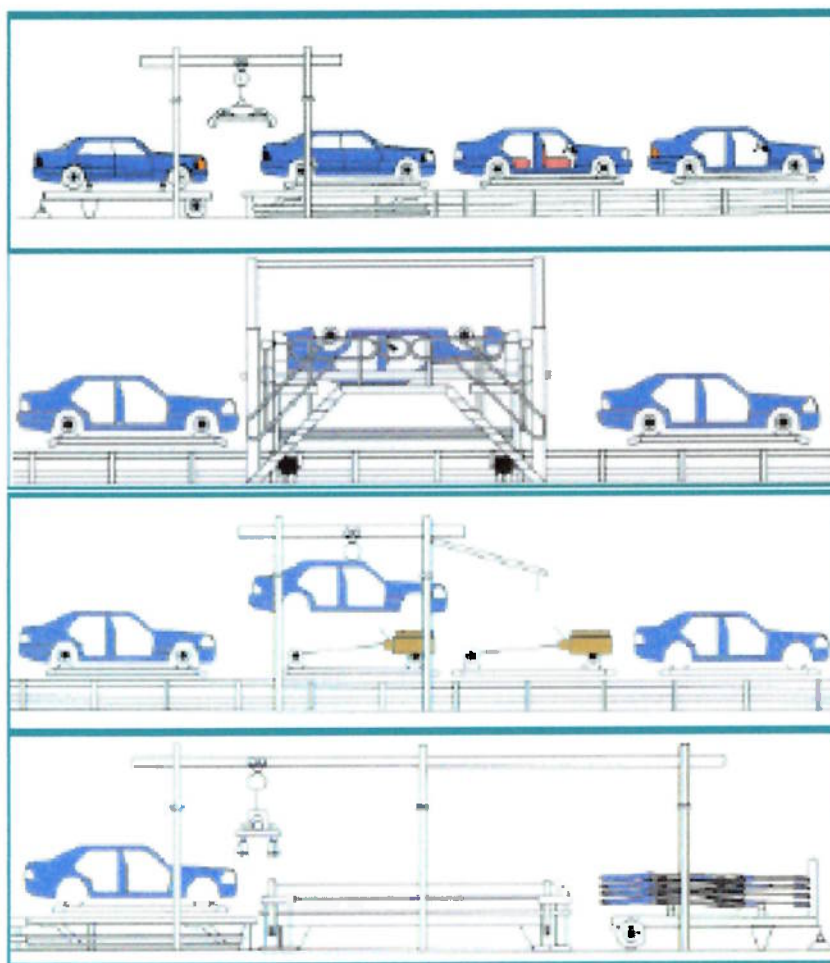


Figura 9 – Sequência de desmontagem dos automóveis em fim de vida [29]

O automóvel a ser desmontado é colocado numa linha de desmontagem, a qual poderá ter o aspecto que se pode observar nas figuras 5 e 6. Enquanto percorre esta linha, todos os fluídos são retirados e as suas peças metodicamente desmontadas, retiradas, separadas por material e enviadas para futura utilização ou reciclagem (conforme se pode observar na figura que se segue). Este processo tenderá a levar não mais de 20 minutos por veículo.

Plant layout

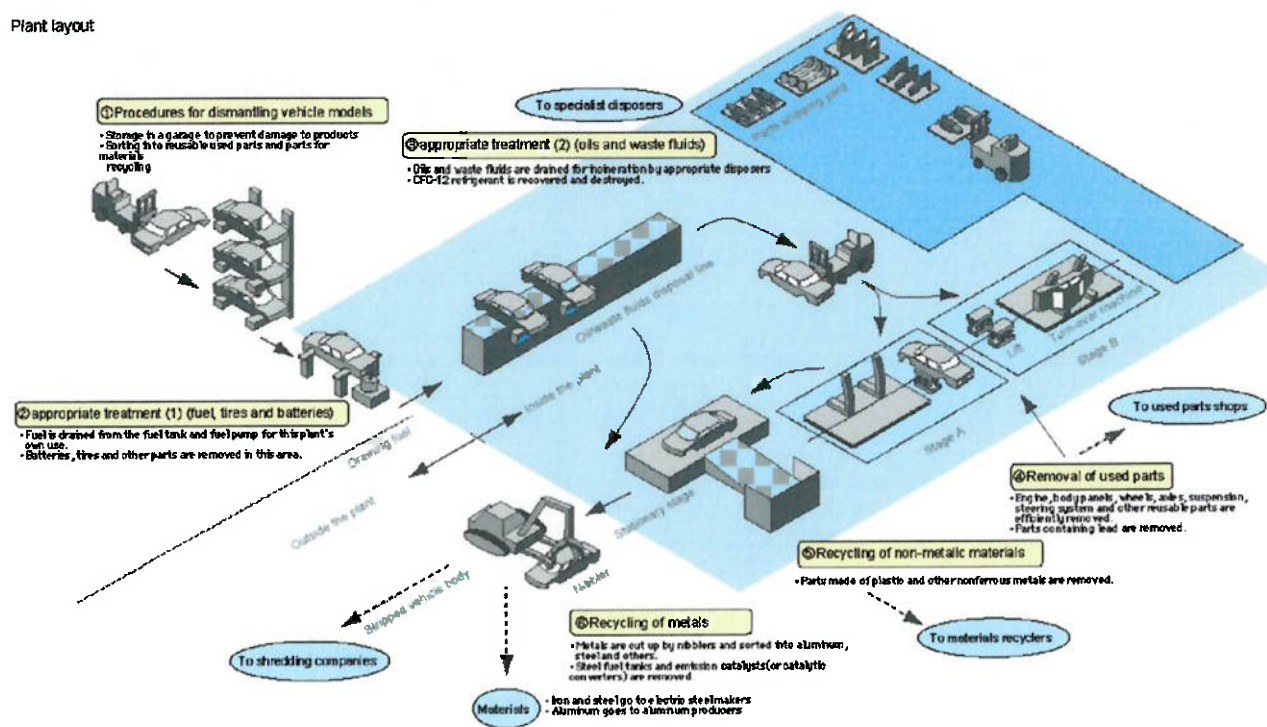


Figura 10 – Linha de desmontagem ensaiada pela Nissan [15]

### 7.3.2. Processos existentes

De acordo com um relatório elaborado pela Ludvingsen Group Company, 14 milhões de carros são descartados anualmente na Europa dos quais metade são dispostos em aterros, alguns materiais são recuperados, mas estima-se que três milhões de toneladas são jogados fora.

Ainda de acordo com o relatório, 87% do carro pode ser reaproveitado ou reciclado, mas o grande desafio é encontrar uma solução para 13% do resto do automóvel que não pode ser reciclado de maneira imediata.

O Relatório da Euromotor acredita que existe a necessidade de se fechar o ciclo dos materiais recicláveis, fazendo retornar ao ponto de onde tudo começou muitos dos materiais que são jogados fora.

<b>Conteúdo Ferroso Reciclável em um Veículo Padrão</b>		
<b>Material</b>	<b>Massa de material ferroso (kg)</b>	<b>Porção Reciclada (%)</b>
Chapas, tiras e barras	630	28,5
Alta e média resistência*	60	28,5
Alta e média resistência*	59	10
Inoxidável	20	100
Outros aços	19	28,5
Ferro	185	75
Total ferroso	973	43
	(67,7%)	
Massa Total do Veículo	1438	

Tabela 4 – Conteúdo Ferroso Reciclável em um Veículo Padrão [7.3]

\* de acordo com a fonte

Com o esforço de abastecer as aciarias com sucata e reduzir o impacto ambiental as duas indústrias trabalharam juntas em meados de 1960 para produzir o primeiro triturador de autos.

Atualmente os carros velhos são transportados para um dos 12.000 desmanches existentes no país para passarem por um processo que consiste em separar partes com pneus, baterias, fluidos. Em seguida são simplesmente transportadas para uma das 200 trituradoras, a trituração de um auto leva em torno de 45 segundos e o material ferroso é separado através de processos magnéticos e embarcado para as aciarias.

Com os processos na produção de aço houve a minimização do impacto ambiental. As siderúrgicas estão equipadas com filtros de fumaça para as chaminés. E a energia por toneladas de aço produzida foi reduzida em 43% nos últimos 20 anos houve também um aumento da produtividade de 94% por hora de

atenção também à racionalização da exploração e consumo dos recursos naturais.

Em pesquisas feitas pela planta da Ford em Cologne, o processo de desmontagem de um carro inteiro que dure em torno de 30 minutos é um tempo razoável. Um tempo superior a isso poderia encarecer o processo de desmontagem. Por isso a companhia distribui normas para assegurar que seus veículos e componentes sejam desenhados e fabricados tendo em vista a facilidade de desmontagem ao final da vida útil do veículo.

Tendo em vista esta filosofia o Ford Mondeo fabricado em Genk, Bélgica. Tem 85% de suas partes, recicláveis. A Ford acredita que o melhor caminho para se assegurar que seus carros possam ser reciclados rápida e economicamente é pensar na construção desde o começo, e estabelecer parcerias como o exemplo abaixo da Nissan.

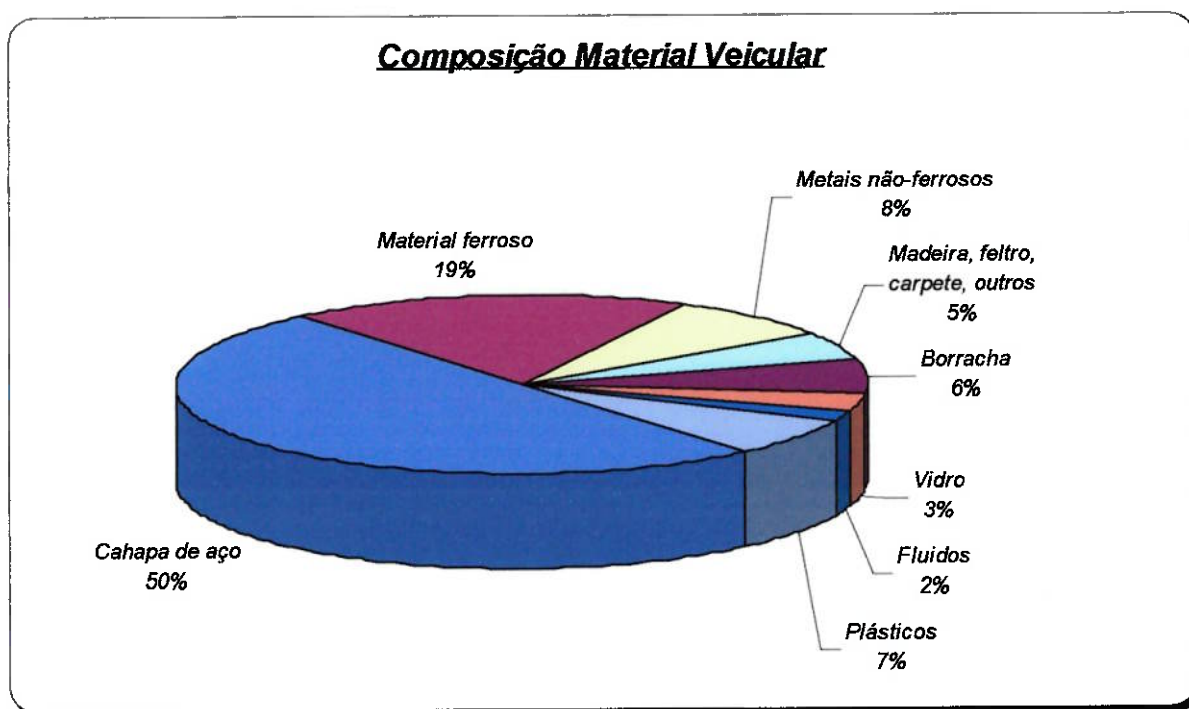


Gráfico 3 – Composição Material Veicular [7.16 (modificado)]

