

PRINCÍPIOS DA ECOLOGIA INDUSTRIAL EM UMA MONTADORA DE  
AUTOMÓVEIS: REDUÇÃO, REUTILIZAÇÃO E RECICLAGEM DE AUTOPEÇAS

Ana Julieta Bernardo Baraçal Pessanha Malafaia

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS  
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Aprovada por:

---

Prof. Ricardo Manfredi Naveiro, D.Sc.

---

Profa. Heloísa Vasconcellos de Medina, D.Sc.

---

Prof. Francisco José de Castro Moura Duarte, D.Sc.

---

Prof. Alexandre Rodrigues Torres, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

DEZEMBRO DE 2007

MALAFAIA, ANA JULIETA BERNARDO BARAÇAL  
PESSANHA

Princípios da Ecologia Industrial em  
uma Montadora de Automóveis: Redução,  
Reutilização e Reciclagem de Autopeças  
[Rio de Janeiro] 2007

IX, 80 p.29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc.,  
Engenharia Produção, 2007)

Dissertação - Universidade Federal do  
Rio de Janeiro, COPPE

1. Engenharia Industrial

I. COPPE/UFRJ II. Título ( série )

## **Agradecimentos**

Agradeço a Deus por sua constante presença em minha vida, dando-me conforto, proteção e capacidade para lutar por mais este ideal.

Ao meu maravilhoso marido, Rafael Thomas, pela paciência, ajuda, torcida e companheirismo.

Aos meus pais, agradeço pela educação e amizade que me dispensaram por toda minha vida.

Agradeço aos professores que muito me ensinaram e, em especial, aos orientadores deste trabalho Prof. Ricardo Manfredi Naveiro e Prof<sup>a</sup> Heloísa Vasconcellos de Medina.

À PSA Peugeot Citroën, agradeço a oportunidade de realizar o presente trabalho e todo o crescimento profissional que ela tem me proporcionado ao longo dos últimos cinco anos. Meu agradecimento especial ao Engenheiro Luis Eduardo Paiva Machado (in memoriam).

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

PRINCÍPIOS DA ECOLOGIA INDUSTRIAL EM UMA MONTADORA DE  
AUTOMÓVEIS: REDUÇÃO, REUTILIZAÇÃO E RECICLAGEM DE AUTOPEÇAS

Ana Julieta Bernardo Baraçal Pessanha Malafaia

Dezembro/2007

Orientadores: Ricardo Manfredi Naveiro

Heloísa Vasconcellos de Medina

Programa: Engenharia de Produção

Este trabalho traz uma abordagem da aplicação da ecologia industrial em uma indústria automobilística, eliminando desperdícios e melhorando o tratamento das autopeças descartadas, favorecendo assim a redução do custo-veículo e aumentando a competitividade da empresa estudada frente ao mercado.

Foi identificada a necessidade de melhorar a gestão de descarte de peças na PSA Peugeot Citroën, montadora localizada em Porto Real, Rio de Janeiro. Após, foram montados dois grupos heterogêneos, ou seja, com funcionários de diversas áreas, para trabalharem sobre os dois tipos de descarte de autopeças existentes na empresa: descarte de peças refugadas pela produção e descarte de peças em fim-de-série. Cada grupo realizou um levantamento dos procedimentos e normas adotadas de forma a poder identificar problemas, atuar em suas causas e propor melhorias na gestão destas peças.

Como resultado deste projeto, novos procedimentos já foram adotados e a iniciativa de formação de grupos de trabalho para otimização de processos está sendo amplamente difundida pela empresa.

Assim, este trabalho começa apresentando os conceitos necessários para o entendimento da metodologia aplicada, passando pela aplicação da sistemática e terminando com os resultados obtidos com a aplicação das propostas de cada grupo.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master (M.Sc.)

THE PRINCIPLES OF ECOLOGY AT A CAR COMPANY: REDUCE, REUSE AND  
RECYCLE OF AUTOPARTS

Ana Julieta Bernardo Baraçal Pessanha Malafaia

December/2007

Advisors: Ricardo Manfredi Naveiro

Heloísa Vasconcellos de Medina

Departement: Production Engineering

This work brings an approach of applying industrial ecology in an automotive industry, eliminating waste and improving the treatment of auto discarded, thus encouraging the reduction of the cost-vehicle and increasing the competitiveness of the company studied front of the market.

It identified the need to improve the management of disposal of parts in PSA Peugeot Citroen, montadora located in Porto Real, Rio de Janeiro. Following were assembled two groups heterogeneous, or with officials of various areas, to work on the two types of disposal of existing in the auto business: Dispose of spare refugadas the production and disposal of parts in end-of-series. Each group conducted a survey of the procedures and standards adopted in order to be able to identify problems, act in their causes and propose improvements in the management of these pieces.

As a result of this project, new procedures have been adopted and initiative training of working groups to optimize processes is being widely disseminated by the company.

Thus, this work begins presenting the concepts necessary to the understanding of the methodology applied, through application of systematic and ending with the results obtained with the implementation of the proposals of each group.

## ÍNDICE DO TRABALHO

<b><u>INTRODUÇÃO</u></b>	1
<b><u>CAPÍTULO 1: A INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA</u></b>	4
1.1. A Indústria Automobilística no Brasil	4
1.2. Tecnologia e Desenvolvimento de Materiais na Indústria Automobilística	9
1.3. O Grupo PSA	13
1.4. CPPR – Centro de Produção de Porto Real	15
1.4.1. Situação Geográfica	16
1.4.2. A estrutura Organizacional do CPPR	17
1.5. A PSA e o Mercado Brasileiro	18
<b><u>CAPÍTULO 2: ECOLOGIA INDUSTRIAL</u></b>	19
2.1. Princípios de Ecologia Industrial	21
2.2. Produção Mais Limpa: Prevenção da Poluição (PP) e Análise do Ciclo de Vida (ACV)	23
2.3. Eco-Concepção (EC)	29
2.3.1. Requisitos da Eco-Concepção	30
2.3.2. Atuação da Eco-Concepção no Ciclo de Vida do Produto	33
2.4. A Filosofia 3R's	37
2.5. Legislação, Normas Ambientais e o Automóvel	38
<b><u>CAPÍTULO 3: O DESCARTE DE AUTOPEÇAS NA PSA PEUGEOT CITROËN</u></b>	48
3.1. Metodologia do Trabalho	48
3.2. Diagnóstico sobre o Reduzir e o Reutilizar	49
3.2.1. Peças RDP (G1)	50
3.2.2. Peças FDS (G2)	51
3.3. Reduzir: O início	53
3.3.1. Peças RDP (G1)	53
3.3.2. Peças FDS (G2)	56
3.4. Reutilizar: O Segundo Passo	56
3.4.1. Peças RDP (G1)	56
3.4.2. Peças FDS (G2)	58

3.5. Novos Fluxos Baseados nos Dois Primeiros R's	58
3.5.1. Peças RDP (G1)	58
3.5.2. Peças FDS (G2)	59
3.6. Reciclar: O Grande Desafio	61
3.6.1. Diagnóstico sobre o reciclar	61
3.6.2. Proposta de Internalização da Operação de Separação da Sucata FDS	64
3.6.3. O Novo Fluxo para a Destruição de Peças FDS	66
<b><u>CONCLUSÕES</u></b>	68
<b><u>BIBLIOGRAFIA</u></b>	72
<b><u>ANEXO I</u></b>	77

## ÍNDICE DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1: Vantagens e desvantagens do uso de plásticos nos automóveis, em substituição a outros materiais	12
Quadro 2: Princípios de Ecologia Industrial selecionados por três categorias	21
Quadro 3: Critérios gerais de projeto do produto	30
Quadro 4: Critérios de projeto para requisitos ambientais	31
Quadro 5: Resumo da Norma B20 0200 (2005) – Recomendações para reciclagem	44
Quadro 6: Exemplos de soluções adotadas após análise das causas dos problemas	55
Quadro 7: Exemplos de recuperação de autopeças	57
Quadro 8: Resumo do funcionamento da base FIDES	66
Tabela 1: Faturamento da Indústria Automotiva	5
Tabela 2: Investimentos na Indústria Automotiva	5

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição das Indústrias Automotivas no Brasil	8
Figura 2: Materiais Presentes nos Automóveis	10
Figura 3: Logomarcas Peugeot e Citroën	13
Figura 4: Empresas do Grupo	14
Figura 5: Modelos Peugeot 206, Citroën Xsara Picasso e Citroën C3	15
Figura 6: Localização Geográfica do CPPR	16
Figura 7: Organograma - Direção PSA Peugeot Citroën	17
Figura 8: Fechando o Ciclo de Vida dos Materiais	20
Figura 9: Possibilidades de reaproveitamento de autopeças	35
Figura 10: Caminho do veículo na reciclagem	36
Figura 11: Opções para pneus usados	40
Figura 12: A bateria automotiva	41
Figura 13: Esquema de inspeção veicular e reciclagem de VFV da AEA	47
Figura 14: Gaiola vermelha disposta na linha de produção destinada a peças refugadas	50
Figura 15: Nova gaiola destinada a peças RDP	54
Figura 16: Novo fluxo para tratamento de peças a refugar	59
Figura 17: Novo fluxo para tratamento de peças FDS	60
Figura 18: Estoque fim de série	62
Figura 19: Disposição das peças para destruição	63
Figura 20: Destruição das peças FDS	63
Figura 21: Resíduo levado pela pá carregadeira	63
Figura 22: Caçamba da empresa compradora da sucata	64
Figura 23: Fluxo atual de descarte de peças FDS	66
Figura 24: Fluxo proposto para descarte de peças FDS	67
Figura 25: Hierarquia dos 3R's para cada tipo de descarte de peças	69

## **INTRODUÇÃO**

Em um mercado cada vez mais globalizado, ser competitivo não tem sido tarefa simples. No caso da indústria automobilística, além de ter que conquistar clientes para aumentar a participação no mercado e conseqüentemente o volume de produção, é necessário também atrair novos projetos. Sendo assim, deve-se ser capaz de concorrer internamente (entre as unidades do mesmo grupo espalhadas pelo mundo) e externamente (em relação às outras montadoras).

Em consequência, o atual grande desafio das empresas do setor tem sido identificar e desenvolver técnicas de gestão de forma estratégica, visando gerar vantagem competitiva e diferencial de mercado.

Nesse contexto, surge a preocupação com o ciclo de vida do produto, em todas as fases de desenvolvimento deste, que nada mais é que a sua história, desde a extração das matérias-primas, passando pela produção e distribuição, pelo consumo e uso, até a sua transformação em lixo ou resíduo. Essa nova atitude recebe o nome de Desenvolvimento Sustentável, caracterizado como a busca por atender às necessidades da geração atual sem comprometer o direito das futuras gerações de também ver satisfeitas as suas próprias necessidades.

Desde a metade do século XX, a preocupação da sociedade com os impactos gerados pelas empresas sobre o meio ambiente tem crescido e se difundido continuamente. A responsabilidade das empresas em relação ao meio ambiente não é mais simplesmente uma questão de opção, mas de sobrevivência. Transforma-se em um instrumento de gestão imprescindível para as novas exigências de mercados consumidores, que buscam por produtos ambientalmente mais adequados.

Conciliar a pressão do mercado por produtos e serviços inovadores e competitivos com a demanda da comunidade por melhor qualidade de vida é o grande desafio com que se defrontam as empresas atualmente. Tal desafio motivou a realização de um estudo junto à PSA Peugeot Citroën do Brasil, consolidado na presente dissertação, cujo objetivo foi o de levantar oportunidades de ganho no tratamento de peças refugadas durante o processo produtivo (denominadas peças não-conformes) e de peças em fim-de-série (as peças obsoletas), a fim de proporcionar reduções de custo e melhorias do sistema de gestão ambiental da empresa, com vistas a contribuir para a garantia de um padrão de competitividade internacionalmente sustentável.

Frente à acirrada concorrência, as montadoras sempre precisam dispor de novos modelos e de novas versões de veículos. Com ciclos do produto cada vez mais curtos, para atender aos variáveis e exigentes padrões de consumo, aliados a problemas de provisionamento, a indústria automobilística vem gerando uma enorme quantidade de peças fim-de-série (FDS).

Além disso, no caso deste estudo, há um grande percentual de peças importadas por conta da inviabilidade de desenvolvimento de ferramental local para um baixo volume de produção, o que gera um grande volume de refugo de produção (RDP).

Para o sucesso do presente estudo, de pronto ficou patente a necessidade do envolvimento e do comprometimento de todos os colaboradores da empresa. Por isso, o trabalho em grupo afigurou-se como a ferramenta capaz de organizar os objetivos e conseguir resultados consistentes, por poder aglutinar a opinião de diferentes áreas e dos diferentes níveis hierárquicos.

Outro facilitador deste estudo foi a filosofia 3R's (Reduzir, Reutilizar e Reciclar), cujo conceito já era bem conhecido na organização. Essa filosofia foi usada para definir de maneira simples a prioridade de cada grupo. A intenção era não perder tempo com diretrizes complexas, mas sim trabalhar com conceitos claros e já praticados, para que os colaboradores pudessem se concentrar no desenvolvimento do estudo de melhorias.

Durante todo o desenvolvimento do estudo foram utilizados conceitos da ecologia industrial, como, a eco-concepção, que já é lei na Europa e abre um leque de oportunidades também no Brasil visto que os veículos aqui produzidos devem ser capazes de ser exportados para todo o mundo, submetidos portanto a múltiplas normas e legislações internacionais, resultado de um "mix" de legislações ambientais locais, nacionais e de blocos regionais, como o europeu.

Atualmente, a Legislação Ambiental Européia responsabiliza as empresas pelos impactos sobre o meio ambiente em toda sua cadeia produtiva. No caso das montadoras, segundo Medina (2005), essa legislação vem sendo atendida e mesmo antecipada através de novas formas de projetar, como DFA (*Design for Assembly and Dissassembly*), DFR (*Design for Recycling*) e DFE (*Design for Environment*). Por essas novas concepções, os projetos são tão mais eficientes quanto mais permitem uma recuperação rentável dos materiais constituintes dos produtos. Trata-se de projetar não só o produto, mas o chamado hoje de sistema-produto, considerado todo o ciclo de vida desde os *inputs* (matérias-primas e energia) até os *outputs* (resíduos industriais, componentes e o próprio produto em fim de vida).

No nosso estudo, analisamos o sistema atual de descarte de peças da PSA Peugeot Citroën, fossem peças refugadas pela linha de produção, fossem peças em fim de série de veículos novos, cujos projetos visaram à redução dos impactos ambientais e a melhoria da reciclabilidade, para identificar problemas e propor soluções que maximizem as vantagens técnicas, econômicas e ambientais.

A presente monografia está organizada em três capítulos e uma conclusão. O primeiro capítulo contém um panorama da indústria automobilística no Brasil, destaca a sua importância em termos econômicos, a sua evolução tecnológica e a implantação do grupo PSA Peugeot Citroën no Brasil. O segundo, trata do instrumental teórico e metodológico utilizado na análise do tema e no estudo de caso, a ecologia industrial, a eco-concepção e dá exemplos no setor automotivo. O terceiro apresenta o estudo de caso realizado, aplicando-se os conceitos da ecologia industrial ao sistema de descarte de autopeças na PSA Peugeot Citroën no Brasil. A conclusão destaca as soluções encontradas e os resultados de sua aplicação pela empresa.

## **CAPÍTULO 1: A INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA**

### **1.1. A Indústria Automobilística no Brasil**

O setor automobilístico representa um dos segmentos econômicos da indústria que mais geram renda, emprego e investimentos diretos e indiretos. Sua importância é estratégica nas exportações brasileiras, com repercussões sobre toda a cadeia de fornecedores. Além disso, tem impacto em diversos outros setores, como na produção de máquinas, equipamentos e insumos e nos serviços de distribuição, comercialização e manutenção.

Na sua cadeia produtiva estão fornecedores de matérias-primas, como os setores químico e siderúrgico; os produtores de componentes elétricos e eletrônicos e de autopeças em geral; as empresas de transportes e logística e as de comunicação, as concessionárias, os agentes financiadores, as oficinas, etc., cuidando da comercialização e manutenção. Há ainda que considerar toda uma cadeia de suma importância ligada diretamente à indústria automotiva: a produção, o refino e a distribuição de combustíveis.

Por conta disso, o setor automotivo é um dos principais segmentos econômicos do Brasil, importância que também detém no restante do mundo. Segundo estimativas da ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotivos), em 2006 o setor obteve faturamento líquido de US\$ 41,1 bilhões, dos quais US\$ 37,4 bilhões provenientes das vendas de autoveículos (de passageiros, comerciais leves, ônibus, caminhões) e US\$ 3,7 bilhões, da venda de máquinas agrícolas automotrizes.

Sua relevância para a economia brasileira pode ser comprovada pela sua participação no PIB (Produto Interno Bruto), que passou de 12,6%, em 2000, para 14,5% em 2006, segundo dados da ANFAVEA (Tabela 1). Outro aspecto que ressalta a sua importância são os investimentos que realiza: apenas os efetuados em 2006 totalizaram US\$ 1,6 bilhão, dos quais US\$ 1,45 bilhão foi direcionado à produção de autoveículos e US\$ 120 milhões, às máquinas agrícolas (Tabela 2).

**Tabela 1: Faturamento da Indústria Automotiva (ANFAVEA, 2007)**

Milhões de US\$ / US\$ million

ANO YEAR	FATURAMENTO LÍQUIDO / NET REVENUE			PARTICIPAÇÃO % NO PIB INDUSTRIAL* SHARE IN INDUSTRIAL GDP%
	AUTOVEÍCULOS VEHICLES	MÁQ. AGRÍC. AUTOMOTRIZES AGRICULTURAL MACHINERY	TOTAL TOTAL	
1966	5.769	323	6.092	10,6
1967	5.863	245	6.108	10,3
1968	7.198	383	7.581	11,3
1969	8.515	427	8.942	11,9
1970	9.407	480	9.887	11,9
1971	10.994	748	11.742	12,7
1972	12.845	1.177	14.021	13,2
1973	15.002	2.420	17.422	14,1
1974	17.287	3.084	20.371	15,1
1975	19.384	4.286	23.670	16,8
1976	19.233	4.005	23.238	14,7
1977	19.167	3.517	22.684	14,0
1978	21.062	2.589	23.651	13,7
1979	19.400	3.251	22.651	12,3
1980	18.313	3.491	21.804	10,8
1981	14.031	3.200	17.232	9,4
1982	16.089	3.076	19.165	10,4
1983	15.228	2.559	17.787	10,3
1984	14.991	3.595	18.585	10,1
1985	19.043	4.229	23.273	11,7
1986	18.256	3.963	22.218	10,0
1987	19.622	5.080	24.702	11,0
1988	22.154	4.605	26.759	12,2
1989	20.541	4.553	25.094	11,1
1990	15.318	2.778	18.096	8,8
1991	15.745	2.507	18.252	8,8
1992	19.553	2.729	22.282	11,2
1993	22.650	2.667	25.317	11,9
1994	27.102	3.732	30.835	13,6
1995	27.259	1.898	29.157	12,6
1996	29.446	1.738	31.184	13,4
1997	32.286	2.149	34.435	14,2
1998	30.964	2.814	33.778	14,3
1999	25.727	2.461	28.188	12,1
2000	28.015	2.601	30.616	12,6
2001	28.482	2.990	31.472	13,0
2002	26.979	3.687	30.665	12,4
2003	26.131	3.976	30.107	12,0
2004	32.329	5.598	37.927	14,0
2005	34.891	4.005	38.896	14,1
2006*	37.361	3.786	41.147	14,5

(\*) Estimativa. / Estimate.

**Tabela 2: Investimentos na Indústria Automotiva (ANFAVEA, 2007)**

Milhões de US\$ / US\$ million

ANO YEAR	AUTOVEÍCULOS VEHICLES	MÁQUINAS AGRÍCOLAS AUTOMOTRIZES AGRICULTURAL MACHINERY	TOTAL TOTAL
1980	489	31	520
1981	645	26	671
1982	530	28	558
1983	373	34	407
1984	293	19	312
1985	478	39	517
1986	526	50	576
1987	580	77	657
1988	572	65	637
1989	602	69	671
1990	790	205	995
1991	880	58	938
1992	908	37	945
1993	886	81	967
1994	1.195	116	1.311
1995	1.694	106	1.800
1996	2.359	79	2.438
1997	2.092	66	2.158
1998	2.335	119	2.454
1999	1.791	92	1.883
2000	1.651	94	1.745
2001	1.750	75	1.825
2002	976	66	1.042
2003	673	75	748
2004	739	81	820
2005	1.050	130	1.180
2006*	1.451	121	1.572

(\*) Preliminar. / Preliminary data.

O desempenho do setor, em decorrência do volume de recursos que movimenta e da cadeia de valor que o envolve, está diretamente relacionado a fatores macroeconômicos. O aquecimento ou a retração que pode ocorrer no setor acaba por incidir diretamente sobre uma vasta gama de segmentos relacionados (desde os de fornecimento de matérias-primas e componentes até a extensa rede de comercialização e de peças e serviços associados).

Além disso, o seu desempenho influencia na modernização de unidades e pólos produtivos, nos investimentos, na inovação tecnológica e, finalmente, na contratação de mão-de-obra, um dos aspectos em que sempre foi importante e que tem ganhado cada vez maior relevância no planejamento do setor.

Em cinquenta anos, a indústria automobilística brasileira teve altos e baixos, como todos os setores econômicos. O Brasil atravessou o regime militar, viu renascer a democracia, passou por vários planos econômicos e pela abertura econômica. Sua indústria automobilística abriu fronteiras e, hoje, figura como o 9º maior produtor mundial de veículos (ANFAVEA, 2006).

Associados à ANFAVEA estão 24 fabricantes, de automóveis, veículos comerciais leves, caminhões, ônibus e máquinas agrícolas, que, em 2005, exportaram US\$ 11,2 bilhões. Um recorde, que respondeu por aproximadamente 10% das exportações brasileiras (ANFAVEA, 2006).

Entretanto, não foi fácil chegar a essa realidade. Nos primórdios, para estimular a produção nacional, o governo precisou conceder alguns benefícios, como taxas de câmbio mais favoráveis para a importação de peças não fabricadas localmente e crédito para financiamento de máquinas e equipamentos destinados à instalação e ampliação do parque fabril brasileiro (ANFAVEA, 2006).

Passada a fase de implantação, o setor automotivo cresceu a taxas médias de 20% ao ano, no período de 1967 a 1974. Tal incremento só foi possível porque o governo, no período, criou mecanismos de crédito para o consumidor adquirir veículos. No final da década de 70, a produção era de mais de 1 milhão de unidades/ano. (ANFAVEA, 2006).

As sucessivas crises econômicas, no Brasil e no mundo, mudaram o curso nos anos 80 e início dos 90. De 1990 a 1992, vendeu-se anualmente um pouco menos que no período 1975 a 1977 (média anual de 755 mil unidades). O setor automotivo passou a apresentar baixa produção, defasagem tecnológica, pouca competitividade internacional e altos custos ao longo da cadeia (ANFAVEA, 2006).

Para reverter esse quadro, governo, indústria, concessionários e trabalhadores sentaram-se à mesa em 1992 e 1993 e costuraram um acordo, no qual foram traçadas diversas metas para o setor automotivo. Reduções na carga tributária – IPI e ICMS – e no preço ao consumidor final, manutenção dos empregos e ampliação do financiamento foram algumas das medidas adotadas. Por iniciativa do governo Itamar Franco, embora não discutida nos acordos, em 1993 chegou ao mercado o carro popular (ANFAVEA, 2006).

Some-se que em 1995 foi aprovada uma política industrial para o setor. Resultado: em 1997, 2 milhões de unidades produzidas, recorde de vendas internas e início de um período de novos investimentos no setor automotivo (ANFAVEA, 2006).

Impulsionadas pelos bons números daquele ano e com cenário promissor do País e da região, várias montadoras decidiram aqui instalar fábricas. Renault, Peugeot Citroën e Honda foram algumas. Outras resolveram ampliar e modernizar antigas fábricas e abrir novas, casos da Ford em Camaçari, Volkswagen em São José dos Pinhais, General Motors em Gravataí e Toyota, em Indaiatuba (ANFAVEA, 2006).

Assim, impulsionado pela indústria automobilística, começou um processo de desconcentração regional das atividades industriais no país. Tradicionalmente concentrada na região do ABC, na Grande São Paulo (municípios de Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul), a partir dos anos 90, a indústria começou a migrar para outras direções, reduzindo a participação da região original na produção nacional.

Nesse sentido, importantes unidades produtivas de grandes montadoras alavancaram o processo, como antes citado: a Ford, instalada em Camaçari (BA), e a General Motors, em Gravataí (RS), são os exemplos mais expressivos da tendência de descentralização da produção.

Em decorrência, se até o início da década de 90 o ABC paulista respondia pela quase totalidade da produção nacional, dez anos depois a sua participação havia se reduzido para quase a metade (Figura 1), num processo que ainda continua ativo. Enquanto em 2004 a produção da região metropolitana de São Paulo foi responsável por 50,6% da produção nacional, em 2005 essa participação caiu para 45,8%, de um total de 2,53 milhões de veículos produzidos, de acordo com a ANFAVEA.



**Figura 1:** Distribuição das Indústrias Automotivas no Brasil (Fonte: extraído de GOMES e MEDINA, 2003)

Contudo, para a ANFAVEA, atualmente o principal problema a ser enfrentado pela indústria automobilística no Brasil é como atingir competitividade para atuar em âmbito mundial e assim continuar a atrair investimentos das matrizes frente a novos competidores, como China, Índia e Coréia. Hoje, a China já é a terceira maior produtora mundial de veículos por meio de *joint-ventures* (parcerias) entre as montadoras mundiais e as empresas locais.

Como a maturação dos investimentos no setor automobilístico é de médio e longo prazos, para que as matrizes das montadoras decidam investir no país, a expectativa de crescimento da economia deve ser consistente. Dessa forma, com a indústria brasileira atuando com capacidade ociosa na atualidade (em torno de 30%), um caminho para a busca da competitividade é a diminuição de custos, por meio de ganho de escala.

Entretanto, para o aumento das vendas (e de escala de produção), é preciso crescer a taxas mais altas, tanto no mercado interno, quanto no externo. Por conta disso, uma das principais reivindicações do setor é a diminuição da carga tributária. E, para ampliar a participação no mercado externo, é preciso aumentar a desoneração das exportações e criar novos acordos internacionais de reciprocidade.

A ANFAVEA vê como saída [?melhor alternativa?] a realização de acordos internacionais, visto que o Brasil já tem uma grande estrutura automobilística montada:

indústria de autopeças totalmente desenvolvida, montadoras já instaladas e a capacitação da engenharia brasileira.

Nesse contexto, reafirma-se a importância da preocupação com o meio ambiente, que tem sido uma exigência mundial. A indústria automobilística encontra-se na posição de “carro-chefe” quando o tema do desenvolvimento sustentável entra em pauta, devido à estratégica relação econômica e ambiental que mantém em toda a cadeia produtiva.

O ajustamento das montadoras para atender às normas e aos procedimentos ambientais vigentes, com o objetivo de alcançar uma produção mais limpa, tem conduzido ao desenvolvimento de tecnologias que reduzem o impacto ambiental gerado pela emissão de poluentes, um aspecto cada vez mais importante.

Nesse ponto, o Brasil têm ganho destaque. A utilização de combustíveis alternativos ao petróleo, o álcool, no caso, foi um grande passo tecnológico, que diferencia o setor automobilístico brasileiro. Especialmente a partir de 2003, a indústria automotiva inovou, com a introdução no mercado de motores flexíveis, os chamados bicomustíveis (*flex fuel*), capazes de funcionar com álcool e/ou com gasolina. A partir de então, novos estudos e pesquisas têm pautado a ação das montadoras no sentido de implementar alternativas tecnológicas que diferenciem seus produtos nesse competitivo mercado.

## **1.2. Tecnologia e Desenvolvimento de Materiais na Indústria Automobilística**

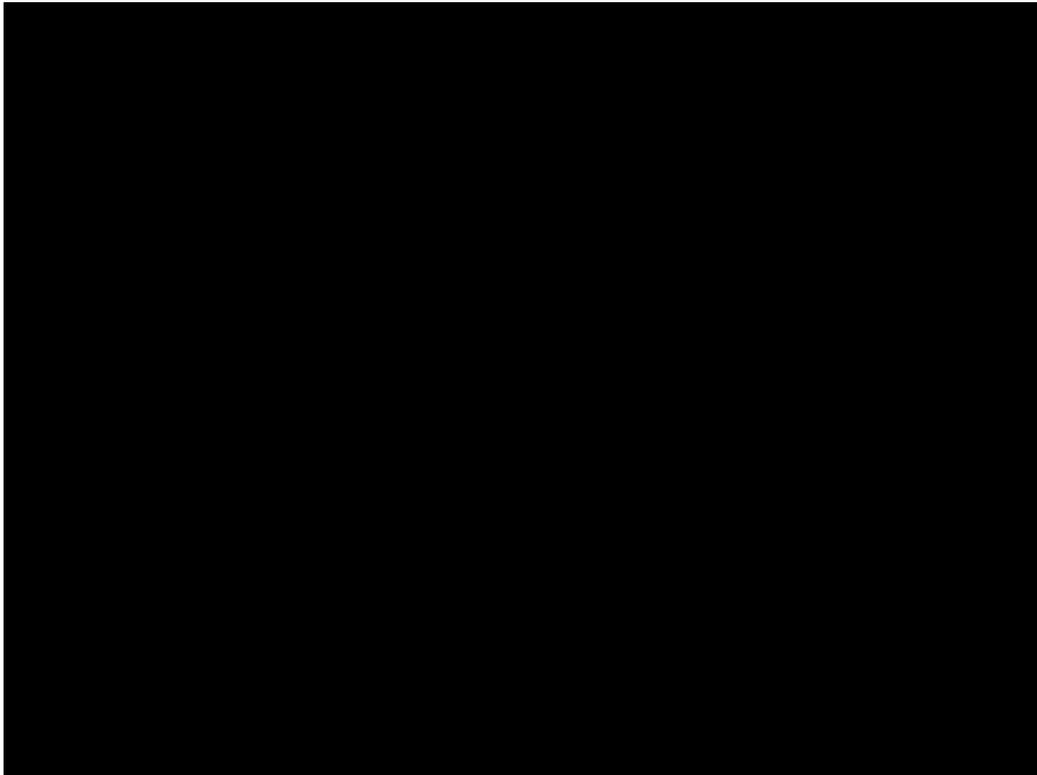
A atividade tecnológica adquire uma abrangência reticular no mundo contemporâneo. Não é mais possível conceber desenvolvimento tecnológico sem pensar em termos de projetos integrados e interdisciplinares. Assim, a questão ambiental possui um aspecto global, em que as fronteiras territoriais e as políticas nacionais são profundamente marcadas por tendências que operam em escalas superiores.

A atividade tecnológica adquire uma abrangência global no mundo contemporâneo. Não é mais possível conceber desenvolvimento tecnológico sem projetos integrados e interdisciplinares. Analogamente, a questão ambiental possui um aspecto global, em que as fronteiras territoriais e as políticas nacionais são profundamente marcadas por tendências que operam em escalas superiores.

A aceitação ambiental de um produto é a marca do novo século. Questões como reciclabilidade, toxicidade dos materiais e menor consumo global de energia passaram a

fazer parte da estratégia competitiva das empresas (NAVEIRO, MEDINA et al., 2005) e inovações tecnológicas nessa área se tornam vitais.

A indústria automobilística tem sido exemplo na busca por inovação tecnológica. Com clientes exigentes e um ambiente industrial complexo, as indústrias têm sido obrigadas a buscar soluções inovadoras. Um exemplo dessa complexidade é a grande diversidade dos materiais que são utilizados na fabricação de um automóvel (Figura 2): um motor chega a ter em torno de 65 tipos de ligas metálicas.



**Figura 2:** Materiais Presentes nos Automóveis – uma comparação em massa (Fonte: extraído de GOMES e MEDINA, 2003)

A indústria automobilística vem fazendo avanços significativos nos campos da pesquisa, da produção e dos projetos orientados para o meio ambiente. Os novos modelos consomem menos materiais e combustíveis, emitem menos gases que aumentem o efeito estufa e são mais seguros e recicláveis. Esses resultados vêm sendo obtidos a partir de novas tecnologias, cuja difusão é propiciada pela participação direta dos produtores de materiais automotivos e autopeças, uma vez que esses são fornecedores comuns a várias montadoras (NAVEIRO, MEDINA et al., 2005).

Na indústria automobilística, a substituição de materiais tradicionais por outros, principalmente os plásticos, se deu de forma gradativa, ao longo de vários anos. A princípio, o material mais usado era a madeira, utilizada na carroceria do carro e em algumas de suas partes fundamentais, como as rodas. Gradativamente, a madeira foi sendo substituída pelo aço, que se mostrou muito mais eficiente como material construtivo (GOMES e MEDINA, 2003).

Entretanto, foi apenas nas duas últimas décadas que o ritmo dessa substituição se acelerou. Como o próprio automóvel, os materiais automotivos não pararam de evoluir, contribuindo sempre para o melhor desempenho do automóvel (MEDINA, 2001). Várias modificações foram sendo implementadas: os plásticos e seus compósitos novos e o alumínio e suas ligas metálicas, inicialmente usados em peças decorativas, passaram a fazer parte de funções estruturais, como chassis e blocos de motor.

Razões diversas, tanto econômicas, quanto tecnológicas, influenciaram o andamento dessa mudança. As crises do petróleo de 1973 e de 1979 trouxeram a conscientização para o problema da escassez de combustível e para a vulnerabilidade do uso indiscriminado de recursos naturais de fontes não-renováveis. Essas crises podem ser consideradas como o momento decisivo da tomada de posição quanto à construção de carros mais eficientes, seguros, confortáveis e que consumissem menos combustível. Pode-se dizer, porém, que somente após a superação de limitações tecnológicas, é que os novos materiais passaram a fazer parte essencial dos automóveis.

O desenvolvimento de materiais tem sido fruto de inovações e desenvolvimento de diversas áreas: engenharia elétrica, eletrônica, química e outras. Tecnologias desenvolvidas em outras áreas migraram delas para a indústria automobilística – como, por exemplo, da aeroespacial –, e novos materiais foram surgindo, agregando aos automóveis características de alta tecnologia capazes de oferecer maiores segurança, conforto e desempenho. Hoje, contudo, os materiais têm sido projetados especificamente para o automóvel, diminuindo o tempo de desenvolvimento, uma vez que a transferência de tecnologia é, muitas vezes, de difícil e demorada adaptação.