A Nissan vende os restos de material estampado do processo de fabricação de seus automóveis para a Matsushita Eletronic. Corp. Estes restos de chapa são utilizados na fabricação de chassis de receptores de TV. Estas chapas são

geradas quando o painel do lado do passageiro é prensado e são chamadas de Durasteel. Antes da parceria elas eram refundidas para compor partes dos motores

No Japão 6,5 milhões de veículos foram coletados, na Alemanha 2,7 milhões. Em termos de veículos por quilômetros tem-se 17,4 carros por km<sup>2</sup> no Japão e 10,5 carros por km<sup>2</sup> na Alemanha.

Isto demonstra a quantidade que carros que são jogados fora nestes países demonstrando a necessidade de desenvolver meios para o reaproveitamento dos mesmos.

Como nos EUA e na Alemanha, a taxa de recuperação dos veículos no Japão gira em torno dos 75% o restante é jogado nos aterros, pois a incineração como seria de praxe no Japão custaria mais caro, pois existe a possibilidade de liberação de produtos tóxicos durante a incineração.

O governo japonês através do MITI (Ministry of International Trade and Industry) conduz esforços para a reciclagem com programas que fomentam a utilização de recursos recicláveis aplicados à indústria automobilística, de forma que tais programas acabam encorajando outras indústrias a seguir o mesmo caminho.

O comitê de reciclagem da Toyota etiquetou 25 partes que representam 80% de todo o plástico do carro como prioridade de reciclagem, os 20% restantes não podem ser retirados economicamente, motivo pelo qual a empresa investiga meios de recuperar estas partes como energia e/ou faz mudanças para transformá-las adequadamente em produtos recicláveis.

A Honda interpreta a questão da reciclagem de duas maneiras: diminuir a exploração de recursos naturais e diminuir os refugos e sobras de suas atividades industriais.

Os esforços no processo de reciclagem são divididos em duas categorias:

1. A dos veículos que foram projetados tendo em mente os conceitos ambientais.
2. Veículos que foram feitos com base nos conceitos antigos. Para estes será necessário desenvolver métodos de separação e desmontagem que aumentem a capacidade de reciclabilidade.

Os tópicos considerados importantes pela Honda no projeto de novos carros são:

- Classificação dos materiais plásticos.
- Projeto com vista ao processo de desmontagem dos veículos.
- Aplicação de materiais que possam ser reciclados ou reutilizados.
- Desenvolvimento de materiais que não liberem compostos tóxicos durante a combustão.

Como no Japão, a Alemanha não dispõe de aterros suficientes para o descarte de automóveis. Juntamente com a East Frisian Trade Corp., a Employment Office, e a Evert Heeren a Volks está trabalhando em um projeto de reciclagem na cidade de LEER. Um dos primeiros problemas a serem resolvidos é a logística da obtenção da sucata.

A figura abaixo mostra o processo de recuperação:

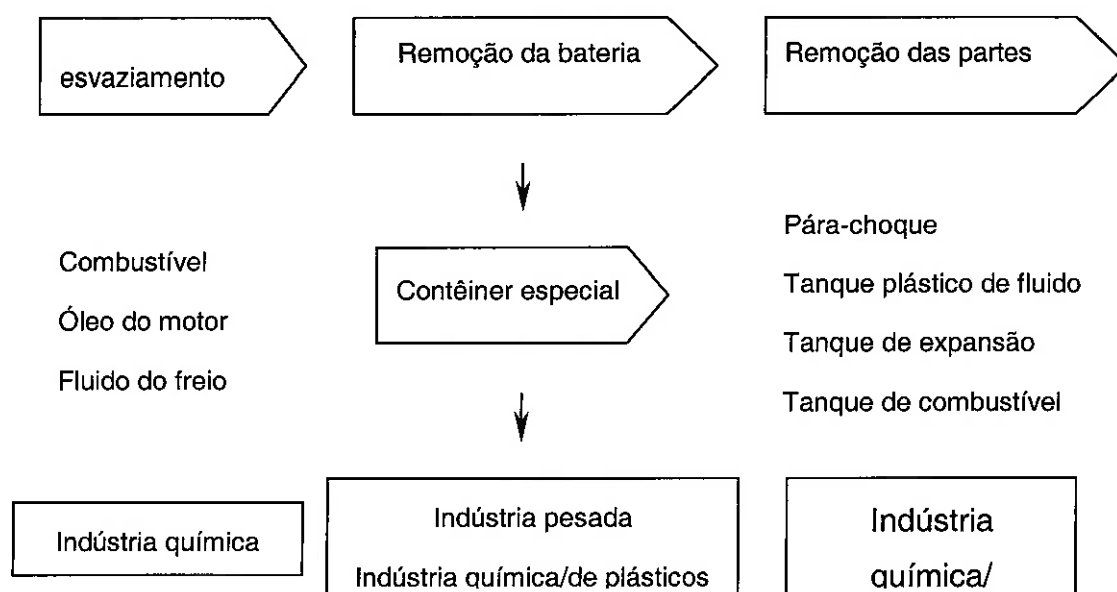


Figura 11 – Desmontagem e reciclagem de partes de sucata [7.1]

Baterias são removidas colocadas em contêineres especiais, para separação do ácido, chumbo e plástico. Conversores catalíticos reintroduzem o vidro no seu respectivo ciclo. Na planta de Landshut, especialistas da BMW trabalham no projeto de desmontagem de todos os carros da marca examinando conceitos e tecnologias para o ciclo completo dos materiais. O know how adquirido desta maneira pode ser aplicado diretamente no desenvolvimento de novos veículos.

Na Itália, vidros de veículos estão sendo coletados em 60 centros de desmontagem e transformados em garrafas. O vidro extraído dos carros desmontados serve como base, e a ele é adicionada matéria-prima bruta antes de ir ao forno para a fundição. A presença de sucata de vidro reduz o consumo de energia.

A importância desta recuperação mostra a perspectiva do desenvolvimento sustentável. Isto é, a razão entre energia gasta e custo ecológico e os benefícios confirmam que o projeto oferece possibilidades reais de usar vidro recuperado na produção de garrafas com garantida qualidade.

Todas as indústrias estudam também o projeto de pára-choque, o qual tem sido um dos focos preferidos da reciclagem, pois tem em sua composição uma considerável massa de plástico que pode ser recuperada. O fator limitante na sua reciclabilidade é o custo requerido para separar a parte não reciclável da parte que pode ser aproveitada, e a dificuldade de desmontagem dos mesmos.

Para um projeto ecologicamente correto, estuda-se a possibilidade de diminuir os materiais constituintes do pára-choque de modo que as suas peças e partes acessórias (enfeites, adesivos etc) pudessem ser feitas do mesmo material aumentando desta maneira o potencial de reciclabilidade, aliado a isso, o pára-choque deve poder ser facilmente desmontável.

A efeito desejado da reciclagem não é apenas reduzir os rejeitos industriais, mas também diminuir o consumo de energia que todo processo de fabricação requer.

### **7.3.3. Projeto para a montagem/desmontagem**

Há cerca de três anos começou a trabalhar-se com o conceito de projeto para o serviço – “Design for Service” (DFS). Um dos objetivos era verificar como os produtos poderiam ser desmontados para que fossem reparados, para que fosse feita a sua manutenção ou substituição. O DFS trabalha atualmente com o projeto para a montagem – “Design for Assembly” (DFA).

O DFA é um conceito para orientar os projetistas e engenheiros no projeto e montagem de um produto. A mesma informação utilizada na montagem pode servir para, metodicamente, desmontar esse mesmo produto. Os softwares

desenvolvidos para auxiliar na implementação do DFA são ferramentas que, para elementos dos conjuntos selecionados, guiam os utilizadores no processo de criação de rotinas de montagem e desmontagem. A utilização da metodologia no projeto com vista à montagem permite uma redução nos tempos de montagem, no custo por componente, no tempo de desenvolvimento, no tempo de produção e uma melhoria na qualidade do elemento/conjunto. As companhias automobilísticas que utilizam o projeto para a montagem estão um passo adiante da posição dos seus competidores diretos. Estes competidores que não implementaram o DFA – se não com software, pelo menos a metodologia – começam a sentir a necessidade vital de o fazer.

Um objetivo do DFA é projetar produtos/conjuntos que não só sejam funcionalmente eficientes, mas que também sejam facilmente montáveis. Não pode, no entanto, haver falta de qualidade devido ao projeto ser feito com vista à montagem. Atualmente, é possível pegar num projeto e refazê-lo de modo a que esteja de acordo com o conceito DFA. Existe hoje software que permite fazer a análise de cada um dos elementos projetados, utilizando premissas como as que em seguida se apresenta: o elemento é crítico ou não? Se tal se verificar, permanecerá independente. Se não o for, poderá ser levantada a hipótese de ser integrado noutra componente ou mesmo de ser eliminado. O objetivo será criar um produto que seja o mais simples possível, mantendo a sua funcionalidade e as suas características estéticas. Embora com qualidades comprovadas, o projeto para a montagem tem vindo a ser superado por outros tipos de projeto (para o serviço, com vista à reciclagem etc.) à medida que estes foram aparecendo. Com a implementação do conceito de engenharia simultânea, o projeto para a montagem tem servido como ferramenta de evolução e análise.