Atualmente, a tendência mais marcante da difusão de novos materiais na indústria automobilística é a da concepção integrada de material, produto e processo. Ou seja, os materiais têm que ser projetados para atender a um conjunto, cada vez maior, de características técnicas.

“O automóvel precisa ser visto como um sistema onde há sinergias que trabalham em conjunto. Nesse sistema, algumas soluções adotadas condicionam ou

bloqueiam outras que lhe são de alguma forma associadas, o que torna extremamente complexa a escolha de um novo material” (MEDINA, 2001).

Assim, quando levados em conta material, produto e processo, os plásticos, por exemplo, possuem mais vantagens que desvantagens associadas à sua utilização na indústria automobilística (Quadro 1).

**Quadro 1:** Vantagens e desvantagens do uso de plásticos nos automóveis, em substituição a outros materiais.

Vantagens	Desvantagens
redução de peso	deterioração por ação térmica e ambiental
redução da emissão de CO <sub>2</sub>	inflamabilidade
redução de custos	baixa resistência ao impacto
redução do tempo de produção	deformação permanente elevada
menores investimentos em manufatura	dificuldade de adesão de película de tinta
aumento da resistência à corrosão	facilidade de manchas permanentes
possibilidade de designs mais modernos	baixa estabilidade dimensional
formatos mais complexos	
excelente processabilidade	
veículos mais silenciosos	
melhor uso de espaço	
aumento de segurança	

Fonte: (HEMAIS, 2003).

Os plásticos têm demonstrado um alto índice de confiabilidade e muitas vantagens sobre os materiais tradicionais que vieram a substituir, tais como o aço, o alumínio e o vidro. Além de permitir maior flexibilidade de projeto e economia na produção, a sua baixa densidade é essencial para a redução do consumo de combustíveis, uma vez que a substituição de materiais diversos por cerca de 100 quilos de plástico, em um carro pesando 1 tonelada, trará uma economia de combustível da ordem de 7,5%. Aproximadamente, para 100 quilos de peças plásticas utilizadas em um veículo, 200 a 300 quilos de outros materiais deixam de ser consumidos, o que se reflete em seu peso final. Assim, um automóvel, com uma vida útil de 150 mil quilômetros, poderá economizar 750 litros de combustível somente por conta da utilização dos plásticos (SUMMER, 1999).

Dados norte-americanos informam que, como são produzidos naquele país 15 milhões de carros/ano, quase 20 milhões de litros de gasolina são economizados e 4,7 milhões de toneladas de dióxido de carbono deixam de entrar na atmosfera devido ao uso de peças plásticas (ALC (Automotive Learning Center), 2002).

No que se refere especificamente a itens de segurança, os polímeros possibilitam a fabricação de pára-choques com propriedades de absorção de impacto, *air-bags*, proteções contra impacto lateral (que não lascam ou fraturam) e cintos de segurança, o que resulta em diminuição marcante dos casos fatais em acidentes.

Hoje, na construção de um veículo, sob o ponto de vista de volume, o plástico é muito mais usado do que aço, devido ao grande número de aplicações que os polímeros encontraram. A média de 30 quilos de polímeros por veículo, empregada na década de 70, passou a cerca de 180 quilos no final da década de 90; estima-se que, nos próximos cinco anos, esse valor ultrapasse os 200 quilos (APC (American Plastic Council), 1999).

No caso do Brasil, pode-se afirmar que a indústria automobilística foi uma das grandes catalisadoras da introdução de inovações tecnológicas na indústria de polímeros. Isso se tornou mais real a partir da fabricação no país dos “carros mundiais”, quando as subsidiárias nacionais das montadoras passaram a exigir produtos que seguissem os mesmos padrões aprovados pelas matrizes, em seus países de origem.

### 1.3. O Grupo PSA

A PSA PEUGEOT CITROËN é a sexta maior montadora automobilística no mundo, com uma participação de 5,2% do mercado. O Grupo, segundo construtor europeu, vendeu fora da Europa ocidental, mais de um milhão de veículos em 2006 (Annuaire PSA, 2007).

Reúne duas marcas independentes, Peugeot e Citroën (Figura 3), que possuem identidades, personalidades, dinâmicas comerciais e ambições mundiais distintas.



**Figura 3:** Logomarcas Peugeot e Citroën.

Cada marca define sua própria política comercial e de distribuição, sua estratégia de marketing e sua comunicação de marca e produto. Tanto a Peugeot quanto a Citroën participam da definição de seus veículos e exercem suas atividades no mundo inteiro.

O grupo PSA reúne também (Figura 4):

- Uma indústria de autopeças, a FAURECIA;
- Uma empresa de transporte e logística, a GEFICO, que é a segunda maior da França e está entre as dez primeiras na Europa;
- e Sociedades de Financiamento Automobilístico federadas pelo Banco PSA Finance, que têm a função de dar suporte às concessionárias e aos clientes da Peugeot e da Citroën com uma gama de serviços de financiamento.



**Figura 4:** Empresas do Grupo.

Na Europa ocidental, a PSA Peugeot Citroën manteve em 2006 a sua posição de segunda construtora, com uma parte de mercado de 13,9%, ou seja, 2.360.500 veículos registrados, e permanece como líder do mercado dos veículos utilitários leves (VUL) com uma representação de 17,7% (de 368.000 veículos vendidos).

Fora da Europa, em 2006, a PSA Peugeot Citroën aumentou as suas vendas em 4% com 1.070.000 veículos vendidos no exterior, graças a um aumento das vendas na China e na América Latina, respectivamente (Annuaire PSA, 2007).

#### Uma posição de líder na Europa

Com 2,31 milhões de veículos vendidos na Europa em 2006, a PSA Peugeot Citroën confirmou-se como primeira colocada nos mercados franceses (31,3%), espanhóis (19,7%), belgas e portugueses.

O Grupo classifica-se como segundo nos mercados austríacos e dinamarqueses.

No Reino Unido, na Itália e a Alemanha, as vendas da PSA Peugeot Citroën continuam a progredir, com, respectivamente, 10,5%, 9,5% e 5,7% de participação no mercado.

O parque industrial europeu da PSA Peugeot Citroën é composto por 12 centros de produção: seis na França (Aulnay, Poissy, Rennes, Sochaux, Mulhouse e Sevelnord, este em cooperação com a Fiat), dois na Espanha (Vigo e Madrid), um em Portugal (Mangualde), um na Itália (Sevel, em cooperação com a Fiat), um na República Checa

(Kolin, em cooperação com Toyota) e um na Eslováquia (Trnava) (Annuaire PSA, 2007).

#### A aceleração do desenvolvimento internacional

Presente comercialmente em mais de 150 países, PSA Peugeot Citroën orienta a sua estratégia de desenvolvimento internacional para três zonas - a América Latina, a China e a Europa do leste - às quais se soma o potencial de desenvolvimento de mercados onde as marcas Peugeot e Citroën são ativas, como a Turquia e a Rússia.

A PSA Peugeot Citroën ultrapassou pela segunda vez, em 2006, a marca de um milhão de veículos vendidos internacionalmente, ou seja, uma progressão de 4%, que representam 31,8% das vendas mundiais do Grupo. Apresenta-se notadamente nos mercados da América Latina, com 215.100 unidades, da China, com 202.500 unidades, da Europa do leste, com 180.000 unidades.

A PSA Peugeot Citroën dispõe de várias unidades industriais nessas zonas de desenvolvimento: em Porto Real, no Brasil, em Buenos Aires, na Argentina, e em Wuhan, na China (fábrica em processo de duplicação de capacidade).

#### **1.4. CPPR – Centro de Produção de Porto Real**

Em abril de 1999, inicia-se a construção dos prédios do Centro de Produção de Porto Real (CPPR). Construída em um tempo recorde de dois anos, a montadora de Porto Real é a primeira do grupo que iniciou sua produção com dois modelos diferentes, um de cada marca, o Peugeot 206 e o Citroën Xsara Picasso. Em 2003, a fábrica iniciou a fabricação do Citroën C3 (Figura 5).



**Figura 5:** Modelos Peugeot 206, Citroën Xsara Picasso e Citroën C3.

A implantação da PSA PEUGEOT CITROËN no Brasil representou um investimento global de 600 milhões de dólares. A capacidade de produção do CPPR era de 70.000 veículos por ano, com duas equipes, e de 100.000 unidades por ano, com três equipes de trabalho.

Montadora modelo, Porto Real se beneficia de três características principais:

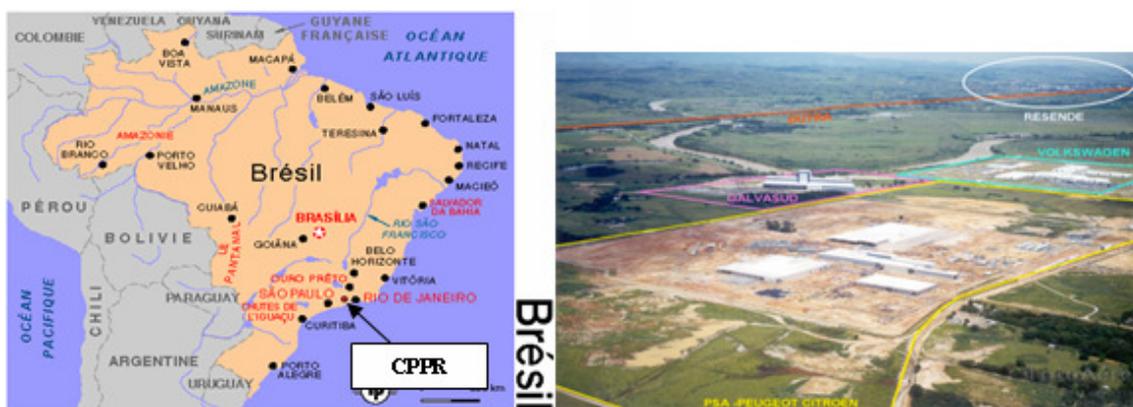
- Organização dos fluxos de produção particularmente eficaz, com uma atenção especial à ergonomia dos postos de trabalho de maneira a facilitar as operações de fabricação dos veículos;
- Curta linha hierárquica e valorização da iniciativa individual;
- Preocupação permanente com a proteção do meio ambiente.

Com capacidade de produção atual de 145.000 veículos por ano, emprega 2.300 funcionários diretos e monta quatro veículos: os Peugeot 206 e 206 SW, o Citroën Xsara Picasso e o C3 e. A produção em 2006 chegou a 90.000 carros.

O centro é composto de quatro unidades: chaparia, pintura, montagem e mecânica, essa última uma unidade especializada nos motores de gasolina e de flex óleo combustível. Já o Tecnopolo, citado no item seguinte, é dedicado aos fornecedores.

#### 1.4.1. Situação Geográfica

O Centro de Produção de Porto Real está situado na cidade de mesmo nome, a 160 km do Rio de Janeiro, em um terreno de 300 hectares, onde 200 são destinados ao centro e 100 aos fornecedores (Tecnopolo) (Figura 6).



**Figura 6:** Localização geográfica do CPPR.

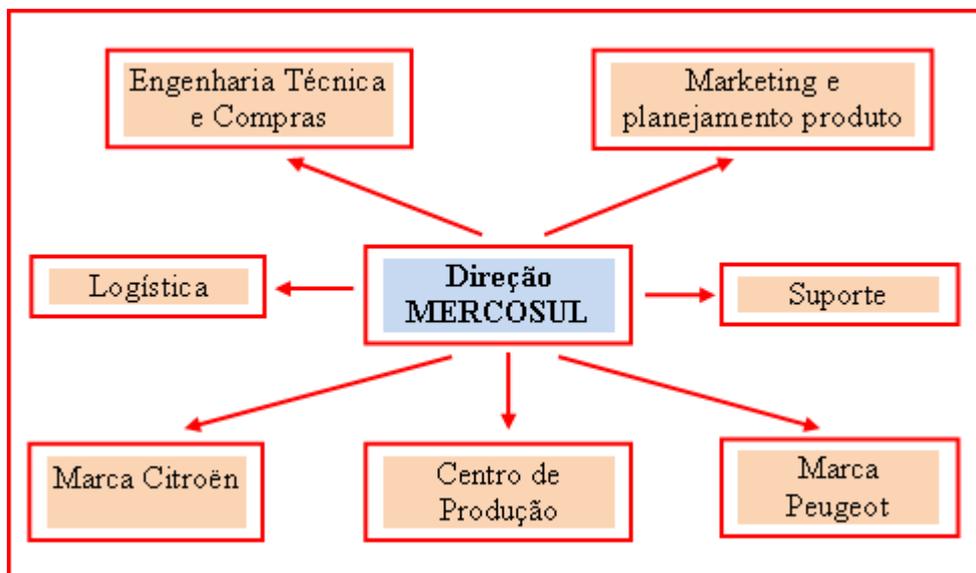
O Centro se beneficia de uma posição geograficamente estratégica, próxima a outros dois estados economicamente importantes, São Paulo e Minas Gerais. Outra vantagem para o CPPR é a qualidade dos acessos rodoviário (rodovia Presidente Dutra),

ferroviário (linha MRS) e portuário (proximidade dos portos de Santos, Rio de Janeiro e Sepetiba), assim como a proximidade com o rio Paraíba do Sul (850 metros).

#### 1.4.2. A Estrutura Organizacional do CPPR

Recentemente, o CPPR ganhou uma diretoria própria, dedicada ao MERCOSUL. Com isso, o Centro agora possui um controle local, voltado para as características específicas dos países do MERCOSUL. Isso foi um fator importante e vantajoso, pela maior independência em relação à matriz quanto aos processos decisórios locais, pois a realidade dos países que compõem esse mercado comum é bem diversa daquela da Europa.

A Figura 7 apresenta a nova estrutura organizacional da Direção MERCOSUL.



**Figura 7:** Organograma - Direção PSA Peugeot Citroën.

- Direção MERCOSUL: é representada por um diretor Geral Brasil e Argentina.
- Direção Engenharia Técnica e Compras: é composta por engenharia produto, engenharia de processo, engenharia de projetos e compras, ou seja, por toda parte técnica da empresa.
- Direção de Suporte: compreende os setores de informática, contabilidade, auditoria, recursos humanos, comunicação, etc.
- Direção de Marketing: é responsável pela estratégia MERCOSUL.
- Marca Peugeot: responsável pela comercialização dos veículos Peugeot, é, na verdade, uma empresa a parte.

- Marca Citroën: responsável pela comercialização dos veículos Citroën, também é uma empresa a parte.
- Centro de Produção: cada centro de produção possui um diretor, que é o responsável por toda a fábrica. Nessa direção, estão os setores de fabricação de chaparia, de montagem, de pintura e de motores, de qualidade e controle de produção, de planejamento e controle de produção (PCP), de manutenção e serviços técnicos centrais, dentre outros.

### **1.5. A PSA e o Mercado Brasileiro**

Conforme informações do Anuário PSA (2006), entre 2005 e 2006, o CPPR apresentou um crescimento de 13%. Assim, atualmente, encontra-se entre os cinco primeiros grupos automobilísticos (veículos de passeio + veículos utilitários leves)

Mercado 2006 Variação 2005/2006 (em %)

1. Fiat 25,4 % + 14,7 %
2. VAG 22,5 % + 16 %
3. General Motors 22,3 % + 12,2 %
4. Ford 11,3 % + 4,4 %
5. PSA Peugeot Citroën 5,2 % + 19,4 %

Esse crescimento reflete os investimentos que têm sido feitos em melhorias de diversas áreas: Processo, Produto, Manutenção, Meio-ambiente, etc. A montadora brasileira tem se empenhado em aprimorar e conquistar o mercado. Em vista disso é que se definiu o escopo deste trabalho, que aborda uma das medidas necessárias para aumentar a competitividade.

## **CAPÍTULO 2: ECOLOGIA INDUSTRIAL**

O campo de estudos da Ecologia Industrial começou a ser desenvolvido recentemente. As primeiras idéias do que hoje se agrupa sob essa designação datam do final da década de 1980 e início da década de 1990 (ERKMAN, 1997). A expressão provoca certo mal estar a princípio, pois as atividades industriais, principalmente a partir dos anos 70, estiveram associadas à geração de poluentes e à degradação de recursos. As noções de Ecologia Industrial provêm do universo da engenharia e constituem uma resposta ao impacto destrutivo das atividades industriais nos ecossistemas naturais, dos quais naturalmente dependem.

A Ecologia Industrial é uma disciplina emergente que fornece um novo quadro de abordagem à interação entre a economia e o ambiente. Difere da visão tradicional da política ambiental porque tem como objetivo prioritário a sustentabilidade em termos globais, nas suas múltiplas dimensões (clima, biodiversidade, recursos naturais e renováveis, etc.) e é focada nos fluxos de materiais, produtos, serviços e processos, numa perspectiva de ciclo de vida.

Devido à sua elevada complexidade, por causa da abordagem sistêmica e integral da relação economia-ambiente, a Ecologia Industrial pressupõe a integração de múltiplas disciplinas e ciências: Biologia, Física, Ciências Sociais, Economia, Engenharia, que antes eram vistas na política ambiental como entidades completamente separadas e distintas (ALLENBY, 1999).

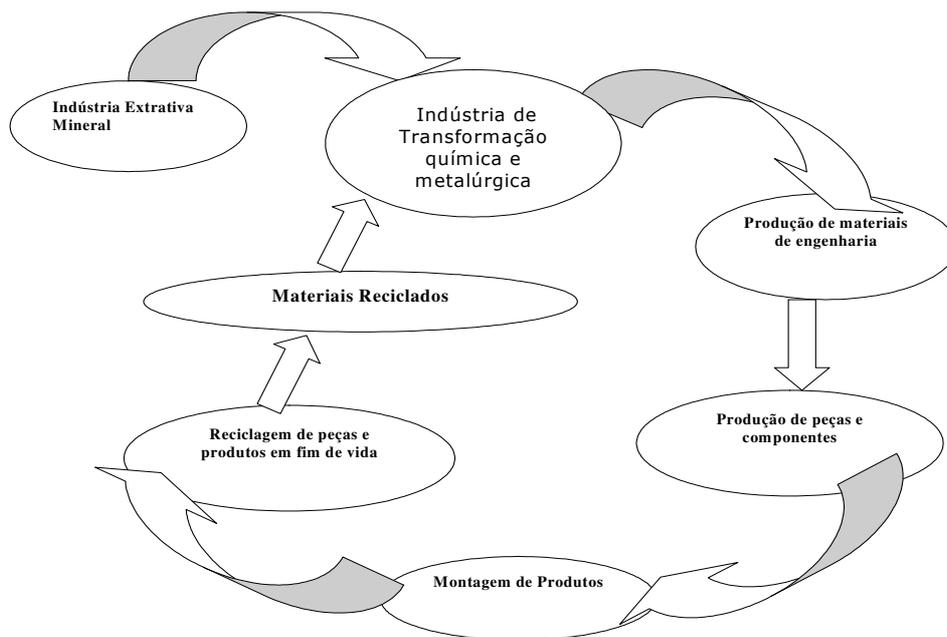
Embora vários dos conceitos e metodologias incorporados pela Ecologia Industrial não sejam novidades – “Produção Mais Limpa”, “Prevenção de Poluição”, “Projeto para o Ambiente ou eco-concepção”, “Análise de Ciclo de Vida” – a sistematização de linhas de pesquisa em torno da Ecologia Industrial é bastante recente. Prova disso é que somente em 1997 foi lançada uma revista científica especializada, denominada *Journal of Industrial Ecology*, que trata especificamente de tais estudos. Em 2001, foi criada a *International Society for Industrial Ecology*, que reúne pesquisadores, empresas e estudantes com objetivo de estabelecer e disseminar a Ecologia Industrial como conceito, disciplina e campo de estudos. Hoje, uma série de universidades em todo do mundo já oferecem cursos de Ecologia Industrial e seus conceitos e aplicações são discutidos em seminários e agências governamentais (MORIGUCHI, 2000).

Descendente da Análise Energética (IFIAS, 1974), que se desenvolveu a partir da crise energética dos anos 70, a Ecologia Industrial se beneficiou dos princípios de

sistematização e contabilização de fluxos de recursos daquela. A Análise Energética apresentou uma nova dimensão das atividades econômicas, reconhecidamente fundamental para a explicação de seu desenvolvimento e restrições. Inicialmente, a grande preocupação era o estudo das fontes energéticas, principalmente a capacidade de oferta de energia para atender à demanda crescente. Já na segunda fase, pela exigência da contínua melhoria da eficiência energética, o estudo da demanda cresceu de importância.

O alcance do termo Ecologia Industrial ainda não é consensual, pois pode ser aplicado de maneiras bem diversas. Frequentemente, é associado unicamente a reciclagem de resíduos. Outras vezes, assume um contexto bem mais amplo, ligado à reorganização de atividades econômicas de forma globalmente sustentável.

Apesar de as primeiras idéias da Ecologia Industrial estarem relacionadas à reciclagem de resíduos e integração dos sistemas industriais, ao conceito foram incorporadas outras noções, como Prevenção da Poluição, Eco-concepção e Produção Limpa, dentro do que se pode chamar de uma reestruturação ambiental dos sistemas industriais e de busca de sistemas produtivos sustentáveis, ambos como metas a serem alcançadas. Sendo assim, o conceito de Ecologia Industrial se torna abrangente, mas assume diversas linhas de atuação, baseadas em princípios que classificamos em três categorias: mudança dos fluxos de energia e materiais na produção, fechamento do ciclo dos materiais e desmaterialização (Figura 8).



**Figura 8:** Fechando o Ciclo de Vida dos Materiais (MEDINA, 2005)

Em face da importância desses novos conceitos e da sua pertinência com o presente estudo, neste capítulo busca-se oferecer uma visão geral da Ecologia Industrial, com relação tanto aos seus princípios básicos como às suas aplicações, limitações e controvérsias, para se ter os fundamentos necessários ao desenvolvimento de um fluxo apropriado para o descarte de peças na indústria automobilística estudada.

## 2.1. Princípios de Ecologia Industrial

Apesar de a Ecologia Industrial não ter uma linha conceitual e prática bem definida, as visões e atividades que foram incorporadas e desenvolvidas até hoje permitem a formulação de uma série de princípios, que traduzem um programa geral de atuação. Os princípios são classificados em três categorias: Otimização dos Fluxos de Energia e Materiais na Produção, Fechamento do Ciclo de Materiais e Desmaterialização (Quadro 2).

**Quadro 2:** Princípios de Ecologia Industrial selecionados por três categorias

<b>Otimização dos fluxos de energia e materiais na produção</b>	
1. Identificação do Metabolismo Industrial	Inventário do fluxo de energia e materiais
2. Prevenção de Poluição	Ações focadas na fonte de emissão de poluentes
3. Redução do Uso de substâncias tóxicas	Similar à PP mas com ênfase em determinados poluentes
4. Controle de Poluição e Gerência de Resíduos (reciclagem externa e disposição adequada)	Controle de poluentes após a geração
5. Eficiência no Uso de Energia e Materiais	
6. Uso de Energias Renováveis	
<b>Fechamento dos Ciclos de Materiais</b>	
1. Re-uso, Remanufatura	Extensão da vida útil de produtos
2. Reciclagem de Produtos e/ou Materiais Componentes	Redução no uso de materiais primários
3. Reciclagem de Embalagens	Produção de embalagens que sejam recicláveis
4. Subprodutos e Resíduos como Insumos para outras atividades	Integração do fluxo de materiais entre firmas e entre indústrias
5. Sistemas Industriais Localmente Integrados	Eco-parques
<b>Desmaterialização</b>	
1. Oferta de Serviços	Ênfase em serviços e sociedade da informação
2. Maior Vida Útil dos Produtos	Sentido contrário ao da obsolescência planejada
3. Redução do Uso de Energia e Materiais	

Fonte: (ALLENBY, 1999).

De modo geral, os princípios apontam, tanto na perspectiva tecnológica como na dos recursos naturais e do meio ambiente, para a necessidade de um redirecionamento, de uma mudança de rumos no modo através dos quais as atividades econômicas são conduzidas. AYRES e AYRES (1996) sugerem quatro grandes estratégias para o aumento da produtividade dos recursos materiais: Desmaterialização, Substituição de Materiais, Reciclagem de Produtos e Recuperação de Rejeitos Industriais como Insumos.

No caso da estratégia de Desmaterialização, os exemplos mais citados são os da indústria eletrônica e da indústria de comunicações. A revolução dos transistores permitiu uma grande redução de massa dos componentes eletrônicos em relação à tecnologia das válvulas. A redução dos circuitos se traduziu num círculo virtuoso de relações, no qual o desenvolvimento de tecnologias estimulou outras mais, permitindo incrementar o desempenho e reduzir a utilização de materiais.

Como já visto no capítulo 1, a estratégia de Substituição de Materiais também apresenta muitos exemplos, principalmente ligados aos materiais metálicos. A indústria de aço tem produzido outros materiais em larga escala, como alumínio, cerâmicos e plásticos. Tal ameaça estimula as indústrias siderúrgicas a desenvolverem aços de maior qualidade e com preços mais competitivos.

A estratégia de Reciclagem de Produtos há séculos é adotada, principalmente no caso das sucatas metálicas e vidros. Mais recentemente, a reciclagem de alumínio, papel e vidro tem aumentado de forma substancial, em resposta aos problemas de disposição final dos grandes volumes de resíduos sólidos urbanos. No entanto, surge o questionamento quanto à efetividade da prevenção de poluição (os efeitos sobre o potencial poluidor) via reciclagem de produtos, se comparada com outras alternativas, como incineração (AYRES e AYRES, 1996), ou disposição em locais e de forma adequados. Além disso, como os materiais se tornam mais complexos, muitas vezes a reciclagem se torna impossível ou então muito cara.

Outra linha de desenvolvimento que se pode acrescentar, é a do aumento da vida útil dos produtos. A estratégia de reciclagem – por exemplo, pelo re-uso (pneus), reparo (veículos) e remanufatura (motores) –, seria mais efetiva num sentido ambiental, ao diminuir o consumo de novos produtos. Entretanto, essa linha traz à tona questões sobre o nível de crescimento econômico e a obsolescência planejada de produtos. O sistema industrial como um todo tende a rejeitá-la, por motivos inerentes à sua lógica de produzir mais produtos e serviços.

A estratégia de Recuperação de Rejeitos Industriais e do aproveitamento desses rejeitos recuperados como insumos, apresenta, do ponto de vista empresarial, aspectos vantajosos por proporcionar redução de custos. No caso das indústrias de materiais metálicos, muitas vezes as tecnologias já estão disponíveis, porém a limitação de recursos para os investimentos e uma eventual estreita visão estratégica corporativa, acabam por impedir a maior recuperação de rejeitos no processo produtivo. Diante de “pressões ambientalistas” e oportunidades de redução de custos, alguns setores industriais, a exemplo do siderúrgico nos Estados Unidos (Energetics, 2000), têm apresentado um acentuado declínio nas emissões e rejeitos (U.S. Congress, 1992), estimulados por um cuidado em não vincular a imagem da empresa à poluição.

Um agente que pode facilitar o desenvolvimento desses processos é a adoção de “ecoparques”. O ecoparque é o tipo de ecossistema mais claramente identificado na Ecologia Industrial porque envolve unidades de produção bem definidas com suas conexões energético-materiais.

Vários modelos de ecoparques industriais, cujas firmas trocam materiais, podem ser divisados: no âmbito de uma planta, firma ou organização; entre firmas situadas em um mesmo local; entre firmas situadas em uma mesma região; e entre firmas distantes umas das outras (CÔTÉ e COHEN-ROSENTHAL, 1998).

## **2.2. Produção Mais Limpa: Prevenção da Poluição (PP) e Análise do Ciclo de Vida (ACV)**

Desde o acirramento das questões ecológicas e competitivas, as firmas industriais têm, de modo geral, modificado as respostas à degradação ambiental provocada pelos poluentes. Se inicialmente a tônica era a desqualificação do problema, mais tarde as soluções voltaram-se para a diluição das substâncias poluentes.

Um grande avanço ocorreu com a difusão de tecnologias de controle de poluição (tratamento de resíduos, instrumentos de mensuração e sistemas de acompanhamento), que inclusive se constituíram em um próspero ramo de atividade econômica em diversos países industrializados. Hoje, o conceito de “Produção Mais Limpa” tem recebido grande atenção por parte de pesquisadores, empresas, governos e ambientalistas. A idéia básica se apóia no reconhecimento de que o controle de poluentes após estes terem sido gerados é mais caro do que a prevenção da poluição.

O controle *end-of-pipe* (fim de tubo) significa a instalação de equipamentos como filtros, precipitadores, *scrubbers*, para o caso das emissões atmosféricas, que depois exigem o tratamento dos efluentes líquidos oriundos da “lavagem” desses equipamentos, assim como a disposição adequada dos resíduos sólidos.

A percepção de que, em primeiro lugar, o controle *end-of-pipe* envolve equipamentos e operações de alto custo, e, em segundo lugar, a substância controlada pode “migrar” para um outro meio, ou seja, que o controle não é integralmente eficaz, levou à mudança de enfoque para o combate à poluição. Importa achar maneiras de prevenir ou minimizar a geração da substância poluente. O aumento do custo de insumos, materiais e da disposição de rejeitos, o maior rigor das regulamentações ambientais e a maior consciência ambiental dos cidadãos são fatores que levam os setores industriais a buscar estratégias para a prevenção da poluição (EPA, 1994).

A definição de prevenção da poluição (PP) sempre esteve sujeita a controvérsias. Uma definição bastante usada na Europa é a seguinte: “evitar ou minimizar a geração de emissões e resíduos (em volume e toxidez) através de alterações na fonte geradora ou de reciclagem interna” (VAN BERKEL et al., 1997). Uma definição similar foi adotada pelo Congresso dos Estados Unidos (US Congress, 1990): “Prevenção de Poluição é qualquer prática, anterior à reciclagem, tratamento e deposição, que reduza a quantidade de qualquer substância perigosa, poluente ou contaminante entrando em fluxos de resíduos ou então lançados para o meio ambiente, de forma a reduzir o perigo para a saúde pública e o ambiente...”.

Um grande “divisor de águas” nessas controvérsias sobre definição de PP é a inclusão ou não das várias formas de reciclagem de materiais e resíduos (OLDENBURG e GEISER, 1997). A Associação de Fabricantes Químicos (*Chemical Manufacturers Association*) nos Estados Unidos estabelece uma hierarquia de PP que inclui redução na fonte, reciclagem, recuperação de energia e tratamento (CMA, 1994).

No caso de substâncias tóxicas, a PP chama-se Redução do Uso de Substâncias Tóxicas (RUT), que pode ser definida como “mudanças em processos ou insumos que levem, nas plantas industriais, à redução/eliminação do uso de substâncias tóxicas/perigosas ou da geração de sub-produtos perigosos por unidade de produto, de forma a reduzir os riscos para a saúde de trabalhadores, consumidores ou do meio ambiente, sem alterar os riscos para outros trabalhadores, consumidores e partes do meio ambiente” (MGL, 1991). Seis técnicas podem ser citadas: reformulação de produtos para redução de substâncias tóxicas, substituição de insumos, modernização ou

modificação de unidades de produção, melhorias operacionais e de manutenção e reciclagem interna.

Há, portanto, uma hierarquia que privilegia a PP ao considerar as ações para redução da rejeição de poluentes para uma unidade industrial. Em segundo lugar está a Reciclagem Interna de Materiais e em seguida o Tratamento de Rejeitos. É importante assinalar que muitas vezes a reciclagem interna de materiais só é possível com o tratamento adequado desses materiais. Portanto, a etapa de Tratamento de Rejeitos serve tanto para a reciclagem interna ou externa, como para a disposição dos resíduos em terrenos apropriados para tal. As ações variam de acordo com o processo, a tecnologia disponível, o custo e o tipo de poluente. Há controvérsias sobre a inclusão da reciclagem de materiais e da recuperação de energia no que se denomina PP. De qualquer modo, é preciso assinalar que os benefícios ambientais podem ser obtidos tanto através de redução de poluentes na fonte, como da reciclagem, tratamento e disposição adequada de substâncias (principalmente os rejeitos perigosos). Em resumo, as alternativas de redução nas fontes de poluição podem ser voltadas para a produção ou produto.

A criação de uma economia sustentável requer mais do que boas intenções, requer um conjunto de ferramentas e técnicas baseadas nos princípios da Ecologia Industrial. Essas técnicas e ferramentas formam o mecanismo em que as observações científicas e as considerações éticas e sociais sobre o ambiente são traduzidas em políticas concretas e na sua adoção pelas instituições e mecanismos que formam a base da nossa economia.

Mais concretamente, a aplicação de um conjunto de indicadores e métricas derivados dessas ferramentas, que incluem indicadores físicos, para além de indicadores financeiros e econômicos, parece ser o modo mais eficaz pelo qual se pode aumentar a robustez das iniciativas políticas que visam à sustentabilidade (ALLENBY, 1999a, MATTHEWS *et al.*, 2000).

Tal como na análise econômica tradicional, para a formulação de políticas ambientais eficazes e eficientes é necessário existir informação detalhada para responder a perguntas específicas sobre a interação entre o ambiente e a economia (MATTHEWS *et al.*, 2000). Por esse motivo, foi desenvolvido um conjunto ampliado de ferramentas de ecologia industrial, destinado a dar resposta a diferentes abordagens da relação economia-ambiente. Entre essas ferramentas, podem-se enumerar a Análise de Fluxo de Materiais, as Tabelas *Input-Output* Físicas, e a Avaliação de Ciclo de Vida.

Por exemplo, métodos como a Análise de Fluxo de Materiais na economia de um país e as Tabelas *Input-Output* Físicas fornecem as tendências de fundo das pressões ambientais, mas são insuficientes para caracterizar ligações diretas com impactos ambientais concretos e quantificáveis (EUROSTAT, 2000). Diferentemente, ferramentas como a ACV se encontram centradas no produto e nos impactos deste sobre o ambiente.

A ACV fornece informação ambiental sobre um produto, que pode e deve ser utilizada para reduzir o seu impacto ambiental. Isso pode ser conseguido através da redução do uso de materiais, de um melhor projeto do produto na origem ou da escolha de um mais correto destino final do produto, de modo a fechar os ciclos de materiais, em que os resíduos originados pelo processo produtivo de um produto dão origem a outros produtos, à semelhança dos ciclos de substâncias naturais (água, CO<sub>2</sub>, etc.).