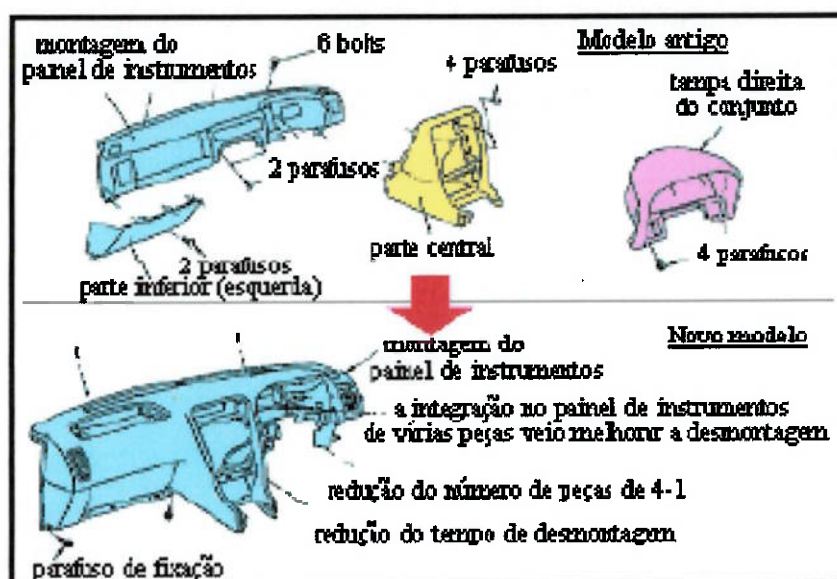


Figura 12 – Projeto dos componentes de forma a facilitar a desmontagem / reciclagem [29]

A reengenharia dos componentes para facilitar a desmontagem, quer reduzindo o número de peças, quer o número de ligações, veio melhorar a reciclagem e reutilização dos componentes. A identificação, através da marcação dos materiais (plásticos), com o código do material em diversos pontos, permite, mesmo depois de estes terem sido triturados, a separação dos diferentes materiais.

#### 7.3.4. Projeto para a reciclagem

A indústria automóvel é única na forma como lhe são imputadas responsabilidades ambientais após a fase de fabrico. Pretende-se que esta indústria tenha preocupações com o impacto ambiental dos seus processos e dos seus produtos, portanto, não só durante a fase de fabrico, como em todo o ciclo de vida do automóvel – utilização e tratamento em fim de vida. Um ponto crítico na manutenção e desenvolvimento da tecnologia prende-se com a preservação dos recursos. Num contexto industrial podem distinguir-se duas categorias de recursos: materiais e energéticos. Uma forma de conservar esses recursos é reciclar. O projeto para a reciclagem - "*Design-for-Recyclability*" (DfR) - é uma ferramenta de auxílio à resolução do problema existente de consumo de recursos e de gestão dos desperdícios provenientes dos fragmentadores. Pode também ser utilizada como forma de atingir os novos objetivos europeus e mundiais de

reciclagem. Processos como “demanufacturing” e “remanufacturing” pretendem possibilitar a reciclagem dos materiais e a reutilização dos produtos. O primeiro é um processo que envolve a reciclagem, reutilização, tratamento em fim de vida ou incineração. O segundo refere-se ao recondicionamento das peças para futura reutilização. Os objetivos destes processos poderão ser conseguidos com o completar de tarefas como sejam: caracterização das etapas necessárias à desmontagem, reutilização e reciclagem dos automóveis; “benchmarking” dos sistemas de CAD e de gestão de informação envolvidos; desenvolvimento de ferramentas de CAD para “demanufacturing” e “remanufacturing”; e integração do custo, peso e compromissos de produção dos componentes. Muita da informação necessária deriva do modelo CAD e pode ser gerida e disponibilizada para a montagem/desmontagem e reciclagem através de sistemas PDM (*Product Data Management*).

Para diminuir o volume de material do automóvel que acaba em aterros, torna-se necessário alterar a forma como estes são projetados, de modo a que a remoção das peças reutilizáveis e os materiais a se reciclar sejam mais facilmente desmontáveis e que o volume de materiais não recicláveis seja reduzido. Refira-se ainda que, conforme citado, o metal existente nos veículos já é reciclado. Já os plásticos, com o aumento que se verifica na sua utilização nos automóveis, implicam uma maior preocupação e torna-se necessário um aumento da sua reciclabilidade quando esses mesmos veículos chegam ao fim de vida. Recentemente a Ford informou os seus fornecedores que os componentes em vias de desenvolvimento deveriam conter 25% de material reciclado. A Ford estabeleceu oficialmente como seu objetivo o valor de 95% de reciclabilidade do veículo. Estima-se já que o modelo Mondeo seja 85% reciclável. A DaimlerChrysler está a requer aos seus fornecedores de componentes plásticos que acrescentem até 30% de material reciclado aos seus futuros componentes. Os fornecedores de plástico reciclado terão de fornecer até ao ano 2000 componentes com 20%, em peso, de material reciclado. Contudo, todos os requisitos das peças atuais são mantidos, quer em termos de qualidade, custos, peso, tempos de entrega e desempenho. A Mercedes, como associada na Europa, tende a seguir estas diretrizes. Esta política impõe que se não se conseguir atingir com determinado plástico se escolha outro que permita cumprir

com as diretrizes. Outra política que a DaimlerChrysler pretende implementar é a produção com vista à reciclagem, requerendo que até 2002 85% do veículo seja reciclável e que até 2015 essa porcentagem suba aos 95%. Os veículos em fim de vida deverão ser facilmente desmontáveis, o que terá de começar na concepção. Para fazer frente a estas novas metodologias, novos critérios para o projeto com vista à reciclagem devem ser levados em consideração, tais como:

- *Utilizar materiais recicláveis* – projetar escolhendo materiais que possam ser reciclados e cujas tecnologias de reciclagem sejam já utilizadas. Em regra, os metais são mais facilmente recicláveis que os não-metais e os termoplásticos mais interessantes que os termoendurecíveis do ponto de vista da reciclagem;
- *Utilizar materiais reciclados* – selecionar materiais que contenham, se possível, uma elevada percentagem de material reciclado;
- *Redução do número de materiais diferentes* – reduzir o número de materiais diferentes durante a produção de um componente que seja constituído por várias peças, por forma a simplificar a separação e facilitar a reciclagem;
- *Marcação das peças para simples identificação* – marcar todos os materiais com códigos normalizados. Embora este processo seja mais facilmente realizável para os plásticos, pode ser aplicado aos metais, compósitos e a revestimentos utilizados durante o fabrico do veículo;
- *Utilizar materiais compatíveis com a montagem* – selecionar materiais que não necessitem de ser separados para a reciclagem. Normalmente, misturas de vários plásticos não podem ser recicladas. As camadas de tinta ou revestimentos podem também contaminar os materiais e impossibilitar a reciclagem;
- *Facilitar a desmontagem* – realizar o projeto com vista à futura desmontagem dos conjuntos. Optando por soluções de montagem como sejam parafuso/porca ou de ajuste sob pressão sempre que possível e evitando as colas, diminuem-se os riscos de contaminação dos materiais, possibilita-se a reciclagem e promove-se a desmontagem.

Estes critérios, para que sejam efetivos, terão de ser utilizados como um todo e não individualmente, sob pena de não tornarem o veículo mais reciclável e mais facilmente desmontável. Quando se procede à reciclagem do veículo, os materiais que o constituem são separados. Estes materiais podem ser reciclados para produtos do mesmo valor (chamada reciclagem “primária” ou em “ciclo fechado”) ou em produtos de qualidade inferior (chamada reciclagem “secundária” ou em “ciclo aberto”). A reciclagem secundária é muitas vezes mais fácil que a primária, mas resulta numa depreciação dos materiais. Refira-se também que, embora a reciclagem seja uma forma de reduzir o consumo de recursos naturais e de geração de desperdícios, é ela própria uma fonte de poluição e de consumo de recursos energéticos. Diversos produtores automóveis europeus que têm desenvolvido esforços para criar veículos mais amigos do ambiente, diminuíram o seu empenho nesses projetos, uma vez que começaram a aperceber-se que existia uma série de requisitos económicos a levar em conta. A retoma dos veículos, a desmontagem e a reciclagem têm largos custos, associados à compra do veículo em fim de vida, ao transporte para unidades desmontadoras, à armazenagem, aos custos de operação e de investimento nos equipamentos para proceder à desmontagem. Os produtores que continuam com este tipo de preocupações e inovações em nível ambiental, as têm utilizado como estratégia de diferenciação dos seus competidores. Note-se que o papel dos fornecedores de primeira e segunda linha é mais determinado por manter um apertado contacto com as necessidades dos seus clientes (OEMs) e em acompanhar os seus desenvolvimentos. Conclui-se, portanto que, dificilmente, a preocupação ecológica terá, por agora, algum papel na política dos fornecedores das OEMs.

#### **7.3.5. Produção sem desperdícios**

Quando se fala em reciclagem, subentende-se reciclagem após a utilização, ou seja, a reciclagem de um produto (ou material) após ter sido utilizado pelo consumidor – reciclagem pós-consumidor. A reciclagem pode ocorrer em diferentes fases da vida de um produto. Algumas organizações utilizam o termo reciclagem pré-consumidor (“pre-consumer recycling”), em oposição ao primeiro, para caracterizar a reciclagem dos desperdícios que ocorrem durante a produção

do produto. Na moldação por injeção, por exemplo, os canais de alimentação, vazamento e ataque são removidos. Estes podem ser regranulados e introduzidos juntamente com o material virgem (em quantidades definidas) para serem novamente injetados. Associado à reciclagem aparece normalmente a classificação de “veículo verde”, que se baseia numa avaliação da performance do que pode ser atingido pelos fabricantes de automóveis. Os componentes que seguem estes padrões promovem: aumento da eficiência da combustão, redução das emissões de gases de escape para a atmosfera e reduzem o impacto ambiental da produção e do fim de vida do veículo. Mais, uma produção limpa – “clean manufacturing” – permite um melhor desempenho em nível ambiental e promove a utilização de materiais não tóxicos, que incluem:

- Uso das técnicas de pintura e revestimento mais limpas;
- Eliminação de metais pesados e de outras substâncias problemáticas;
- Projeto com vista à desmontagem e à reciclagem e à maximização do uso de materiais reciclados.

Alguns construtores, como a Toyota, afirmam terminar com os resíduos sólidos nas suas fábricas até 2003, através da utilização de formas de produção que provoquem uma menor quantidade de desperdícios pré-consumidor. Os fabricantes automóveis vêm fazendo todo o possível para evitar o desperdício de material, uma vez que este inflaciona o custo final dos componentes. Refira-se que a Toyota pretende desde já implementar uma fábrica modelo com um programa de “zero desperdício”.