A ACV (*Life Cycle Assessment, LCA*) é uma ferramenta da ecologia industrial que permite recolher informação sobre os impactos ambientais de um produto ou serviço durante o seu ciclo de vida (EHRENFELD *et al.*, 2002). As normas ISO 14040 definem essa Avaliação como a compilação dos fluxos de entradas e saídas e da avaliação dos impactos ambientais associados a um produto ao longo do seu ciclo de vida. Ciclo de vida de um produto, nessa metodologia, significa todas as fases por que esse passa, desde a extração de matérias primas e produção de energia, que são usadas na sua manufactura, até aos processos envolvidos no fim de vida do produto (EHRENFELD *et al.*, 2002).

A ACV procura avaliar e quantificar os efeitos ambientais dos diversos estágios de produção. Um automóvel não gera poluentes somente na montadora, mas também na usina siderúrgica que produz o aço, nas mineradoras de ferro e carvão, na indústria de pneus e assim por diante. Portanto, o inventário do consumo de energia e materiais e da emissão de poluentes deve captar os fluxos diretos e indiretos relativos a cada fase de sua produção.

A ACV é utilizada como ferramenta para caracterizar o metabolismo industrial de cadeias de produção e avaliar como os fluxos de energia e materiais entre os componentes do sistema e do ambiente estão organizados. O exame desses fluxos permite verificar os efeitos do lançamento de rejeitos através de metodologias que normalizam os poluentes e definem índices de impacto ambiental. Encerra-se com a interpretação dos diversos efeitos de opções tecnológicas em relação a insumos e poluentes. Portanto, as ACV's se realizam em quatro etapas, que são na verdade uma

padronização da metodologia indicada nas ISO 14040 a 14043, que tem como objetivo evitar a adoção de diferentes abordagens que poderiam distorcer os resultados.

- Definição do âmbito e objetivos (ISO 14041);
- Análise de Inventário dos fluxos de energia e materiais (ISO 14042);
- Avaliação dos impactos ambientais (ISO 14043);
- Interpretação dos resultados (ISO 14044).

Há uma vasta literatura sobre o tema, que se constitui em uma das principais ferramentas de análise e auxílio à decisão para a Ecologia Industrial (AYRES, 1995, GRAEDEL et al., 1995, CURRAN, 1996).

A SETAC (*Society of Environmental Toxicology and Chemistry*) lançou as bases da *Life Cycle Assessment* em 1990 e muitos dos conceitos elaborados (SETAC, 1993, SETAC, 1994, EPA, 1993) foram adotados nas normas ISO 14040/1/2/3, que abordam essas quatro etapas principais da metodologia. Nas palavras de CHEHEBE (1998, p. ?):

“A ACV é uma técnica para avaliação dos aspectos ambientais e dos impactos associados a um produto, compreendendo etapas que vão desde a retirada das matérias-primas (...) à disposição do produto final”.

O autor destaca a freqüente discrepância de resultados quando são realizados dois estudos diferentes para o mesmo produto, o que atesta a grande importância da qualidade dos dados e do tratamento das peculiaridades de cada setor. Sendo assim, a comparação entre produtos/empresas concorrentes deve ser realizada com extremo cuidado e transparência e, se possível, por um grupo de revisão crítica independente, para garantir a credibilidade dos resultados.

Os resultados, de forma geral, são bastante sensíveis à determinação dos limites do sistema, que é sempre problemática com relação às avaliações. As compensações, os prós e contras das escolhas tecnológicas, no tempo e no espaço, se cruzam com a multiplicidade irreduzível dos limites dos sistemas industriais. O método exige grande detalhamento dos dados, os quais nem sempre estão disponíveis ou padronizados.

A ACV é uma metodologia de informação intensiva. Na sua realização, nem sempre se tem acesso a toda a informação do processo produtivo de um bem, ou de processos associados ao ciclo de vida desse bem, devido a questões de confidencialidade (PEEREBOOM *et al.*, 1999). A esse fato, acrescente-se que, em muitos casos, essa informação pura e simplesmente não existe. Como tal, a informação normalmente é recolhida de uma variedade de fontes, que incluem bases de dados públicos, bases de dados comerciais, livros e artigos científicos, estudos de ACV, etc., o

que acarreta uma variação acentuada na qualidade de informação (ibid.). Outra limitação da metodologia é que um estudo completo de ACV, que inclua minuciosamente todos os fluxos de materiais, é um processo extremamente ambicioso e complexo, além de ser intensivo na demanda por recursos.

Como tal, a incerteza nos resultados é inerente à metodologia de ACV e, conseqüentemente, deve-se fazer um esforço para a minimizá-la. A margem de incerteza deve ser determinada, quando possível, e explicitada (ibid.).

A repetida pergunta dos caixas de supermercados dos Estados Unidos “*paper or plastic?*” revela uma novidade advinda da preocupação ambiental. Pode ser apenas uma questão de direito de escolha do consumidor, de uma opção com critérios de praticidade, mas também pode ser uma avaliação ambiental, ligada aos poluentes produzidos, ao petróleo extraído, às árvores cortadas. Afinal, o que é mais prejudicial ao meio ambiente, a produção da sacola de papel ou a de plástico? As tentativas de resposta utilizam as metodologias ACV para situar o problema. De acordo com as premissas, dados e limites adotados, as respostas mudam e se tornam mais complexas. Provavelmente, um ecologista industrial dará uma terceira opção, voltada para o comportamento do consumidor, ou seja, utilizar uma sacola trazida de casa e não requisitar uma nova no supermercado, como já é feito em vários supermercados da Europa.

Para a transmissão de sinais, que comparação ambiental pode ser feita entre o cabo de cobre e a fibra ótica? Se comparados por peso, não são tão grandes as diferenças, mas, se comparados por unidade de informação transmitida, as vantagens da fibra ótica são evidentes.

Tomando como referência um tubo de aspirador de pó, que material, aço ou PVC, seria preferível do ponto de vista da emissão de poluentes atmosféricos? Os resultados mostram um maior potencial para aquecimento global para o aço e um maior potencial de ecotoxicidade para o PVC. Uma escolha com base ambiental entre um secador de mãos elétrico e uma toalha de papel enfrenta problemas similares, ligados ao tipo de geração elétrica e de produção do papel. Uma outra questão interessante se refere ao chumbo como material para uma avaliação ambiental do transporte com automóveis. Um automóvel elétrico necessita de uma quantidade de chumbo, para as baterias, bastante elevada se comparada com carros com motor à combustão que utilizam o aditivo chumbo (já abolido em muitos países, inclusive no Brasil) para aumentar a octanagem do combustível e melhorar a sua eficiência.

De um ponto de vista de liberação do material chumbo para o meio ambiente, no carro elétrico, o chumbo está concentrado nas baterias, o que facilita a reciclagem. No carro a combustão interna, as emissões atmosféricas tornam a liberação do chumbo bastante difusa, portanto de difícil controle (SOCOLOW e THOMAS, 1997).

Apesar de esforços pioneiros de pesquisadores na elaboração e divulgação das técnicas e normas (CHEHEBE, 1998), os trabalhos de ACV no Brasil ainda são incipientes, e o campo de estudos, apesar do recente crescimento, ainda está em fase embrionária.

### **2.3. Eco-Concepção (EC)**

A Eco-Concepção (EC) significa, basicamente, projetar para o ambiente, ou seja, nela estão incluídas as ações referentes aos projetos dos produtos que incorporem objetivos ambientais, preferencialmente agregando ganhos ao desempenho, vida útil ou funcionalidade dos produtos. Outras terminologias são usadas de acordo com o alcance das ações, variando de ‘projeto para o ambiente’, ‘desenvolvimento de produtos sustentáveis’, ‘Eco-Design’ ou ‘projeto verde de produtos’.

A idéia de EC parece simples, mas não há fórmulas rígidas ou hierarquias para a sua implementação, principalmente porque o que é “verde” depende fortemente do contexto em que se encontra o produto e das fronteiras de análise da situação. Às vezes, as escolhas são claras, como no caso da proibição do uso de Clorofluorcarbonos (CFCs), mas geralmente necessitam de escopos bem definidos de classes de produtos e redes de produção. As múltiplas escolhas envolvem dilemas ambientais não apenas entre objetivos de projeto de produto e objetivos ambientais, mas também entre os próprios objetivos ambientais; por exemplo, entre prevenção de poluição e reciclagem, como visto anteriormente. Consideremos as modernas e leves embalagens de batatas fritas, facilmente encontradas em supermercados. A embalagem tem uma espessura de aproximadamente 0,005 cm e possui 9 camadas de materiais, incluindo polímeros, polipropileno, tintas, polietileno e alumínio. O uso de tantos materiais dificulta a reciclagem, mas por outro lado reduz a massa de materiais usados por ser muito leve e permite maior conservação do produto (U.S. Congress, 1992).

A EC, conhecida também como DfE (*Design for Environment* ou Projeto para o Ambiente), é uma forma de projetar que leva em consideração requisitos ambientais em todo ciclo de vida dos produtos. Apesar de ser uma atividade em evidência desde a

Revolução Industrial, apenas na década de 1970 é que se começou a repensar a concepção do produto no que se refere à sua importância sobre problemas do mundo real, ou seja, majoritariamente ambientais e sociais.

O projeto orientado ao meio ambiente é o que estabelece o conceito de Eco-Concepção, o que significa que os produtos desenvolvidos a partir desses princípios são não só ecologicamente, mas também economicamente, culturalmente e socialmente corretos. Esses produtos devem poluir menos, usar menos recursos naturais, menos energia e ainda devem ser de fácil aquisição e buscar respeitar culturas locais. Tais produtos devem manter essas características em todo seu ciclo de vida, desde o momento em que é obtida a matéria prima de fabricação até seu descarte final.

### 2.3.1. Requisitos da Eco-Concepção

Tradicionalmente, o projeto do produto busca satisfazer as necessidades do consumidor e atender também o setor produtivo, usando um conjunto de requisitos de várias origens, que determinam o desenho de um produto. Segundo MARGOLIN (2004), o objetivo primário do projeto é atender o mercado, criando produtos para venda. Dessa forma, um bom produto deve atingir os objetivos descritos no Quadro 3.

**Quadro 3:** Critérios gerais de projeto do produto.

<i>OBJETIVOS</i>	<i>DESCRIÇÃO</i>
Utilidade	Garantia de uma performance mínima no cumprimento de uma função
Usabilidade	Ter uma interface ergonômica para facilitar o uso e proteger o usuário
Esteticamente desejável	Ter aparência em sintonia com o desejo do usuário – beleza
De fácil produção	Projeto que o torne factível industrialmente
Vendável	Que atenda exigências mercadológicas
Diferenciação	Que seja inovador, atendendo a novas funções e oferecendo novos benefícios

**Fonte:** (Elaborado pela autora com base em LÖBACH, 2001)

Para atender os requisitos ambientais, no entanto, além dessas metas, deve haver outras, específicas para que o produto seja eco-eficiente e, para se tornar operacional, a Eco-Concepção segue princípios ou critérios que permitem um desempenho ambiental otimizado. Diferentes critérios podem ser usados de maneira sistemática, como indicado no Quadro 04.

**Quadro 4:** Critérios de projeto para requisitos ambientais.

<b>Critérios</b>	<b>Ações</b>
Redução do uso de recursos naturais	<ul style="list-style-type: none"><li>• Simplificar a forma;</li><li>• Agrupar funções/multi-funcionalidade/multi-configuração/modularidade;</li><li>• Evitar superdimensionamentos;</li><li>• Diminuir volume e peso;</li><li>• Usar materiais abundantes e sem restrição de uso;</li><li>• Reduzir o número de tipos de material de fabricação;</li></ul>
Redução do uso de energia	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reduzir energia na fabricação, na utilização do produto e no transporte;</li><li>• Usar fontes de energia alternativas, renováveis e limpas.</li></ul>
Redução de resíduos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Definir claramente os procedimentos, de forma a direcionar a atuação dos funcionários;</li><li>• Usar materiais que não gerem ou reduzam refugos no processo produtivo;</li><li>• Evitar material que produza emissões, resíduos ou efluentes tóxicos;</li><li>• Usar tecnologias e processos produtivos de baixo impacto e eco-eficientes.</li></ul>
Aumento da durabilidade	<ul style="list-style-type: none"><li>• Facilitar manutenção e substituição de peças;</li><li>• Incentivar mudanças culturais (p. ex: descartável x durável).</li></ul>
Projetar para o reuso	<ul style="list-style-type: none"><li>• Na mesma função ou em outras funções;</li><li>• Possibilidade para reconhecer peças e materiais;</li><li>• Possibilidade para um segundo ciclo de vida;</li><li>• Projeto para revenda, redistribuição.</li></ul>
Projetar para a remanufatura	<ul style="list-style-type: none"><li>• Facilitar desmontagem;</li><li>• Possibilidade de ser recriado (re-design),</li></ul>

	<p>sofrer adaptações melhorias e atualizações tecnológicas;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projetar intercâmbio das peças.</li> </ul>
Projetar para a reciclagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilitar desmontagem;</li> <li>• Evitar mistura de materiais;</li> <li>• Usar materiais compatíveis entre si;</li> <li>• Identificar diferentes materiais.</li> </ul>
Otimizar a logística	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projeto para facilitar transporte e armazenamento;</li> <li>• Projeto para logística reversa, facilitando a recolha e transporte do produto após o uso para reuso ou reciclagem;</li> <li>• Projetar para que os produtos usem menos embalagem ou mesmo não usá-las.</li> </ul>
Planejar para o final da vida útil dos produtos e materiais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar materiais biodegradáveis em produtos de vida útil breve;</li> <li>• Possibilidade de ser usado como matéria prima para outros processos produtivos;</li> <li>• Utilizar materiais que possam ser incinerados para a geração de energia sem que produzam emissões tóxicas.</li> </ul>
Leis e normas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcançar ou exceder metas regulatórias.</li> </ul>
Projetar para sustentabilidade sócio-ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preservar culturas, desenvolvendo produtos que preservem os recursos culturais e naturais locais;</li> <li>• Gerar trabalho e empregos;</li> <li>• Buscar a manutenção de recursos humanos e econômicos nas comunidades locais, principalmente em zonas mais pobres evitando o êxodo para zonas ricas e populosas;</li> <li>• Contribuir para a educação sócio-ambiental dos usuários e seus vizinhos;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ser benéfico à saúde dos seres vivos e do ecossistema.</li> </ul>
Diminuição de custos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover custos competitivos, ser alternativa a produtos similares convencionais;</li> <li>• Permitir ser testado nos mesmos parâmetros técnicos de produtos convencionais;</li> <li>• Economizar custos finais da produção;</li> <li>• Trabalhar na prevenção que é mais viável que tratar resíduos.</li> </ul>

Fonte: (baseado em: MANZINI, 2002).

### 2.3.2. Atuação da Eco-Concepção no Ciclo de Vida do Produto

Pode-se enumerar cada etapa da produção de um produto, desde a extração da matéria virgem até o pós-uso, explicando as intervenções possíveis da EC e as possibilidades tecnológicas mais compatíveis com o meio ambiente:

**Fluxo tradicional da produção:** O planeta Terra é visto aqui como fornecedor de matéria virgem, de água e de energia. Esses recursos são beneficiados e transformados em produtos, que são distribuídos para o consumo e, então, são finalmente descartados.

**Fabricação Eco-eficiente:** representa o primeiro passo em direção à eco-eficiência, a aplicação de tecnologias e de gerenciamento que buscam a prevenção da poluição durante os processos industriais. Aqui a Eco-concepção propõe projetos que facilitem manufatura, montagem e testes, que reduzam o uso de água e energia na fabricação, que faça uso de materiais e de processos de fabricação não poluentes e de materiais reciclados e recuperados.

**Otimizar a logística:** prevê produtos que facilitem transporte e armazenamento, que usem o mínimo de embalagem ou nenhuma, que facilitem ao máximo o acesso dos consumidores aos produtos e que permitam o retorno dos produtos ao setor produtivo após o uso, com aplicação de logística reversa.