#### **7.3.6. Extensão da responsabilidade do produtor**

A extensão da responsabilidade do produtor – “Extended Producer Responsibility” (EPR) – é uma forma emergente de prevenção da poluição e de gestão dos desperdícios, centrada mais nos produtos que nas unidades de produção. De acordo com as regulamentações ambientais atualmente existentes, uma unidade fabril é responsável pelo impacto ambiental das suas atividades. Usando o princípio de EPR, os produtores são responsáveis pelo impacto

ambiental durante todo o ciclo de vida do produto, desde a extração das matérias-primas, durante a produção e uso e até no tratamento em fim de vida. O objetivo deste princípio é encorajar os produtores a prevenir a poluição e reduzir a utilização de energia e de recursos em cada fase da vida dos produtos. A Comissão Europeia pretende pôr em prática um plano que force os fabricantes automobilísticos a pagar pela reciclagem em fim de vida de todos os veículos registrados a partir de 2001, sem custos para o consumidor e, após 2006, por todos os veículos que circulem nas estradas. Com o montante assim conseguido poder-se-ia promover a atividade de investigação e desenvolvimento nesta área. Uma vez que o projeto dos componentes e as especificações do processo partem dos produtores automóveis, são estes que se encontram em melhor posição e que possuem a competência para que lhe sejam atribuídos todos os impactos do ciclo de vida do veículo. Exemplos destes projetos e especificações são:

- Seleção de materiais – fabricação de produtos com materiais não tóxicos, recicláveis e/ou com percentagem de material reciclável que tende a minimizar o impacto ambiental;
- Especificações de projeto – especificação de formas que possibilitem aos construtores e aos seus fornecedores a prevenção da poluição e do impacto ambiental;
- Projeto do componente – utilização do menor número de materiais; otimização do desempenho dos produtos e preocupação com a opção de reciclagem ou de envio para aterro. Consegue-se assim minimizar a poluição provocada por esse produto.

O esforço de recuperação dos veículos em fim de vida terá como ponto inicial a criação de uma rede de retoma pelo menos igual à rede de concessionários que cada companhia automóvel possua. Na Alemanha, os produtores automóveis aceitaram, voluntariamente, a responsabilidade de fazer a gestão dos veículos em fim de vida e de diminuir a quantidade de desperdício ASR em 80 % até ao ano de 2015.

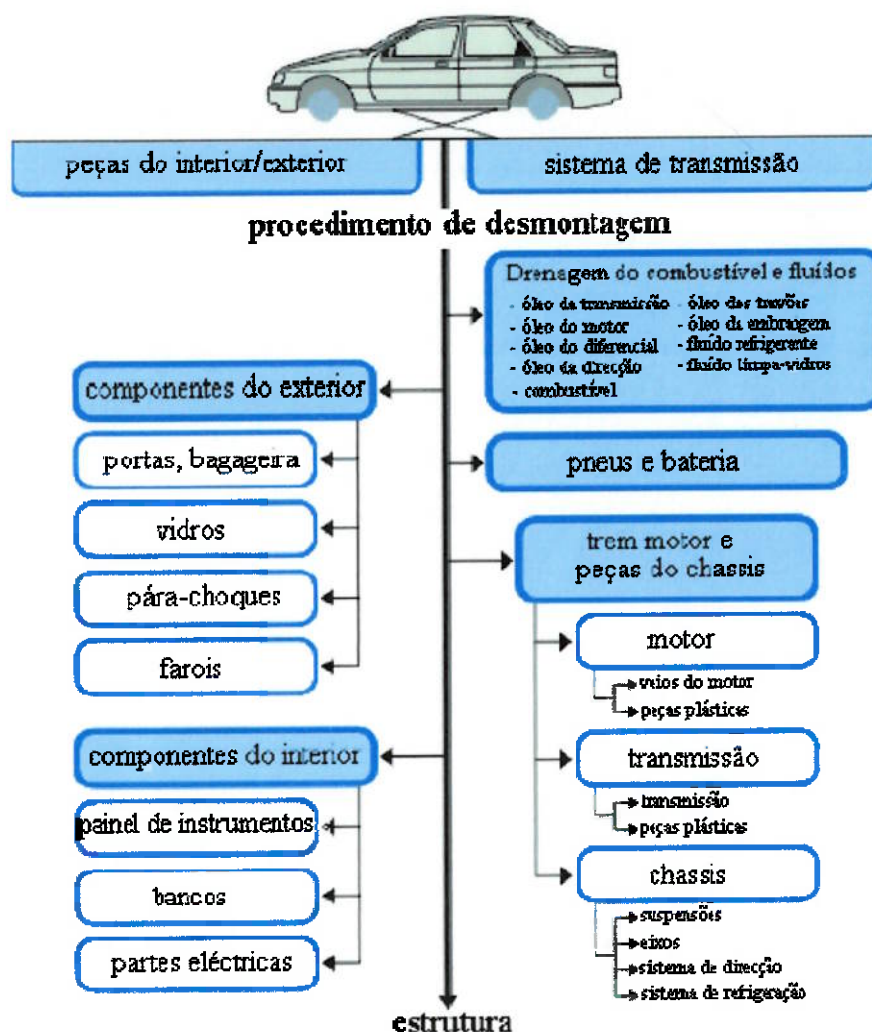


Figura 13 – Desmontagem e separação das peças para reutilização ou reciclagem dos materiais [29]

### 7.3.7. Programa de Informação de Desmontagem

O desenvolvimento do programa IDIS começou há, aproximadamente, quatro anos e envolveu dez fabricantes de veículos europeus. Este software pretende apresentar de uma forma simples, que os desmontadores e recicladores possam utilizar, o processo de tratamento dos veículos em fim de vida. A informação neste contida irá possibilitar a identificação dos materiais dos componentes, conseguindo-se assim uma mais eficiente reciclagem em nível mundial.

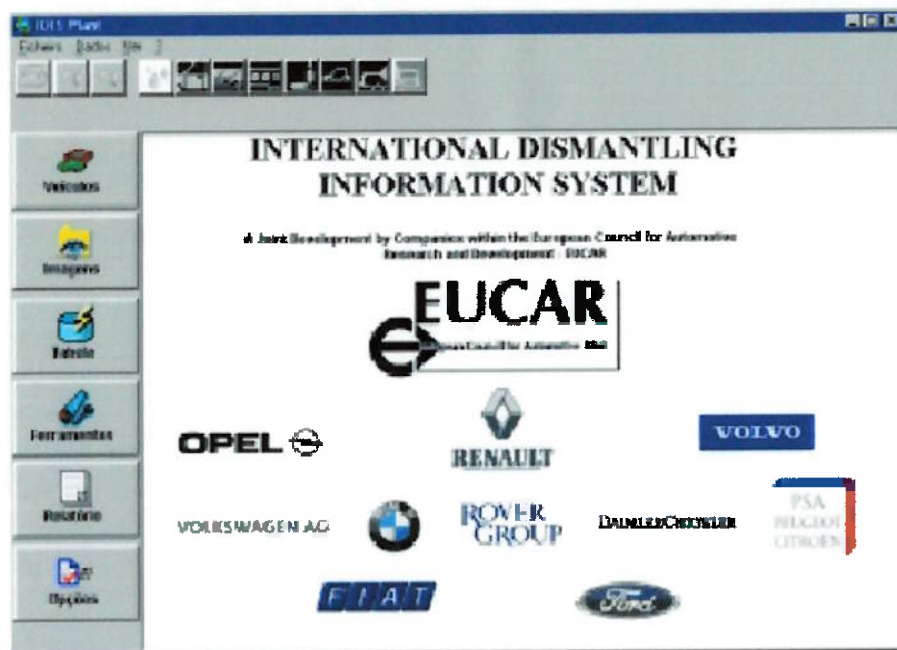


Figura 14 – Grupo de desenvolvimento do programa de desmontagem [29]

Esta base de dados sobre desmantelamento de veículos encontra-se organizada por grupo construtor automóvel – como seja o grupo Volkswagen. Cada grupo está dividido nas marcas que o constituem – seja, por exemplo, a VOLKSWAGEN, SEAT e AUDI. Mais em pormenor está a informação que se refere a determinado modelo e ano de cada um dos veículos comercializados.

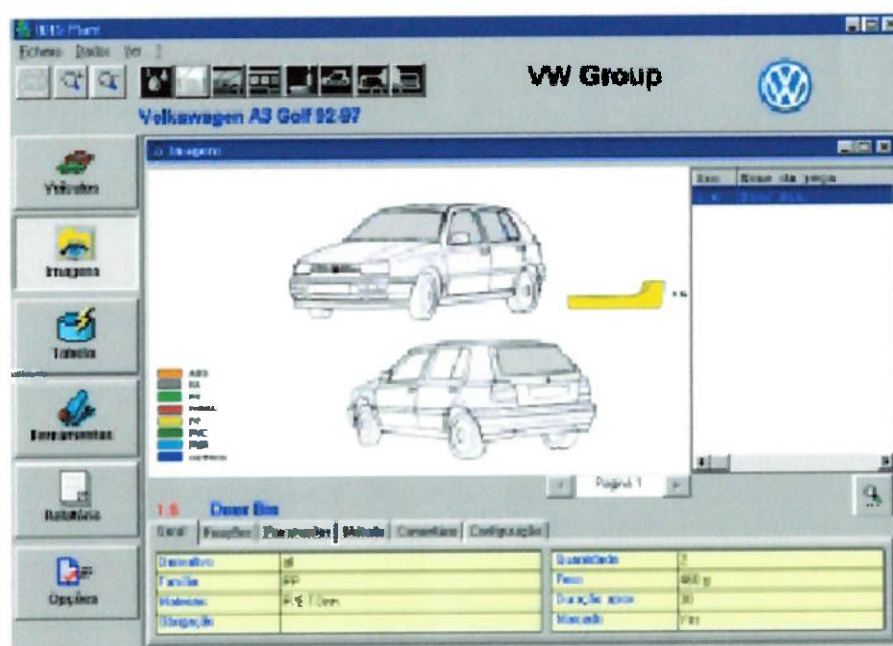


Figura 15 – Quadro do programa, com informação sobre os componentes das portas [29]

A informação respeitante a cada modelo passa pela família e material do componente, pela quantidade em que este existe no automóvel e pelo seu peso. É ainda especificada a duração aproximada de desmontagem e se o componente se encontra identificado.

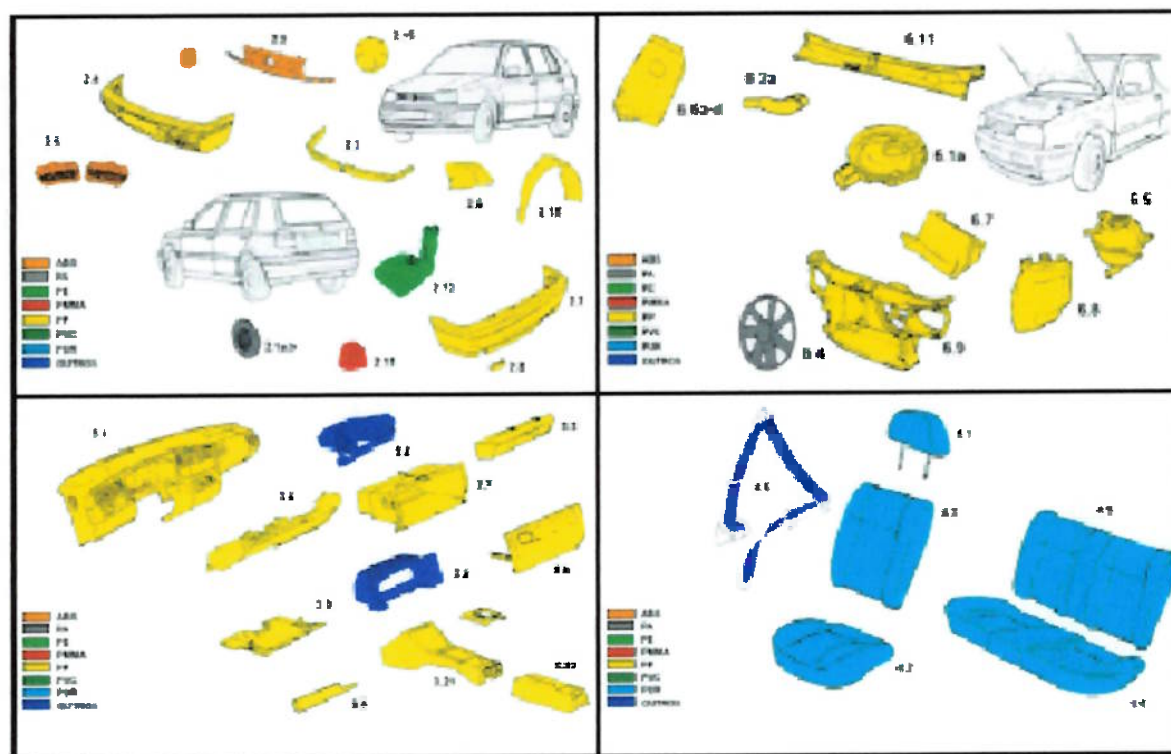


Figura 16 – Informação sobre os componentes do automóvel [29]

Conforme se pode observar nas figuras acima apresentadas, este programa permite fazer a identificação dos plásticos utilizados, quer no interior quer no exterior do veículo. De fato, existe a referência ao plástico dominante em cada componente (este pode ser constituído por diversas peças, embora apenas seja identificado o material que se apresenta em maior volume). Os dados sobre os componentes de determinado modelo poderão ser disponibilizados sob a forma de relatório, abordando pontos como: designação e peso do componente, quantidade em que se encontra no automóvel, material, tipo de fixação utilizada e ferramenta, método e tempo aproximado de desmontagem. Isso mesmo pode ser observado na figura que se segue.

Item	Nome da peça	Quantidade	Unidade	Material	Dimensões	Observações
1	Capô	1	peça	Ac	1800x700	Desmontar o capô e a tampa do motor.
2	Motor	1	peça	Ac	1800x700	Desmontar o motor e a tampa do motor.
3	Capô de motor	1	peça	Ac	1800x700	Desmontar o capô de motor e a tampa do motor.
4	Capô de motor	1	peça	Ac	1800x700	Desmontar o capô de motor e a tampa do motor.
5	Capô de motor	1	peça	Ac	1800x700	Desmontar o capô de motor e a tampa do motor.
6	Capô de motor	1	peça	Ac	1800x700	Desmontar o capô de motor e a tampa do motor.
7	Capô de motor	1	peça	Ac	1800x700	Desmontar o capô de motor e a tampa do motor.
8	Capô de motor	1	peça	Ac	1800x700	Desmontar o capô de motor e a tampa do motor.
9	Capô de motor	1	peça	Ac	1800x700	Desmontar o capô de motor e a tampa do motor.
10	Capô de motor	1	peça	Ac	1800x700	Desmontar o capô de motor e a tampa do motor.
11	Capô de motor	1	peça	Ac	1800x700	Desmontar o capô de motor e a tampa do motor.
12	Capô de motor	1	peça	Ac	1800x700	Desmontar o capô de motor e a tampa do motor.
13	Capô de motor	1	peça	Ac	1800x700	Desmontar o capô de motor e a tampa do motor.
14	Capô de motor	1	peça	Ac	1800x700	Desmontar o capô de motor e a tampa do motor.
15	Capô de motor	1	peça	Ac	1800x700	Desmontar o capô de motor e a tampa do motor.
16	Capô de motor	1	peça	Ac	1800x700	Desmontar o capô de motor e a tampa do motor.
17	Capô de motor	1	peça	Ac	1800x700	Desmontar o capô de motor e a tampa do motor.
18	Capô de motor	1	peça	Ac	1800x700	Desmontar o capô de motor e a tampa do motor.
19	Capô de motor	1	peça	Ac	1800x700	Desmontar o capô de motor e a tampa do motor.
20	Capô de motor	1	peça	Ac	1800x700	Desmontar o capô de motor e a tampa do motor.

Figura 17 – Informação disponibilizada pelo programa em formato de tabela. [29]

Este software não se encontra ainda num estado de maturidade. A informação é algumas vezes insuficiente no que respeita a materiais, ligações ou formas e métodos de desmontagem. Também os procedimentos descritos devem apenas ser considerados como guias para se conseguir uma eficiente desmontagem. No entanto, pode considerar-se como um esforço por parte dos fabricantes para adotar as novas metodologias de projeto com vista à reciclagem/desmontagem. Uma nova versão encontra-se já a ser desenvolvida, com o objetivo de melhorar a informação existente e em que se verifica uma maior preocupação dos construtores envolvidos e um aumento do número de fabricantes automóvel.

### 7.3.8. Projeto da Linha de Desmontagem e Tratamento da Chapa de Aço

O futuro da reciclagem poderá seguir o modelo abaixo.

O que um proprietário típico de carro faria com ele quando o seu carro chega ao fim da vida? Ele poderia entregar a um desmanche para ser disposto adequadamente, porém o que acontece muitas vezes é o abandono. Para se

resolver este problema poderia haver um incentivo para o público para que os veículos possam ser entregues e ter um fim apropriado.

O ultimo proprietário levaria o veículo para a estação receptora como, por exemplo, uma concessionária de veículos e lá é dado baixa no veículo para que o ex-proprietário não continue pagando impostos veiculares. Como um projeto logisticamente sustentável, a idéia é instalar centros de desmontagem de veículos dentro de usinas siderúrgicas de aços.

A primeira fase é colocar os veículos em segurança ecológica para que não contaminem o meio ambiente. Isso significa retirar os materiais potencialmente poluentes, como combustíveis, óleo de motor, baterias, fluido de freios, radiadores, filtros de óleo e ar. O veículo passa então por uma linha desmontadora onde as partes que podem ser recicladas são removidas.

Numa Segunda etapa seriam retirados os componentes não metálicos, elementos de carrocerias como: vidro, pára-choque, painel de instrumentos, guarnições, tapetes, extintor pneus.

A última estação faz a desmontagem dos componentes mecânicos como: motor câmbio, amortecedores, diferencial suspensão, chapas metálicas.

Chapas de metal de carros usados podem ser removidos nas plantas de desmontagem que operam já em alguns países como unidades piloto.

As técnicas de corte destas chapas podem ser por tesouras, mas isso resultaria em cortes imprecisos gerando um blank que necessitaria de um corte fino através, por exemplo, de prensas ou tesouras fixas, para se obter medidas mais exatas.

Uma segunda opção de corte seria fazer uso de laser de CO<sup>2</sup> acoplado em braços robotizados, suas vantagens seriam: maior precisão de corte, dispensando o corte de acabamento e conseqüentemente menor tempo seria gasto neste processo. Além do mais o laser de CO<sup>2</sup> consome pouca energia.

Fazendo uso de laseres de CO<sup>2</sup> que usam uma série de instrumentos ópticos que incluem lentes e expansores de luz para focar os raios laseres, modelos extremamente precisos, furos e linhas de quaisquer formatos podem ser cortados nos mais variados e delicados materiais como tecidos, madeiras, borrachas, acrílico, fibras, chapas de metal etc.

Devido ao não contato da ferramenta com a peça, não há desgaste do mesmo. Uma unidade industrial pode trabalhar 24 horas por dia durante anos antes da mistura de CO<sup>2</sup> precisar ser reposta. E a sua manutenção consiste em simplesmente repor o refil de CO<sup>2</sup>.



Figura 18 – Laser Cutter [36]



Figura 19 – Laser Cutter [36]

A mesma tecnologia também poderia ser usada na eliminação da pintura, porém para este tipo de aplicação o gasto energético se torna considerável, assim outra alternativa seria por aquecimento, o que também acarreta equivalente consumo de energia, o que, da mesma forma não é muito atraente.

A alternativa mais viável nesse sentido seria usar jatos de areia ou rolos de escova para a eliminação da pintura; o rolo ainda leva a vantagem de não contaminar as partículas de tinta que se desprendem da chapa como no caso do jato de areia. Desta maneira a borra de tinta também poderia passar por um processo de reciclagem química melhorando ainda mais o ciclo do produto.

O reaproveitamento das chapas assim acaba ficando mais viável do que a produção de material novo.

Uma das utilizações potenciais dessas chapas é, após nova galvanização, serem usadas no conserto de latarias danificadas, produção de pára-lamas, tanques de combustível de motos e automóveis, e mesmo na construção civil; em telhas janelas formas para lajes, eletrodomésticos etc.

### **7.3.9. Processo de Corte**

Uma vez que todo o fluido tenha sido drenado e todas as outras partes reutilizáveis tenham sido retiradas, todo o resto é então triturado. Recicladoras classificam e acondicionam todo o material reciclável. A sucata metálica que não puder ser reaproveitada é mandada às aciarias. Do que não puder ser reaproveitado ou reciclado é adequadamente aterrado ou incinerado em termelétricas.

O veículo, após ter todo seu fluido drenado, e todos os outros componentes recicláveis e reutilizáveis retirados, passa por linha de recorte a laser das chapas de aço. Antes, porém de se iniciar o processo de corte é necessário que as nervuras do capô do motor e do porta-malas sejam retiradas em um processo manual.

Os passos iniciais do recorte se iniciariam pela lateral, digamos pela direita, onde todas as chapas reaproveitáveis seriam retiradas (porta e lateral). Terminada esta fase, o equipamento giraria de 90 graus e iniciaria o recorte dos capôs. Terminada mais esta etapa, o equipamento giraria de mais 90 graus e terminaria por recortar a porta e a lateral esquerda.

O processo para o recorte é explicado e ilustrado a seguir, tomando-se como exemplo o caso do capô do motor.