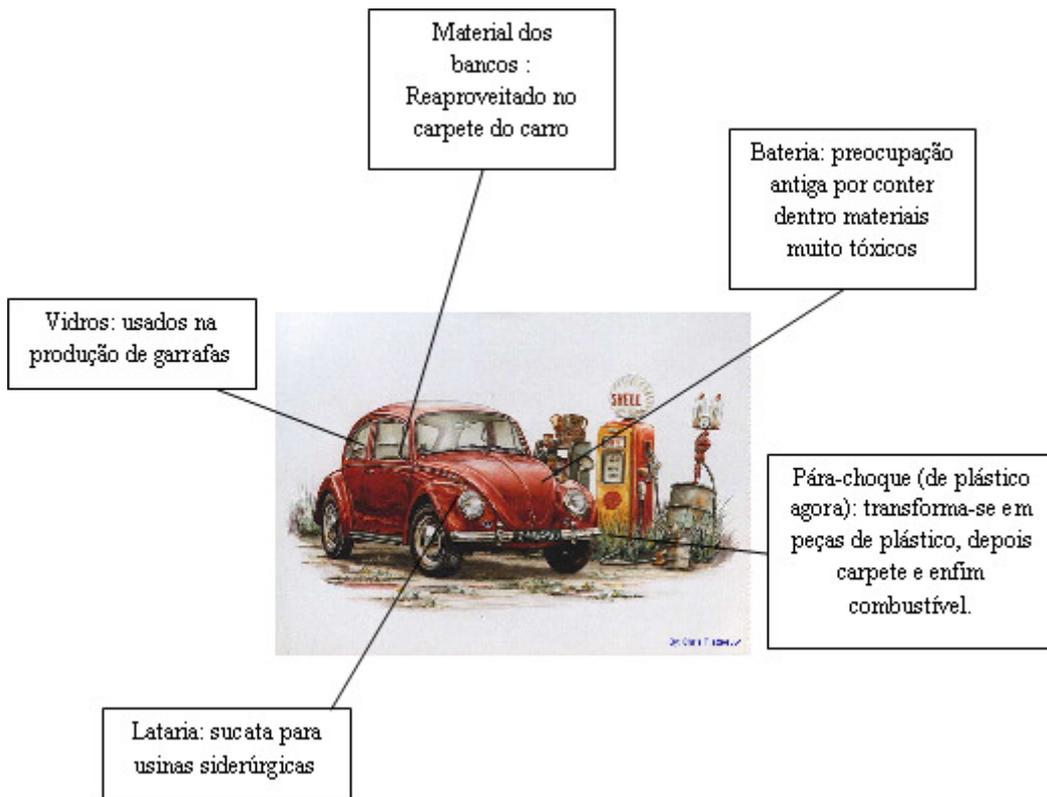
**Maximizar o uso:** tudo que signifique aumentar a utilidade e a vida útil do produto além de diminuir o consumo de água e energia durante o uso. Assim, a Eco-concepção prevê produtos multifuncionais, multiconfiguráveis, duráveis, econômicos, de fácil manutenção, que possam ser substituídos por serviços, que possam servir a vários usuários (uso compartilhado), que tenham interface ergonômica e que agreguem valor estético, fortalecendo sua relação com o usuário.

**Reaproveitamento de produtos e peças:** formas de agregar valor e recuperar produtos considerados, no fim da vida útil, destinados ao descarte. Deve-se optar primeiramente pelo reuso do produto e depois pela remanufatura, através da reutilização das peças em boas condições de uso.

**Reuso:** prevê produtos que possam ser recuperados, consertados, atualizados, revendidos e reusados. Conta para isso com a durabilidade: física, funcional, utilitária e estética, além do seu valor de mercado. Depende de uma logística reversa que permita sua devolução para o setor de condicionamento e de revenda. Prevê o reuso na função original do produto ou em outras funções.

**Remanufatura:** prevê produtos que possam ser desmontados, ter peças de fácil identificação, separação, limpeza e reparação, para permitir o aproveitamento de peças em outros produtos na mesma função ou em funções diferentes da original. Conta para isso a possibilidade de desmontagem, modularidade e montagem.

**Reaproveitamento de material:** formas de reutilização da matéria prima residual oriunda tanto de processos industriais quanto de produtos e bens de consumo descartados, atitude que, além de reutilizar matéria descartada, ajuda a diminuir a demanda por matéria virgem e recursos naturais, bem como ajuda a poupar energia, dependendo do material e do processo de reaproveitamento (Figura 9). A meta é o reaproveitamento de 100% do material e, para isso, a Eco-concepção prevê produtos de fácil desmontagem, com partes e peças modulares facilmente identificáveis, que permitam separação rápida, diminuição do número de materiais de fabricação no produto, uso de materiais de fabricação reciclados e recuperados (oriundos de processos de reciclagem e de recuperação) e recicláveis ou recuperáveis (que permitam ser reciclados ou recuperados), uso de materiais similares e compatíveis entre si, uso de materiais não tóxicos e uso de materiais cuja reciclagem tenha impactos ambientais mínimos.



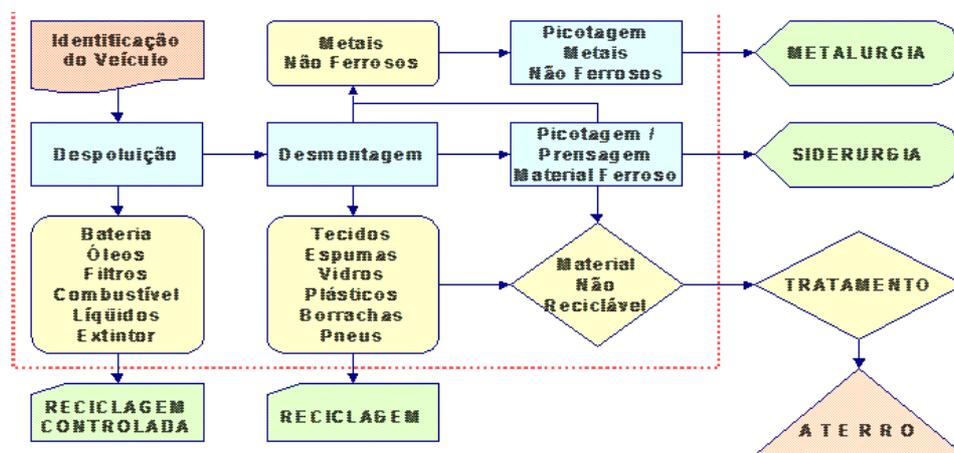
**Figura 9:** Possibilidades de reaproveitamento de autopeças (Extraído de Gomes e Medina, 2003)

**Recuperação:** prevê a reutilização da matéria prima de processos industriais ou do uso de produtos de consumo descartados, pela sua reintrodução em sistemas de produção igual ou similar à etapa produtiva inicial e em produtos similares à primeira transformação. Tal processo pode incluir etapas de limpeza e purificação que demandam água e energia, mas que possibilitam aproveitamento total de matérias primas de grande consumo, tais como vidro, plástico, aço, alumínio.

**Reciclagem:** prevê a reutilização da matéria prima oriunda tanto de processos industriais em que é considerada como resíduo (reciclagem pré-consumo ou pós-industrial), quanto aquela contida nos produtos finalizados e considerados no fim da vida útil, quando não é mais possível o seu reuso nem sua remanufatura (reciclagem pós-consumo). O material reciclado é então usado em processos e produtos diferentes dos usados nos processos iniciais, já que há a possibilidade de perda de características que dificultariam a reintegração desses materiais nos processos iniciais.

Os processos de reciclagem e de recuperação, dependendo das circunstâncias e do material a ser reprocessado, podem fazer uso de tecnologias que demandem energia, novos insumos, água, o que fazem a reciclagem e a recuperação uma forma menos ecologicamente eficiente quanto o reuso ou a remanufatura, mas muito mais eficiente que a extração de matéria virgem, além de promover a utilização de materiais e insumos em ciclos fechados de produção, principalmente quando não há mais as possibilidades de reuso nem de remanufatura.

A seguir (Figura 10) está representado o caminho de um veículo na reciclagem.



**Figura 10:** Caminho do veículo na reciclagem (Extraído de Gomes e Medina, 2003)

**Opções para obtenção de energia:** prevê produtos construídos com materiais que permitam a queima para obtenção de energia e o conseqüente reaproveitamento de energia. A energia retorna para a linha de produção e consumo e ajuda a diminuir a pressão exercida sobre o meio ambiente pela demanda energética. Nesse caso, a matéria prima contida nos produtos é considerada como combustível e pode ser transformada em energia por processos termoquímico ou bioquímico, gerando calor, gás metano (combustível) ou eletricidade (KIPERSTOK, 2002). A alternativa da queima de material deve ser a mais eco-eficiente possível, visto que pode gerar emissões atmosféricas prejudiciais ao meio ambiente. Técnicas como a biodigestão, que produz gás metano como combustível e biofertilizante, são preferidas a processos convencionais de queima. Essa opção deve ser usada quando todas as demais já foram usadas. Para tal, a Eco-concepção prevê produtos construídos com materiais não tóxicos, biodegradáveis, compostáveis (com a possibilidade do uso do composto orgânico como fertilizantes ou adubos) e energéticos, assim como também prevê projetos de fácil desmontagem.

**Resíduos ecologicamente compatíveis:** prevê a reintegração ao meio natural tanto do produto quanto do material de fabricação no final de sua vida útil. Portanto, é imperativa a característica de os resíduos serem não poluentes e não tóxicos, assim como devem ter volume mínimo. Além disso, devem ser construídos de materiais biodegradáveis, putrescíveis ou compostáveis.

O propósito de reunir vários requisitos, como vistos nos Quadros 03 e 04, é de buscar requisitos compatíveis que tornem um produto proposto realmente eco-eficiente, pois apenas o uso de um desses requisitos não garante sua boa performance ambiental.

Baseado nos critérios citados acima, a decisão de elaborar um produto deve levar em conta algumas pré-condições, já que a utilização de apenas uma estratégia ou o foco sobre a redução de um único impacto ambiental pode trazer resultados indesejados, quando se considera a performance ambiental do produto, desde o início e até o final da sua vida útil.

#### **2.4. A Filosofia 3R's**

Para se chegar a um desenvolvimento sustentável, a humanidade terá que mudar a sua maneira de pensar e agir. Apesar da crescente conscientização ambiental, ainda há muito a ser feito e a reeducação da sociedade é a base de tudo, sem a qual todo o esforço será em vão. De nada adianta falarmos de ferramentas da ecologia industrial se as pessoas que as utilizam não entendem a sua importância.

Nesse contexto, a filosofia 3R tem sido uma espécie de “cartilha” da conscientização ambiental. Trata-se de uma filosofia simples, que, se bem entendida, a sua prática torna-se automática e os resultados significativos. Além disso, os 3R's podem ser aplicados por todos: desde residências até empresas de grande porte.

**Reduzir, Reutilizar e Reciclar (3R's)** constituem-se em ações, cada vez mais pensadas e praticadas em empresas, que tem construído um novo comportamento diante do meio ambiente e dos recursos renováveis, mas, sobretudo, dos não renováveis, fundamentado no ciclo de vida das matérias primas por eles gerados e, por conseguinte, dos produtos delas derivados. Segundo o Manual de Educação para o Consumo Sustentável (2005), Reduzir significa consumir menos produtos e preferir aqueles que ofereçam menor potencial de geração de resíduos e tenha maior durabilidade; Reutilizar é evitar que vá para o lixo aquilo que não é lixo e Reciclar significa enviar novamente para o ciclo de vida útil, isto é, transformar o material reciclável em produto útil através de processos industriais.

A ordem dos R's é importante. No primeiro R, os custos associados e o impacto ambiental são menores que no segundo R, que, por sua vez, apresenta uma performance melhor que o terceiro R. A disparidade é maior entre os dois primeiros R's e o terceiro R, ou seja, o processo de reciclagem só deve ser empregado para os itens que não puderem ser reduzidos ou reutilizados.

Um exemplo simples da aplicação dessa filosofia pode ser facilmente observado na Europa, onde a consciência ambiental está bem mais disseminada. A ida ao supermercado requer um planejamento prévio, como, por exemplo, levar uma sacola de lona para carregar as mercadorias ao final das compras e, em alguns supermercados, se quiser pagar menos pelo vinho, você deverá levar uma garrafa para enchê-la. Essas práticas atendem aos 2 primeiros R's.

Aparentemente, a prática dos 3R's é de fácil implementação, mas, na prática, observa-se várias barreiras que dificultam sua execução:

- Argumentações econômicas conservadoras e restritas, que não levam em conta outros ganhos, como os ambientais e de auto-imagem da empresa, que se refletem na melhoria da competitividade no mercado interno e também no mercado externo;
- Justificativa econômica de reciclagem somente para grandes quantidades de materiais;

Porém, quando superadas as barreiras, a implementação dos 3R's traz benefícios:

- Mudança de comportamento dos funcionários, que passam a contribuir de forma ativa;
- Diminuição do custo da coleta de resíduos da empresa;
- Geração de receita pela comercialização de materiais recicláveis;
- Melhora na organização e na limpeza da empresa;

## **2.5. Legislação, Normas Ambientais e o Automóvel**

Nas últimas décadas, o enfoque da gestão ambiental no Brasil tem sofrido transformações, com o surgimento de novos instrumentos e o envolvimento de múltiplos agentes na busca de soluções mais eficazes para os impactos ambientais negativos, gerados pelo processo de desenvolvimento. Essas transformações são

resultantes de uma nova percepção da sociedade quanto à importância da proteção do meio ambiente e vêm influenciando as ações das instituições públicas e privadas.

As primeiras reações surgiram nos anos 70, de parte do Governo, em resposta à Conferência de Estocolmo (1972), quando foi criada a Secretaria Especial de Meio Ambiente (SEMA). Durante mais de uma década, esse órgão federal, juntamente com outras agências de controle ambiental pioneiras da esfera estadual, encarregaram-se de atividades ligadas ao controle da poluição e à proteção da vida selvagem. Naquela década, surgiram as primeiras leis relativas à poluição industrial.

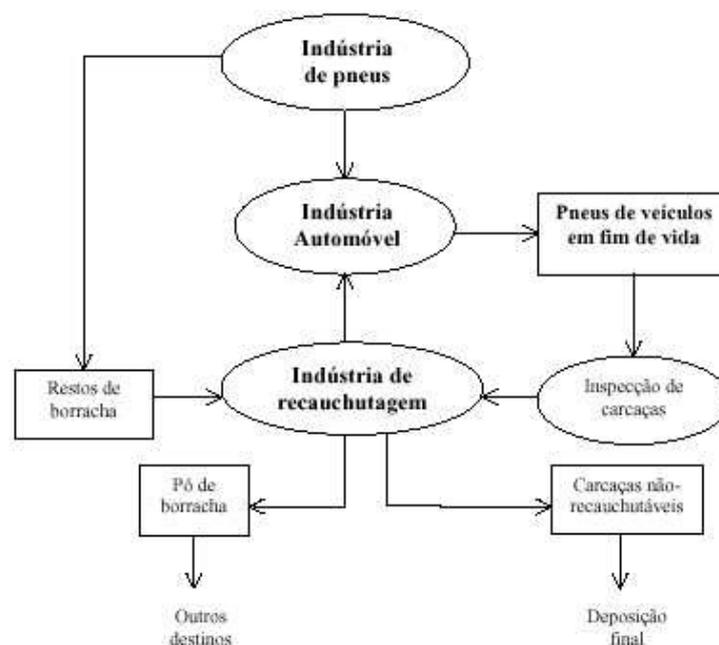
O período seguinte, anos 80, pode ser interpretado como a década da institucionalização e regulamentação da questão ambiental. Nesse período, a gestão ambiental consolidou-se no Brasil, através do surgimento de importantes instrumentos legais. É também nessa década que outros agentes engajaram-se na gestão ambiental, como o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, que passou a analisar as implicações ambientais dos projetos submetidos à sua carteira de financiamento e exigir que fossem enquadrados em conformidade com os instrumentos de licenciamento ambiental. Além desses, o Ministério Público Federal (MPF) e as Organizações Não-Governamentais (ONGs) ambientalistas passaram, pelas suas diversas ações em defesa do meio ambiente, a desempenhar um papel fundamental e a influenciar, tanto as ações do Governo como as estratégias ambientais empresariais.

Nos anos 90, surgiram novos agentes e novas iniciativas em prol do meio ambiente. Esse período foi marcado pela realização de outra grande conferência (Rio 92) e pela compreensão da insuficiência da responsabilidade exclusiva do Governo, para tratar da questão ambiental. Conseqüentemente, além das ações do Governo, do MPF e das ONGs, houve o engajamento dos setores produtivos, tanto na defesa dos seus próprios interesses nos diversos fóruns de decisão (Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA e Conselhos Estaduais de Meio Ambiente – COEMAs), como na busca de soluções práticas para os problemas ambientais. Esse entendimento traduziu-se em uma nova percepção dos setores produtivos da relação entre “negócios e meio ambiente”, expressa através de: internalização de externalidades negativas; redução de custos de produção; otimização do uso dos recursos naturais; minimização da geração de resíduos e marketing de produtos e processos mais limpos. O enfoque da gestão ambiental passou, então, a ser “para além do controle de poluição” e, passo a passo, tem incorporado os conceitos da prevenção da poluição e produção limpa.

Também nessa década, baseados na abordagem da auto-regulação, surgiram os programas voluntários de gestão ambiental. Inicialmente mais setorializados, e com o objetivo de estabelecer diretrizes e códigos de conduta para as empresas, esses programas evoluíram até a criação das normas internacionais sobre Sistemas de Gestão Ambiental – SGAs (ex: BS 7750, ISO 14001, EMAS). No final da década de 90, surgiram, ao mesmo tempo, no plano da regulamentação, novos instrumentos legais, relativos tanto à responsabilidade ambiental, quanto à introdução da cobrança pelo uso de recursos naturais, em uma abordagem baseada em Instrumentos Econômicos, que incorpora o “princípio do usuário-pagador”.

Começaram a ser institucionalizadas, no Brasil, algumas medidas com o propósito de integrar o controle e a prevenção da poluição. Pode-se citar como exemplo as Resoluções CONAMA 258/99, sobre pneumáticos, que estabelece o princípio da responsabilidade estendida (ou continuada) do produtor:

“As empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos ficam obrigadas a coletar e dar destinação final, ambientalmente adequada, aos pneus inservíveis existentes no território nacional, na proporção definida nesta Resolução relativamente às quantidades fabricadas e/ou importadas” (Figura 11).