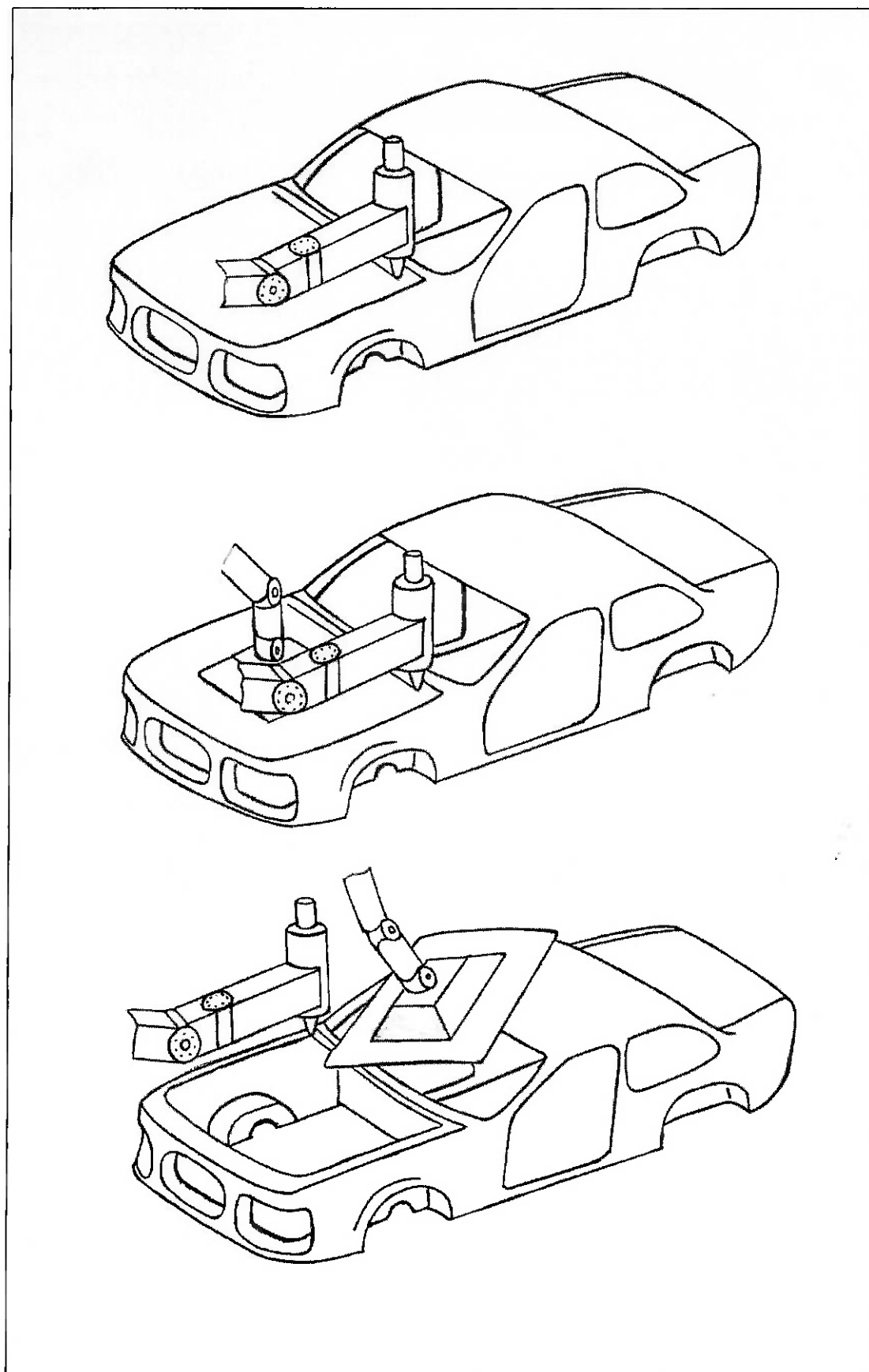


Figura 20 – Etapas do Corte de Chapa

O recorte se processa da seguinte maneira:

1. Um braço mecânico, com um canhão de laser de CO<sub>2</sub> em sua extremidade, faz um primeiro corte.
2. Logo que este primeiro corte é feito, um segundo braço mecânico, com um sistema de ventosas em sua extremidade, é acionado para segurar a chapa que está sendo cortada. É necessário que o acionamento deste segundo braço seja feita depois do primeiro corte é não antes para evitar a interferência ou o cruzamento entre os braços do canhão e da ventosa.
3. Depois que o braço com a ventosa segurou a chapa o canhão termina de fazer os demais cortes.
4. A seguir o equipamento se desloca para o capô dos passageiros e processa o ato de corte seguindo exatamente os mesmos passos descritos anteriormente. Dali segue então para o capô da porta malas e faz os cortes seguindo os passos descritos.

Esta máquina seria comandada por um software, que selecionaria o corte mais adequado para cada tipo de veículo, uma vez que a geometria dos mesmos varia.

Como o equipamento é incapaz de identificar por si mesmo o tipo de carro, esta tarefa teria de ser feita por um operador.

As chapas recortadas são empilhadas e levadas a uma desempenadeira de rolos para corrigir e planificar a curvatura que as mesmas apresentam. Paralelamente ao desempenho, um par de rolos com escovas retiraria a tinta das chapas. As chapas são novamente empilhadas e levadas para o processo de galvanização.

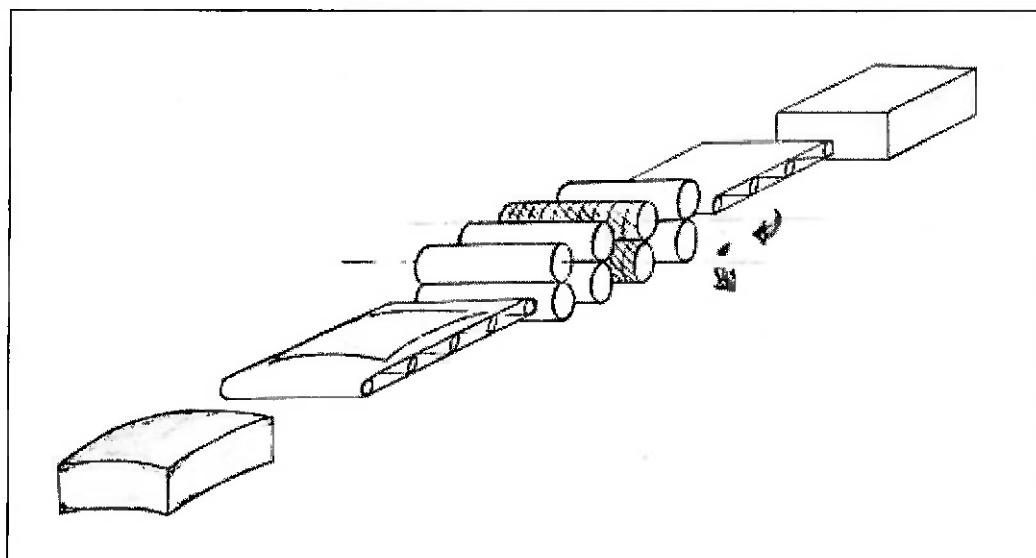


Figura 21 – Desempenadeira

#### **7.4. Tendências para o futuro**

O plástico veio revolucionar o interior do automóvel. Provou ser o material ideal para criar conforto, mostrou ser durável e adequar-se à estética interior, enquanto permite a redução do nível de ruído e de vibrações. Os plásticos não só tornaram possível o fabrico de diversos componentes hoje largamente divulgados, como vieram abrir perspectivas para novos conceitos que, provavelmente, irão ocorrer nos próximos anos, como sejam:

- Módulo dianteiro, que poderá ter funções de segurança e de absorção de energia e ainda, suportar as luzes e o radiador (tudo numa só peça);
- Bloco do motor, que integra a admissão de ar e de combustível. Radiadores totalmente em termoplástico, bem como condutas e filtros de ar;
- Painel de instrumentos, que poderá vir a ser moldado com os componentes eletrônicos no seu interior (incluindo o rádio e o console central). Não só trará benefícios na montagem, como o projeto com cuidado ao nível da ergonomia poder-se-á traduzir em formas mais agradáveis.

A construção modular oferece bastantes benefícios. A integração física e funcional reduz os custos, aumenta a qualidade e pode oferecer algumas características adicionais aos consumidores. As OEMs gostam particularmente do potencial para a redução do número de peças e da sua complexidade. A tendência é para a montagem modular dos painéis de instrumentos, contendo todos os dispositivos eletrônicos, prontos a montar no automóvel em produção. Esses painéis de instrumentos serão entregues, completamente montados, aos fabricantes de automóveis pelos seus fornecedores de primeira linha. Os observadores industriais prevêem que 75% dos painéis interiores, 65% dos painéis das portas e que 31% do painel de instrumentos serão em TPO (termoplásticos olefinas). Calculam ainda que em 10 anos, haverá menos de 50 fornecedores de interiores para automóveis de primeira linha e 100 de segunda linha. Continuam afirmando que numa década, diversas partes do automóvel e provavelmente todo o seu interior, serão projetadas e produzidas de uma forma cooperativa entre as OEMs e os fornecedores. A evolução está a dar-se no sentido da redução do número de plataformas automóveis. As OEMs transferiram grande parte do investimento e tecnologia para os fornecedores de primeira linha, para uma construção modular. A montagem de módulos tornou-se uma palavra sonante na indústria, como a forma de produção dos futuros automóveis. Pretende assim conseguir-se uma enorme poupança de custos em toda a cadeia produtiva. Um dos maiores problemas que a reciclagem enfrenta é a incerteza do futuro. Quando se observa a tendência que o mercado de vendas de automóveis apresenta, percebe-se que este ainda não chegou a um nível fixo (continua a aumentar). Assim, também aumenta o volume de resíduos que vai para aterro. Uma vez que o ciclo de vida dos automóveis é de 10 a 15 anos, estamos hoje a trabalhar no tratamento em fim de vida dos veículos produzidos nos anos 80.

## **8. Conclusões**

Quando uma questão passa a ser focalizada, como é o caso da ambiental, muitas máximas são criadas. Frases de efeito como “O futuro de nossos filhos está comprometido”, “O planeta está se tornando uma imensa lata de lixo” e outras, vão povoando a mídia numa neurose coletiva. Pressupõe-se que quanto mais

devastador for o anúncio melhor seu efeito. No entanto é fundamental que avaliemos a amplitude dos fatos. É inegável que os cuidados ambientais preventivos e curativos precisam ser tomados, mas não se pode ignorar que o impacto ambiental gerado até o momento impulsionou a humanidade e viabilizou a atual expectativa de futuro. Há que se administrá-lo eficientemente. Deve-se separar a ciência da ficção no que se refere ao ambiente. A natureza não vive em harmonia perfeita e constante. Vulcões provocam devastações altas e de difícil recuperação. A natureza produz venenos tão ou mais fortes que a indústria química poderia produzir. Se for adicionado a isso, furacões, maremotos, terremotos, conclui-se que a própria natureza tem meios, por si só, de provocar catástrofes com estragos e resultados de difícil competitividade pelo ser humano e seus meios produtivos. Obviamente o fato da natureza não ser tão harmônica não dá a ninguém o direito de agressão, ou a isenção de culpa, liberando a desmandos tecnológicos ecologicamente incorretos. É, portanto, preciso conhecer os ecossistemas (biodiversidade, conservação, evolução, padrões ecológicos etc.) antes de querer gerenciá-los. Para não agir movido por impulsos, é necessário apoiar-se no conhecimento científico que fornecerá base legítima de ação, mantendo uma adequada relação de padrões entre a natureza e a indústria.

A reutilização é, com toda a certeza, a maior prioridade do ponto de vista ambiental, uma vez que, quer os recursos humanos empregues na fase de projeto, quer os recursos materiais e energéticos utilizados durante a fabricação do componente são preservados.

Consegue-se assim um menor impacto ambiental, pois não só o material desperdiçado é menor, como o consumo de energia e de matéria-prima durante a fabricação é reduzido. A utilização de produtos já existentes reduz toda a logística de compra ou manufatura de novos componentes.

Este tipo de reaproveitamento requer uma desmontagem não destrutiva seguida de uma inspeção. Para que a reutilização seja possível devem ser considerados os seguintes passos: desmontagem, limpeza, inspeção e expedição, condicionamento, armazenamento e remontagem.

Muitas vezes alguns tipos de empreendimentos não são viáveis economicamente, como por exemplo, a reciclagem de muitos produtos que estão circulando pelo

mundo sem nenhuma preocupação com o seu fim de vida. Porém é importante salientar que não se executa um projeto de engenharia visando apenas ao lucro material, mas sim ao bem estar de toda uma comunidade.

Sendo os Engenheiros, profissionais muito oportunistas (na boa concepção da palavra), certamente encontrarão ou encontraremos meios de unir o útil ao agradável; a sustentabilidade ambiental e a viabilidade econômica.

## **9. Bibliografia**

### **9.1. Obras Consultadas**

- [1] KAMINSK, Paulo Carlos. *Desenvolvendo produtos, planejamento, criatividade e qualidade*. São Paulo, LTC, 2000.
- [2] GTD, Gerência de Treinamento e Desenvolvimento. *II Seminário Interno de Produto*. Cosipa, grupo Siderbrás
- [3] Catálogo de laminados, COSIPA
- [4] XXXV Seminário de Laminação - Processos e Produtos Laminados e Revestidos – Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais. 1998
- [5] CHIAVERINI, V. Ferros e Aços Fundidos. Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais. 7ª edição. 1996.

### **9.2. Periódicos Consultados**

- [6] Journal of Materials Processing Technology, Vol: 59, No.3, 27 de Maio de 1996 p. 186 –198; R. Kopp; A. Schmitz
- [7] Automotive Engineering,
  - [7.1] Outubro de 1992 p. 41 – 57; Singh, Sachchida N.; et. Al.
  - [7.2] Fevereiro de 1995 p. 107 – 113; Kainz, Robert J.; Simpson, Michael S.; Moeser, W. Charles
  - [7.3] Agosto de 95 p. 43; Jost, Kevin

- [7.4] Dezembro de 1995 p. 49 – 51; *Teulon, Helene; Forget, Marc Boidot; Epelly, Olivier*
- [7.5] Março de 1996 p. 49 – 52; *Schuckert, M.; Saur, K.; Florin, H.; Eyerer, P.; Beddies, H.; Sullivan, J.; Hu, J.*
- [7.6] Junho de 1997 p. 105 – 107
- [7.8] Agosto de 1997 p. 46 – 48; *Litalien, M; et al.* 51 – 53; *Farrington, Stephen D.; et al.*
- [7.9] Abril de 1998 p. 63 – 64; *Koronkiewicz, Rose*
- [7.10] Junho de 1998 p.40
- [7.11] Julho de 1998 p. 69 – 71; *Sullivan, J. L.; Costic, M. M.; Han, W.*
- [7.12] Dezembro de 1998 p. 26 – 27; *Al, Demmler*
- [7.13] Abril de 1999 p. 6; *Rumbaugh, Max E.*;32 – 34; *Buchholz, Kami*; 68 – 69; *Moss, Dennis; Hevel, David*
- [7.14] Julho de 2000 p. 140 – 142; *Fielding, Stanley*
- [7.15] Agosto de 2001 p. 20 – 31; *Broge, Jean L.*
- [7.16] Outubro de 1993 p. 72
- [8] *Ciência Hoje*, Vol: 24 No. 144, Novembro de 1998 p. 70 – 72; *Muniz, Marise*

**9.3. Sites Visitados (todos os sites abaixo relacionados foram devidamente consultados até 01/03/2002 com suas respectivas páginas disponíveis)**

- [9] <http://home.wxs.nl/~crseurop/Home.htm>
- [10] <http://www.edf.org/programs/ppa/vlc/index.html>
- [11] [http://www.mbj.mercedes-benz.com/e/kankyo\\_e/mercedes/recycle2.html](http://www.mbj.mercedes-benz.com/e/kankyo_e/mercedes/recycle2.html)
- [12] <http://www.wastewatch.org.uk/informtn/tyres.htm>
- [13] [http://www.edf.org/pubs/Brochures/RecyclingWorld/c\\_FamilyCar.html](http://www.edf.org/pubs/Brochures/RecyclingWorld/c_FamilyCar.html)
- [14] <http://www.automfg.com/magazine/articles/039904.html>
- [15] <http://www.nissan.co.jp/INFO/RECYCLE/E/intro.html>
- [16] [http://es.epa.gov/ncerga\\_abstracts/centers/udm/kresta.htm](http://es.epa.gov/ncerga_abstracts/centers/udm/kresta.htm)

- [17] <http://www.ai-online.com/articles/0699purchasing.htm>
- [18] [http://www.toyota.co.jp/e/week/july\\_99/no\\_dumping/index.html](http://www.toyota.co.jp/e/week/july_99/no_dumping/index.html)
- [19] <http://www.portalga.ea.ufrgs.br/acervo/disserts/projeto4.pdf>
- [20] [http://www.modplas.com/encyclopedia/articles/articles\\_industry\\_recycling.htm](http://www.modplas.com/encyclopedia/articles/articles_industry_recycling.htm)
- [21] [http://www.modplas.com/encyclopedia/articles/articles\\_industry\\_auto.htm](http://www.modplas.com/encyclopedia/articles/articles_industry_auto.htm)
- [22] [http://www.srl.gatech.edu/research/CAD/CAD\\_NSF\\_Conf\\_97.html](http://www.srl.gatech.edu/research/CAD/CAD_NSF_Conf_97.html)
- [23] [http://www.autointeriors.com/lion\\_files/frame.htm](http://www.autointeriors.com/lion_files/frame.htm)
- [24] <http://www.environment.volvocars.com/ch1-2.htm>
- [25] <http://www.delphiauto.com/index.cfm?search=recycling>
- [26] [http://www.psa-peugeot-citroen.com/en\\_psaEE0064.html](http://www.psa-peugeot-citroen.com/en_psaEE0064.html)
- [27] <http://www.belgomineira.com.br/content/grupo/index.asp>
- [28] [http://www.autosteel.org/press\\_release\\_output.php3?prjob-num=1015](http://www.autosteel.org/press_release_output.php3?prjob-num=1015)
- [29a] <http://www.agiltec.pt/autorec/texto2.html>
- [29b] <http://www.agiltec.pt/autorec/linha1.gif>
- [29c] [http://www.agiltec.pt/docs/papers/protap\\_autorec\\_1.pdf](http://www.agiltec.pt/docs/papers/protap_autorec_1.pdf)
- [30] [http://www.fiat.com.br/index\\_site.html](http://www.fiat.com.br/index_site.html)
- [31] <http://www.vw.com/brand.htm>
- [32] [http://www.ulsac.org/index\\_er.html](http://www.ulsac.org/index_er.html)
- [33] <http://www.beamdynamics.com/application/sheetmetal.html>
- [34] <http://www.ulsab.org>
- [35] <http://www.uscar.com>
- [36] <http://www.prclaser.com/models.htm>

## **Anexo A**

## **Renovação da Frota Acelera Negócio de Reciclagem**

*Por: Paulo Barletta Paiva, Angela Caporal e Vicente Vilardaga  
de Belo Horizonte, Porto Alegre e São Paulo*

Uma grande operação que envolve três siderúrgicas está em andamento no país para que pelo menos 140 mil carros sejam desmontados e reciclados neste ano. Nos próximos anos, espera-se que outros milhões de veículos tenham o mesmo destino. O programa de renovação da frota, em vias de sair do papel, vai alimentar o negócio da sucata, com investimentos em logística, centros de reciclagem e gestão ambiental. Na outra ponta, ele deve reverter, segundo estimativas das montadoras, na venda de mais de cem mil carros novos. É um faturamento adicional de cerca de U\$ 2 bilhões somente para a indústria automobilística.

Seis centros de reciclagem de veículos começarão a funcionar nos próximos meses. A siderúrgica Belgo-Mineira, que forma, junto com a Gerdau e a Barra Mansa, o grupo que mais vai aproveitar a sucata do programa, já concluir as obras de seu primeiro centro, em Juiz de Fora (MG) e deve investir também em uma unidade em Vitória (ES). A Barra Mansa vai desmontar carros em São Paulo, muito provavelmente em São Bernardo do Campo. E a Gerdau deve operar no Rio de Janeiro, no Paraná e também em São Paulo. O Sindinesfa, o sindicato da sucata, apresentou uma proposta de instalação de um centro para a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea). O volume e a distribuição da frota justificam a concentração dos investimentos no Sudeste.

O que orienta os planos de reciclagem das montadoras e siderúrgicas é o custo da tonelada de sucata, que gira, hoje, em torno de R\$ 70. Os carros com mais de 15 anos dispõem, em média de cerca de 640 quilos de aço. A viabilidade dos centros estará relacionada à sua capacidade de auto-sustentação. Os custos da reciclagem não poderão superar o da tonelada de aço no mercado. Na divisão de atribuições do programa de renovação da frota, as montadoras ficarão responsáveis pela baixa na documentação do veículo velho, pelo seu transporte até os centros de desmanche e pela disposição final dos resíduos perigosos

retirados dos carros. As siderúrgicas cuidarão da desmontagem e da separação dos materiais.