**Figura 11:** Opções para pneus usados (Extraído de Gomes e Medina, 2003)

Outro exemplo é a resolução CONAMA 257/99, que trata, dentre outras, das baterias veiculares (Figura 12):

“As pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, destinadas a quaisquer tipos de aparelhos, veículos ou sistemas, móveis ou fixos, deverão, após seu esgotamento energético, ser entregues pelos usuários aos estabelecimentos que as comercializam ou à rede de assistência técnica autorizada pelas respectivas indústrias, para repasse aos fabricantes ou importadores, para que estes adotem, diretamente ou através de terceiros, os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada”.



**Figura 12:** A bateria automotiva (Extraído de Gomes e Medina, 2003)

Diante desse novo contexto, a indústria automobilística tem estado diante de um cenário marcado pelo desafio da construção de um enfoque ainda mais inovador, para o trato dos impactos ambientais negativos dos seus processos produtivos.

Desde 1990, o Reino Unido, e a partir de 1995 os demais países da União Européia (EU), vêm adotando políticas integradas de prevenção e controle da poluição. Atualmente, nesses países, estão sendo implementadas Políticas Integradas de Produtos (IPP), com o objetivo de introduzir, nas suas legislações e regulamentações ambientais, instrumentos que contribuam para aprimorar as características ambientais dos processos e produtos, ao longo do seus ciclos de vida (eco-concepção). Para tal, faz-se necessária a articulação e a integração dos setores produtivos, agências governamentais e mercados consumidores, visando à construção conjunta de instrumentos necessários ao fomento do desenvolvimento de processos e produtos ambientalmente sustentáveis.

Com a criação da diretiva 2000/53/CE (Diretiva Européia sobre o tratamento dos veículos em fim de vida), de 18 de setembro de 2000, ficaram estabelecidas medidas que têm como primeira prioridade a prevenção da formação de resíduos provenientes de veículos e, além disso, a reutilização, a reciclagem e outras formas de valorização dos

veículos em fim de vida e dos seus componentes, de forma a reduzir a quantidade de resíduos a eliminar, bem como a melhoria do desempenho ambiental de todos os operadores econômicos intervenientes durante o ciclo de vida dos veículos e, sobretudo, dos operadores diretamente envolvidos no tratamento de veículos em fim de vida.

Como principais objetivos dessa diretriz, podemos destacar:

- a. Reduzir a utilização de substâncias perigosas: tem como objetivo evitar a libertação dessas substâncias para o ambiente durante o processo de fabricação e vida útil do veículo e evitar a necessidade de eliminar resíduos perigosos no fim de vida do veículo, bem como sua reciclagem. A diretriz destaca a importância de se trabalhar em conjunto com os fabricantes de materiais e equipamentos e de se atuar desde a fase de projeto;
- b. Levar em consideração a desmontagem do veículo: uma fácil desmontagem do veículo facilita a reutilização e a valorização, especialmente a reciclagem, além de facilitar o fornecimento das informações obrigatórias referentes à desmontagem dos veículos, que devem ser colocadas no mercado no prazo de seis meses depois do veículo ser comercializado. Para o sucesso desse item, é inevitável atuar desde a fase de projeto. Além disso, é aplicável aos veículos em fim de vida, bem como dos seus componentes e materiais;
- c. Integrar uma quantidade crescente de material reciclado: o objetivo é desenvolver os mercados de materiais reciclados e diminuir a extração de materiais da natureza. Recomenda-se trabalhar em conjunto com os fabricantes de materiais e equipamentos;
- d. Criar sistemas de recolhimento de todos os veículos em fim de vida e de peças de reposição: garante a disponibilização adequada, ou seja, todos os veículos em fim de vida devem ser transferidos para instalações de tratamento autorizadas.
- e. Criar um sistema de certificado de destruição: cancela o registro de um veículo em fim de vida. Assim, um certificado será entregue ao detentor e/ou proprietário quando o veículo em fim de vida for transferido para uma instalação de tratamento. A diretriz ressalta que não devem haver custos para o último detentor e/ou proprietário.
- f. Incentivar a reutilização efetiva dos componentes reutilizáveis, a valorização dos não passíveis de reutilização e a preferência pela reciclagem, sempre que viável do ponto de vista ambiental: o objetivo é garantir que a reutilização e a valorização de todos os veículos em fim de vida atinjam um mínimo de 85 %,

em massa, em 2006, passando a 95% em 2015. A reutilização e reciclagem devem atingir um mínimo de 80 % em 2006, passando a 85% em 2015, em massa, em média, por veículo e por ano.

- g. Para isso, não deve haver prejuízo dos requisitos de segurança dos veículos e do ambiente, tais como o controle das emissões para a atmosfera e do ruído.
- h. Despoluição do veículo em fim de vida: evita impactos sobre o meio ambiente. Como exemplo, pode-se citar a necessidade de remoção das baterias e dos depósitos de gás liquefeito; remoção ou neutralização dos componentes potencialmente explosivos (por exemplo, sacos de ar); remoção, recolha e armazenagem separadas de combustível, óleo do motor, óleo da transmissão, óleo da caixa de velocidades, óleo dos sistemas hidráulicos, líquidos de arrefecimento, anticongelante, fluidos dos freios, fluidos dos sistemas de ar condicionado ou de qualquer outro fluido contido no veículo em fim de vida, a menos que sejam necessários para efeitos de reutilização das peças visadas; remoção, na medida do possível, de todos os componentes identificados como contendo mercúrio;
- i. Utilização de normas de codificação de componentes e materiais: facilita a identificação dos componentes e materiais passíveis de reutilização e valorização o que é exigido na diretiva. Para o sucesso desse item, é vital trabalhar em conjunto com os fabricantes de materiais e equipamentos;
- j. O construtor deve facultar informações aos eventuais compradores dos veículos: deve ser feito nas publicações de carácter publicitário utilizadas na comercialização de cada novo veículo, informando os clientes sobre: a concepção dos veículos e seus componentes, tendo em vista a sua capacidade de valorização e reciclagem; o tratamento ecologicamente correto dos veículos em fim de vida, e em especial à remoção de todos os fluidos e ao desmantelamento; o desenvolvimento e a otimização de formas de reutilização, reciclagem e valorização dos veículos em fim de vida e dos respectivos componentes; os progressos realizados em matéria de valorização e reciclagem no sentido de reduzir a quantidade de resíduos a eliminar e aumentar as taxas de valorização e reciclagem.

Para atender ao conjunto de exigências contidas nessa diretiva europeia, as indústrias automobilísticas se vêm obrigadas a atuar desde a concepção de seus veículos, em todo o ciclo de vida do produto, e com todos os atores do processo. Assim,

a PSA Peugeot Citroën dispõe em sua norma B20 0200 (2005) as exigências que devem ser consideradas na concepção dos veículos, a fim de atender à diretiva 2000/53/CE (Quadro 5).

**Quadro 5:** Resumo da Norma PSA B20 0200 (2005) – Recomendações para Reciclagem

Ação	Considerações importantes
<p>Não utilização de cádmio, chumbo, mercúrio e cromo VI (salvo exceções previstas)</p>	<p>Exigência de certificados de conformidade a todos os fornecedores os quais devem ser obtidos até a fase de projeto denominada pré-série fora de linha (PRSHL1).</p>
<p>Os novos veículos devem ser valorizáveis à 95% em massa e recicláveis/reutilizáveis à 85% em massa, na ocasião de sua homologação.</p>	<p>É obrigatório que sejam disponibilizadas e atualizadas as informações sobre massa e material de cada peça até a fase de projeto PRSHL1.</p> <p>Com base nessas informações, será calculada a reciclagem que será disponibilizada no dossier de homologação do veículo.</p>
<p>Despoluição do veículo em fim de vida</p>	<p>Todos os componentes que farão parte da despoluição deverão ser tratados em uma ficha de despoluição, contendo as informações que provam a capacidade à despoluição de seus componentes.</p> <p>As fichas serão transmitidas às marcas para realização das instruções de despoluição e desmontagem para os operadores de tratamento dos veículos em fim de vida.</p>
<p>Marcação dos materiais dos componentes plásticos e elastômeros</p>	<p>Os componentes devem ser marcados a fim de facilitar a identificação dos componentes e dos materiais reutilizáveis e valorizáveis em fim de vida</p>

Utilização de materiais reciclados	Os veículos devem utilizar uma parte crescente de materiais reciclados. Essas informações serão publicadas no resumo anual da PSA (publicação promocional).
------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Fonte:** Elaborado pela autora com base na norma PSA B20 0200 (2005)

A exemplo de diversos países que já implantaram programas de renovação e reciclagem da frota de veículos, em março de 2002 o sindicato dos metalúrgicos do ABC preparou uma proposta para o setor automotivo no Brasil.

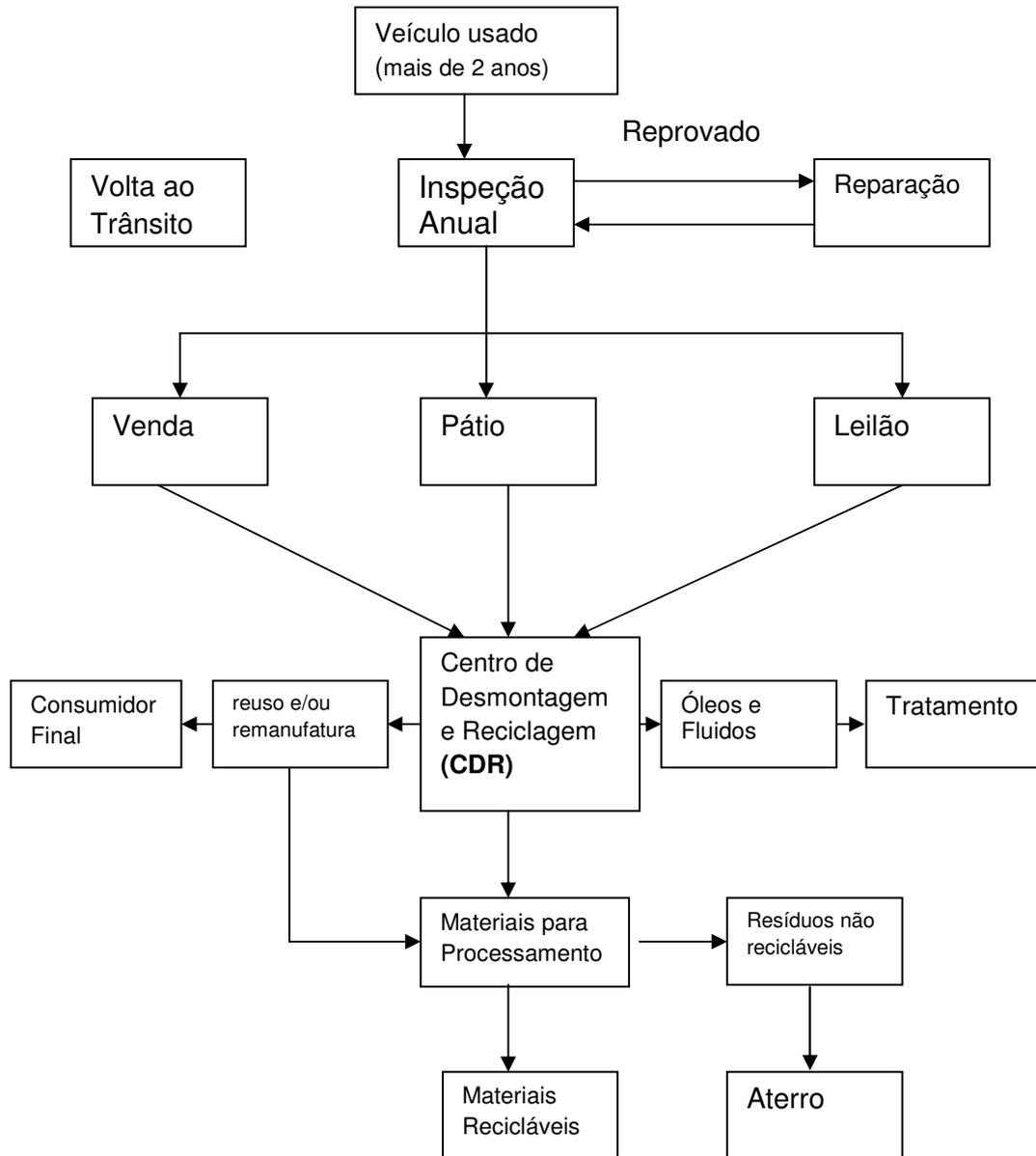
A frota brasileira circulante é estimada em cerca de 20 milhões de veículos (14,9 milhões de automóveis; 2,3 milhões de comerciais leves; 1,2 milhões de caminhões; 203 mil ônibus e 85 mil microônibus). Desse total, cerca de 9 milhões tem idade superior a 10 anos e 6 milhões, acima de 15 anos.

Os objetivos da aplicação do programa de renovação e reciclagem são: aumentar a segurança no trânsito, reduzir o consumo de combustível por veículo, diminuir a emissão de poluentes, aumentar a reciclagem de materiais e a eficiência no transporte urbano e rodoviário e estimular produção e emprego (NAVEIRO e HATSCHBACH, 2003).

- Estimular, por meio do Programa, a "troca" dos veículos velhos com mais de 15 anos de uso por veículos novos. A partir do terceiro ano, a meta é incorporar no Programa de Renovação e Reciclagem os veículos com mais de 10 anos de uso.
- Ao proprietário/consumidor serão oferecidas as seguintes condições para participar do programa: a) redução dos preços dos veículos novos, por meio da redução de margens e impostos; b) novas linhas de financiamento, com taxas de juros e prazos de pagamento mais favoráveis e; c) pagamento de um bônus pela entrega do veículo antigo, além da desoneração dos custos na baixa do veículo.
- No caso dos veículos pesados (caminhões e ônibus), por se tratarem de bens de capital de longa vida útil, as regras de abrangência do programa e o conjunto de incentivos serão fixados em programa específico.
- Os veículos velhos trocados por novos, no âmbito do referido Programa, deverão necessariamente ser encaminhados para baixa, sucateamento e

- reciclagem de materiais (vidros, ferro fundido, não ferrosos, aço, plásticos, borracha, etc), nos Centros de Reciclagem de Veículos a serem constituídos no país.
- O Plano pretende elevar gradualmente o número de veículos reciclados no país. Assim, em 2003 estão previstos 100 mil veículos reciclados, e em 2006, o total é de 500.000.
- De modo complementar ao Programa de Renovação e Reciclagem da Frota, apoiar a aceleração do Programa da Inspeção Veicular Obrigatória, em todos os Estados do País, a partir de 2003, conforme resolução do CONAMA, em seu Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve). Além da redução da emissão de poluentes, o Programa deve ter como objetivo o aumento da segurança no trânsito, o que significa a implementação simultânea da inspeção obrigatória dos componentes mecânicos, da parte elétrica, dos pneus e de outros itens de segurança.

O Esquema da AEA – Associação de Engenharia Automotiva do Brasil – a seguir apresentado – que associa o Programa Nacional de Renovação da Frota e Reciclagem de Veículos Automotores ao Programa de Inspeção Veicular (Proconve) foi incluído em todos os projetos de lei que tratam dessas matérias (Figura 13).



**Figura 13:** Esquema de inspeção veículas e reciclagem de VFV da AEA (Associação Brasileira de Engenharia Automotiva)

## **CAPÍTULO 3: O DESCARTE DE AUTOPECAS NA PSA PEUGEOT CITROËN**

### **3.1. Metodologia do Trabalho**

O estudo de caso aborda o assunto “Ecologia Industrial” nos processos de descarte de autopeças na unidade industrial da PSA Peugeot Citroën de Porto Real, Estado do Rio de Janeiro. Assim, o estudo aqui apresentado foi realizado como uma aplicação dos princípios da ecologia industrial para aprimorar a gestão ambiental da empresa propondo melhorias no sistema de descarte de autopeças.

O interesse de se desenvolver o estudo junto ao processo de descarte de autopeças se deve a dois principais fatos: O processo é oneroso para a empresa e a Ecologia Industrial representa uma grande oportunidade para otimizar este processo.

O trabalho se iniciou paralelamente à pesquisa teórica, com o desenvolvimento de um plano que viabilizasse o envolvimento de funcionários vinculados a diferentes setores e de diferentes níveis hierárquicos, de modo a integrar diferentes abordagens na análise dos problemas.

Como a empresa apresenta dois fluxos de descarte de autopeças: o de peças refugadas da produção (RDP) e o de peças fim de série (FDS), para o desenvolvimento do plano, foram observados esses dois tipos de descarte, que deveriam ser tratados paralelamente. Assim, foram montados dois grupos distintos de trabalho e de formação heterogênea (compostos por pessoas de vários setores – setores envolvidos e setores não envolvidos diretamente, estes seriam uma espécie de mediador, uma vez que não estariam defendendo seus próprios interesses), e com a participação média de 10 pessoas por grupo. O primeiro grupo (G1) seria responsável pelos refugos e o segundo (G2) pelas peças fim-de-série.

Foi desenvolvido um plano de trabalho com o objetivo de proporcionar o conhecimento teórico básico necessário a cada um dos participantes para que pudessem atuar significativamente no desenvolvimento do seu grupo, em busca da otimização dos processos de descarte de autopeças. O plano prevê ainda que cada grupo se reúna uma vez por semana, para dividirem tarefas a serem realizadas ao longo dos outros dias da semana e apresentadas na reunião seguinte.