<b>Quanto pesa cada parte</b>	
Participação média de cada componente no carro (em kg)	
Metais	640,0
Pneus	33,0
Vidros	26,0
Não-Metálicos	23,0
Plásticos	13,0
Borracha	11,0
Bateria	10,0
Espuma	10,0
Chicote elétrico	4,0
Óleos	3,2
Tecidos	2,7

Tabela 5 – Composição em massa dos componentes veiculares

A viabilidade de um centro de reciclagem depende da desmontagem diária de pelo menos cem carros, na avaliação de técnicos envolvidos com o programa. A unidade da Belgo-Mineira possui capacidade para desmontar até 300 veículos por dia. A siderúrgica investiu cerca de R\$500 mil no negócio. "Decidimos construir o centro há dois anos, quando iniciaram-se as conversas sobre da frota e fizemos contatos com a GM, a Fiat e a Anfavea", diz Cláudio Horta Mendes, presidente da

Belgo-Mineira. Participação Indústria e Comércio. Fiat e GM atuaram, principalmente, na transferência de tecnologia de desmonte de veículos.

O presidente da GM, Frederick Henderson, visitou e aprovou o local há poucas semanas. "Já há contrato de operações entre as quatro montadoras (Fiat, GM, Ford e Volkswagen) e a Belgo", confirmou, o diretor de assuntos institucionais da GM, Luiz Moan Yabiku Jr. O centro cumprirá um importante papel de suprimento de insumos para a própria Belgo. A empresa consome, hoje, cerca de 120 mil toneladas por mês de sucata para abastecer suas quatro unidades siderúrgicas. Deste total, metade é sucata de obsolescência (geladeiras e eletrodomésticos velhos, por exemplo) e metade é sucata da indústria (automobilística, mecânica, naval e usinagem). Quando estiver operando a plena capacidade, o CRV vai gerar cerca de 7 mil toneladas por mês de sucata.

O custo médio para levar um carro velho até o centro de reciclagem, desmontá-lo e dar uma destinação adequada para cada material e para os resíduos inúteis está próximo de R\$ 500. O transporte representa a maior parte deste custo. Em São Paulo, o frete entre a concessionária que receberá os carros e o centro deve ficar em R\$ 50. Mas em outras regiões o preço do frete pode superar os R\$ 1 mil. Há também os custos de transporte dos materiais retirados dos carros. Entre estes materiais, há borracha, vidro, espuma, baterias, tecidos e óleos. Os plásticos representam menos de 3%, em peso, dos veículos com mais de 15 anos de uso.

O produto cuja reciclagem é mais complicada, segundo os técnicos, é o pneu – mas mesmo para ele já há soluções engatilhadas. "Estamos conversando com fabricantes de cimento, que usam o pneu como combustível", informa Horta Mendes. As negociações estão avançadas com uma tradicional produtora de cimento da região metropolitana de Belo Horizonte. Nos testes realizados pela Belgo, os veículos demoram, em média, cinco horas desde o momento em que entram na linha de "desmontagem" até serem transformados em aço, vergalhões ou arame nos laminadores da Belgo.

Todos os óleos e fluidos são retirados antes através de bombas de sucção – e são, também reciclados. A usina da Belgo em Juiz de Fora tem capacidade para

produzir 1 milhão de toneladas de aço por ano, além de 180 mil toneladas de trefilados (fio de arame).

A Gerdau, maior reciclador de sucata da América Latina, diz também estar pronto para participar do programa nacional de renovação. Segundo o diretor das unidades industriais Domingos Somma, há condições de realizar a reciclagem de carros velhos em unidades da Gerdau distribuídas em oito estados – Ceará, Pernambuco, Bahia, Rio, Minas, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul. A sucata representa 70% da matéria-prima para a Gerdau.

Uma rede formada por milhares de fornecedores garante o abastecimento e evita o risco de ter de parar a produção por falta de sucata. A Gerdau não faz aquisição direto dos "carrinheiros", os catadores de material, mas de quem compra deles e uma rede de coleta também se encarrega de retirar a sucata de empresas de terceiros. Anualmente são reciclados mais de 2 milhões de toneladas. O material para reciclagem é arrecadado em todo o país.

"Há casos de viagem de oito dias desde Manaus em contêineres em cima de chatas para descarregar em Belém e seguir de carreta até as siderúrgicas do Nordeste", conta Somma. Por causa das indústrias da Zona Franca, Manaus transformou-se num importante fornecedor de matéria-prima. São Paulo, no entanto, ainda é o maior gerador de sucata do país, com uma participação de 40% no bolo nacional. O preço da sucata é formado praticamente pelo custo do transporte e a Gerdau tem usinas espalhadas por todo o país. A Gerdau dispõe de dois Shredders, no Rio de Janeiro e em Santo André (SP) que, juntos, podem triturar cerca de quatro mil carros por dia.

### Cinco milhões para começar

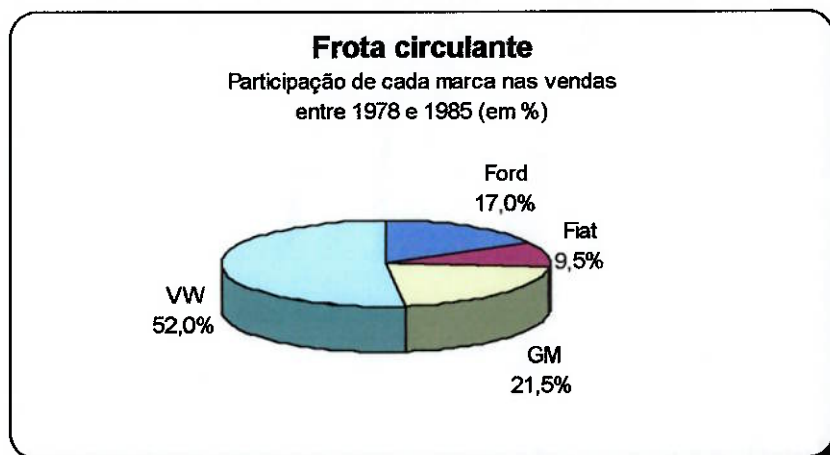


Gráfico 4 – Frota circulante de automóveis e comerciais leves (Fonte: Anfavea)

O plano de renovação deve envolver, na sua primeira fase, somente os veículos com mais de 15 anos. É uma parte muito significativa da frota circulante no País; algo em torno de cinco milhões de carros e comerciais leves. Nas estimativas da indústria, 90% destes modelos foram produzidos entre 1978 e 1985, ou seja, têm até 22 anos. Mais da metade deles é da marca Volkswagen, montadora com domínio absoluto do mercado durante o período.

Cada veículo que entrar no plano renderá ao seu proprietário um bônus que, tudo indica, valerá cerca de R\$ 1,8 mil, para os modelos movido a gasolina. Os negócios com carros a álcool deverão receber incentivos adicionais. O benefício, neste caso, pode chegar a R\$3,2 mil, incluída a isenção do Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA) e a cota grátis de mil litros de combustível, a serem consumidos em dois anos. São temas em discussão.

Os bônus terão um prazo de validade, que deve ficar em quatro meses. O documento poderá trocar de mãos. O número de endossos, porém, será limitado provavelmente a três. Os bônus só passarão realmente a ter valor no momento da compra do modelo zero-quilômetro. É quando eles se transformarão em um desconto. A adesão ao plano poderá ser um excelente negócio para os proprietários de modelos usados com mais de 15 anos e preço de mercado inferior a R\$ 1,8 mil.

O programa deverá ter importantes efeitos ambientais, com a retirada de veículos poluentes das ruas, e de segurança no trânsito. Ele deve modificar também a

composição da frota circulante: a participação da marca Volkswagen necessariamente perderá espaço para dezenas de outras marcas oferecidas atualmente no País. (V.V.)

Fonte: texto extraído integralmente da Gazeta Mercantil, Caderno "Empresas & Carreiras" – quarta-feira, 22 de março de 2000. Pg. C-1

## **| Entrevistas |**

### **RENOVAR A FROTA PARA GERAR EMPREGO**

*A renovação da frota pode ser possível, caso o Legislativo e Executivo entrem em acordo para colocar em prática a proposta, em discussão entre montadoras, revendedoras e trabalhadores. Em entrevista ao Informes, o deputado José Machado (PT-SP), vice-presidente da Comissão de Economia e um dos articuladores do projeto, afirma: "A idéia é gerar empregos e melhorar o meio ambiente e a segurança no trânsito".*

**Informes** - *De que trata essa proposta?*

**José Machado** - O projeto de renovação de frota visa incentivar a troca de veículos antigos por mais novos. A idéia principal é a necessidade de gerar empregos. A indústria automotiva é muito dinâmica, tem uma matriz interindustrial complexa e a elevação da produção de automóveis desencadeia uma reação em várias outras indústrias. Ao mesmo tempo estamos preocupados com o meio ambiente e com a segurança no trânsito, que ficariam melhores com uma frota mais jovem. Hoje, a média da frota é de 10 anos, e é considerada ultrapassada.

**Informes** - *O programa seria permanente?*

**Machado** - A idéia é essa. Em alguns países ele teve um caráter emergencial, mas no Brasil pensamos num projeto que dure sempre, com reciclagem permanente, onde os carros velhos serão sucateados e desmontados, e parte das peças velhas será aproveitada pela cadeia automotiva.

**Informes** - *Como está a discussão?*

**Machado** - Há dois circuitos de discussão. Um é no âmbito do governo, que está sendo pressionado pelas montadoras e pelos trabalhadores, mas há ainda algumas dúvidas sobre a formatação. Outro é no Parlamento. A Comissão de Economia aprovou um anteprojeto com o objetivo de desencadear o debate, mas infelizmente a Mesa da Câmara ainda não o distribuiu para as comissões.

**Informes** - *O que falta para o acordo?*

**Machado** - Uma questão pendente é a idéia é de que a troca não seja necessariamente por um veículo zero quilômetro, mas talvez por um mais novo. Outra diz respeito à forma de viabilizar essa troca, se através de um bônus ou não, e se esse bônus será transferível. Existe também o problema do carro a álcool. Há todo um interesse para que haja um estímulo especial para o setor alcooleiro, que emprega muita gente. Discute-se ainda o direcionamento do programa para as metrópoles, onde há maiores problemas ambientais e de trânsito. E por fim está sendo discutida a forma de financiamento.

**Informes** - *Qual a previsão de colocar o projeto em prática?*

**Machado** - Espero que até meados do próximo semestre, pois é o quando se encerra o acordo emergencial do setor automotivo, renovado recentemente.

**Informes** - *Qual a proposta ideal de renovação de frota?*

**Machado** - A preocupação fundamental é a geração de empregos, que seja permanente, que incorpore o carro a álcool e que os trabalhadores recebam estímulos, inclusive com melhoria salarial. É uma proposta de política pública muito inteligente. Vários países já a praticam. O Brasil está atrasado.