Como ferramenta facilitadora para o entendimento do objetivo do projeto e dos passos a serem seguidos, cada grupo utiliza os conceitos da filosofia 3R's, uma vez que esta filosofia é de fácil entendimento, não necessitando de profundas explicações sobre os resultados esperados e os passos a serem seguidos.

Assim, o plano se baseou na seguinte metodologia:

Diagnóstico: Conhecimento dos fluxos de descarte de peças na montadora estudada, para embasamento na definição dos objetivos e resultados esperados.

Difusão: Foi realizado um workshop que funcionou como uma espécie de reunião de inicialização dos dois grupos, com a participação de todos os componentes e também da gerência do Centro de Produção, a fim de reforçar a importância do envolvimento de cada um para o desenvolvimento destes trabalhos baseado nos resultados esperados.

Análise preliminar: Reuniões de desenvolvimento do trabalho. Com o grupo reunido e baseado na filosofia 3R's, os assuntos são tratados, e ações são definidas para serem desenvolvidas ao longo da semana e reapresentadas na reunião seguinte. Assim, Através destas reuniões semanais são identificados e abordados os itens críticos seguindo a hierarquia da filosofia dos 3R's.

Consolidação dos resultados: trimestral de acompanhamento dos Resultados / Reunião trimestral de apresentação dos resultados já obtidos.

Conclusão do projeto: Reunião de encerramento e análise dos resultados financeiros: Esta fase consiste em sintetizar todos os resultados obtidos, incluindo os resultados financeiros e apresentá-los em uma reunião de encerramento, provando assim, a viabilidade de projetos como este e encorajando a implantação de outros. Porém, os trabalhos ainda estão em desenvolvimento, pois são trabalhos que extrapolam o tempo de realização desta tese.

### **3.2. Diagnóstico sobre o Reduzir e Reutilizar:**

As peças refugadas são aquelas que por problema de qualidade não poderão ser montadas nos veículos. Vale ressaltar que a maioria das peças sem qualidade, oriundas de fornecedores locais são a eles devolvidas para substituição por peças boas, ou seja, não se tornam refugo. Porém, as oriundas de fornecedores no exterior sempre se transformam em refugo pois sua devolução é financeiramente inviável. Neste caso, é enviada somente uma peça ao fornecedor, para análise e conclusão da causa do problema. Além disso, existe o refugo interno, quando o problema foi gerado por transporte ou dentro da fábrica, o que não é de responsabilidade do fornecedor.

As peças FDS são as peças obsoletas. As peças podem se tornar obsoletas quando são substituídas por outras, porque a versão do veículo foi extinta ou significativamente alterada. Assim, podemos resumir dizendo que peças FDS são aquelas que, mesmo em perfeito estado, por algum motivo não serão mais utilizadas nos veículos em linha de produção.

Em vista da necessidade constante de se reduzir custos, otimizar o processo de “descarte de peças” é importante para que a empresa se mantenha em um mercado cada vez mais competitivo. O descarte de peças FDS e RDP, gera uma grande perda para a empresa, pois existem casos em que há grande volume a ser descartado e casos em que o valor unitário das peças é bastante elevado. Assim, apesar de não ser possível revelar os valores envolvidos devido a confidencialidade das informações, foram estes dados que serviram de base para a decisão de tratar profundamente o assunto.

### 3.2.1. Peças RDP (G1)

A PSA trabalha com “Qualidade Garantida”, ou seja, o fornecedor é quem deve garantir a qualidade das peças antes de expedi-las. Desta forma, não há inspeção no recebimento delas. As únicas anomalias verificadas no recebimento são as anomalias de transporte: embalagens amassadas, molhadas, viradas etc. Caso haja este tipo de anomalia, a seguradora da transportadora é acionada, e caso não haja, as embalagens vão para o estoque.

Quando as peças saem do estoque, vão diretamente para a borda de linha onde serão usadas na fabricação. Assim, os operadores da linha são o primeiro e mais importante filtro capaz de garantir a qualidade das peças montadas nos veículos. As peças por eles rejeitadas são colocadas em uma gaiola vermelha destinada aos refugos (Figura 14), com uma “ficha de não-conforme” devidamente preenchida.



**Figura 14:** Gaiola vermelha disposta na linha de produção, destinada a peças refugadas

A “ficha não-conforme” deve ser fixada à peça e nela consta uma primeira análise do problema, onde se sugere o setor responsável por ele: PCP (Planejamento e controle da produção – problemas de transporte/manuseio e armazenagem); fornecedor (O setor de qualidade é o responsável pelo contato junto ao fornecedor); fabricação (defeitos gerados na manipulação do operador).

Uma vez por dia, os representantes de cada um destes setores, passam juntos em todas as gaiolas e, se concordarem com a responsabilidade descrita na ficha, levam as suas peças para dar o tratamento final necessário. Porém, caso não haja um acordo, a peça passa a ser litígio.

### **3.2.2. Peças FDS (G2)**

Frente à acirrada concorrência, as indústrias automobilísticas sempre precisam dispor de novos modelos e novas versões de veículos. Assim, ciclos de vida do produto cada vez mais curtos para atender aos variáveis e exigentes padrões de consumo, aliados a certos problemas de provisionamento, vêm gerando uma enorme quantidade de peças obsoletas também chamadas de peças FDS.

O fluxo das peças FDS inicia-se com a emissão de OI's (ordem de industrialização), que possuem a data em que a peça será substituída ou vai parar de ser utilizada (data de aplicação). Geralmente essas OI's são geradas 4 meses antes da data de aplicação para que haja tempo para tratá-las

Mensalmente, o PCP (planejamento e controle da produção) trata essas informações. Uma “carta fim-de-série” é enviada ao fornecedor, deixando-o ciente de que a peça em questão não será mais utilizada na fábrica e por isso seu fornecimento deverá cessar a partir da data definida. Assim, faz-se um planejamento para chegar a data de aplicação dessas OI's com estoque zero, tanto no fornecedor quanto na fábrica. Muitas vezes isso não é possível, ou porque a quantidade de peças estocadas é muito grande, ou porque a quantidade de peças do conjunto não está estocada uniformemente – por exemplo, duas referências são usadas, uma para o lado direito e outra para o lado esquerdo. Se as quantidades estocadas não forem iguais, a referência que estiver em maior quantidade não poderá ser consumida após o esgotamento da primeira.

É importante ressaltar que em caso de peças a serem substituídas, o esgotamento é mais simples porque pode-se abrir um “desvio” para utilização das peças até o seu esgotamento. O “desvio” consiste em adotar condições provisórias durante um período estabelecido, ou seja, no caso em questão, utilizar temporariamente as peças FDS.

Porém, quando a peça será excluída, ou seja, o item não fará mais parte do veículo, o processo é bem mais difícil. Quando chega a data de aplicação da OI, se existirem peças na borda de linha, estas são reintegradas ao estoque, pois não há mais possibilidade de utilizá-las. Em casos em que as peças não foram esgotadas, tenta-se vendê-las às marcas para uso em reposição.

Como somente uma pequena parte é absorvida pela marca, a solução é destruir o restante das peças. O PCP as encaminha a um estoque FDS (Fim-de-série), onde esperarão o dia da destruição.

Uma lista dessas peças é enviada ao setor de contabilidade, onde é lançado o custo delas e calculados os impostos. Essa lista é enviada a Receita Federal onde é feita a entrada do processo de destruição.

#### Tratamento Contábil (o porquê de destruir)

Seguindo a legislação tributária brasileira, quando a indústria compra peças ela paga os impostos – IPI e ICMS. Assim, o preço pago na peça é composto pelo valor da peça mais os impostos (ex. 8000 (valor das peças) + 2000 (impostos) = 10000).

Quando o veículo produzido é vendido, o cliente também paga o valor do veículo mais os impostos (ex. 16000 (valor do veículo) + 4000 (impostos) = 20000), porém, como os impostos sobre as peças já foram cobrados na ocasião da aquisição delas, a indústria é creditada deste valor (ex. 4000 (imposto devido pela venda do veículo – 2000 imposto já pago na aquisição das peças = 2000 (saldo à pagar)).

Quando há peças perdidas, essas peças não farão parte de um veículo para ser vendido e o processo acima descrito não será completado (no exemplo, a empresa terá gasto 10000 com a aquisição dessas peças que serão jogadas fora).

A fim de minimizar este efeito, é feita a destruição FDS a partir de um processo na Receita Federal. No dia da destruição, o fiscal acompanha todo o processo para se certificar que as peças listadas foram realmente destruídas (ou seja, não geraram receita) e desta forma haverá a isenção dos impostos pagos (no exemplo, a empresa só perderia 8000).

No caso de refugos, a legislação brasileira prevê um limite de perda de produção aceitável para cada tipo de indústria. Como na indústria automobilística não há transformação, este limite é baixo. Assim, quando as perdas excedem este limite, impostos deverão ser pagos.

### **3.3. Reduzir: O Início**

#### **3.3.1. Peças RDP (G1)**

##### Análise

Normalmente, os setores que participavam do recolhimento das peças refugadas era uma pequena amostra dos possíveis responsáveis, e estavam preocupados em apontar culpados para se livrar do problema. Porém, o que realmente importava não era identificar o culpado e sim o responsável que pudesse atuar na causa do problema.

Cerca de 90% dos itens rejeitados pela fabricação eram declarados como problema do fornecedor. Analisando alguns casos, como, por exemplo, os problemas de aspecto da peça (imperfeições, riscos ou arranhões), foi evidenciado que o defeito poderia ter sido gerado por qualquer pessoa que tivesse manipulado a peça e era impossível ter certeza do responsável.

Para piorar a situação, as peças rejeitadas eram colocadas de qualquer jeito nas gaiolas vermelhas. Assim, as peças que antes tinham um defeito passavam a ter dois ou três. Isto gerava problemas quando estas peças eram devolvidas aos fornecedores, pois estes questionavam a veracidade das informações que eram passadas uma vez que as peças estavam muito danificadas.

Com todo esse complexo e demorado processo, as peças se acumulavam e havia muito desentendimento entre os funcionários, que tentavam sempre passar os problemas adiante.

##### Resultados Parciais

Após análise da situação, ficou estabelecida a necessidade de adoção de três medidas:

- Troca das gaiolas

Eram necessárias gaiolas que garantissem a integridade das peças. Essas gaiolas foram confeccionadas (Figura 15) e suas principais características são: Forro de carpete - evitando danos as peças; três andares - não permitido empilhamento de peças; cadeado - trancando a gaiola evitando que sejam colocadas peças sem o conhecimento dos responsáveis.

- Reunião semanal de litígios – identificação das causas



**Figura 15:** Nova gaiola destinada a peças RDP

O grupo de recolhimento diário seria mantido para resolver os problemas mais simples, aqueles a respeito dos quais não havia dúvida sobre a responsabilidade, evitando assim o excesso de peças nas gaiolas e a sobrecarga da reunião semanal, a qual trataria apenas os litígios. Ata de reunião e distribuição das tarefas para as pendências eram obrigatórias para garantir o bom desempenho da reunião.

A primeira reunião deste grupo aconteceu em julho de 2007 com os seguintes participantes:

- Engenharia de Métodos Logísticos: Assuntos referentes a embalagens;
- Engenharia de Processos: Assuntos referentes ao processo de fabricação;
- Engenharia de Produto: Assuntos referentes à concepção do produto;
- Qualidade: Assuntos referentes à qualidade do fornecedor;
- PCP: Assuntos referentes a transporte e armazenamento;
- Fabricação: Assuntos referentes aos operadores: não respeito aos modos operatórios de montagem etc.

O maior objetivo aqui é estudar a fundo as causas da não-conformidade, para que se possa atuar de forma eficaz na resolução do problema. Nestas reuniões, cada problema é analisado em conjunto: analisa-se o estoque para constatar possíveis irregularidades de armazenamento e embalagem; verifica-se a ação dos operadores na linha de produção; por vezes, decide-se fazer inspeção

de recebimento de uma peça durante um determinado período para verificar se ele já chega à fábrica com a anomalia; etc.

- Divulgação dos resultados

A divulgação dos resultados é feita para conscientização de todos os funcionários. É necessário que se crie uma nova consciência sobre a responsabilidade de cada um no sucesso da empresa, devendo-se assim pensar na corporação e não somente no setor onde se trabalha.

Desde a implantação destas medidas, alguns problemas crônicos já foram solucionados e o comprometimento dos funcionários tem aumentado a cada semana. Hoje, qualquer caminhada pela linha de produção é uma oportunidade para se identificar um possível causador de desperdícios e desta forma corrigi-los.

No Quadro 6, são apresentados alguns exemplos de problemas já resolvidos:

**Quadro 6:** Exemplos de soluções adotadas após análise das causas dos problemas.

Problema	Evidência	Solução
Freio de mão com componente quebrado	O modo operatório de embalagem definia os acessórios e as dimensões, porém não definia a qualidade do papelão	Redefinição dos modos operatórios de embalagem
Gerenciador eletrônico do veículo com a carcaça rachada	O filme unificador do palete danificava as embalagens devido a excesso de força	Fornecedor notificado
Embelezadores do teto arranhados	A ordem em que as peças deveriam ser retiradas da embalagem não eram de conhecimento do operador	Atualização do modo operatório de fabricação
Forro do teto empenado	Na hora do almoço, alguns funcionários de uma terceira, utilizavam as peças como cama.	Advertência à empresa

**Fonte:** Elaborado pela autora.

### **3.3.2. Peças FDS (G2)**

#### Análise

No caso das peças FDS, o “reduzir” significa consumir a peça no fluxo de produção da empresa aqui mesmo no Brasil.

Neste caso, há a necessidade de um maior envolvimento das Marcas, seja melhorando o planejamento e tornando possível que as OI’s sejam emitidas mais antecipadamente ou aceitando um maior número de desvios, o que significaria aguardar um período maior pela implementação da modificação, uma vez que este desvio permite que a fábrica continue utilizando as peças FDS nos veículos em linha de produção.

#### Resultados Parciais

Foi elaborada uma proposta para ser enviada às Marcas. Esta proposta dividia as peças em duas classes: Peças de aspecto e demais peças.

Em casos de peças que não são de aspecto, ou seja, em peças que não são de acabamento, cujo prolongamento da utilização não gera prejuízo na comercialização do veículo, a data para começar a utilizar a nova peça na fabricação seria exatamente o prazo para o esgotamento do estoque das peças FDS.

Já as peças de aspecto, mediante prévia análise de cada caso, poderiam ser montadas em veículos para uma série especial destinada a promoções. Ou seja, o cliente não teria a última versão disponível na loja, porém teria um desconto na compra do veículo.

Assim, mediante um aviso prévio, as marcas planejarão a estratégia comercial a ser adotada.

## **3.4. Reutilizar: O Segundo Passo**

### **3.4.1. Peças RDP (G1)**

#### Análise

Com a implantação do “REDUZIR”, o objetivo é trabalhar com os refugos provocados internamente, como, por exemplo, pelo manuseio do operador ou pelo transporte em empilhadeiras, e com as peças com problemas de qualidade de fornecedores externos (fornecedores Europa), pois como já dito anteriormente, as peças com problemas de qualidade de fornecedores locais são por eles mesmos recolhidas.

Na fábrica existe a prática de retrabalhar peças não-conformes, desde que esta recuperação seja um processo simples, e que não haja absolutamente nenhum dano ao cliente. Porém, o objetivo aqui é criar o hábito de pensar em soluções para aquelas peças que, a princípio, não poderiam ser recuperadas.

### Resultados Parciais

Neste caso a solução dependerá do tipo de peça. Assim, seguem exemplos de soluções já implementadas (Quadro 7):

**Quadro 7:** Exemplos de recuperação de autopeças

Item	Peça	Solução
1	Motor e caixa de cambio	São peças caras, que requerem cuidados especiais. Desta forma, a solução é separar aqueles componentes possíveis de serem recuperados (ex. conector quebrado), daqueles que não podem ser reaproveitados (ex. Ruídos internos). Destes que não podem ser aproveitados, são retiradas as peças que podem “salvar” as demais. OBS: Houve casos em que o componente de reposição foi conseguido junto à Marca.
2	Riscos internos em faróis e lanternas	Em parceria com um fornecedor local, as peças estão sendo recuperadas. O custo do retrabalho é bastante inferior ao custo da peça.
3	Compressor com conector quebrado	A peça é proveniente de um fornecedor Europa, porém existe um fornecedor local que fornece compressor para outro veículo, cujo conector é igual. O fornecedor local providenciou componentes de reposição, e assim foi possível recuperar peças.

**Fonte:** Elaborado pela autora.

### **3.4.2. Peças FDS (G2)**

#### Análise

No caso das peças fim-de-série, o “reutilizar” foi definido como consumir a peça fora do fluxo de produção da empresa no Brasil. Assim, uma solução já é implantada atualmente: a venda das peças às marcas para serem utilizadas como peças de reposição em veículos já comercializados.

Porém, esta solução sozinha não é suficiente, uma vez que as marcas só aceitam peças com índice de substituição mais elevado, o que não é o caso de boa parte das peças em questão.

#### Resultados Parciais

A medida complementar apontada foi a utilização das peças no fluxo de produção de outras plantas da empresa (em outros países). Como no caso da Europa, a burocracia e o custo inviabilizam o processo, a única alternativa possível é enviar à Argentina.

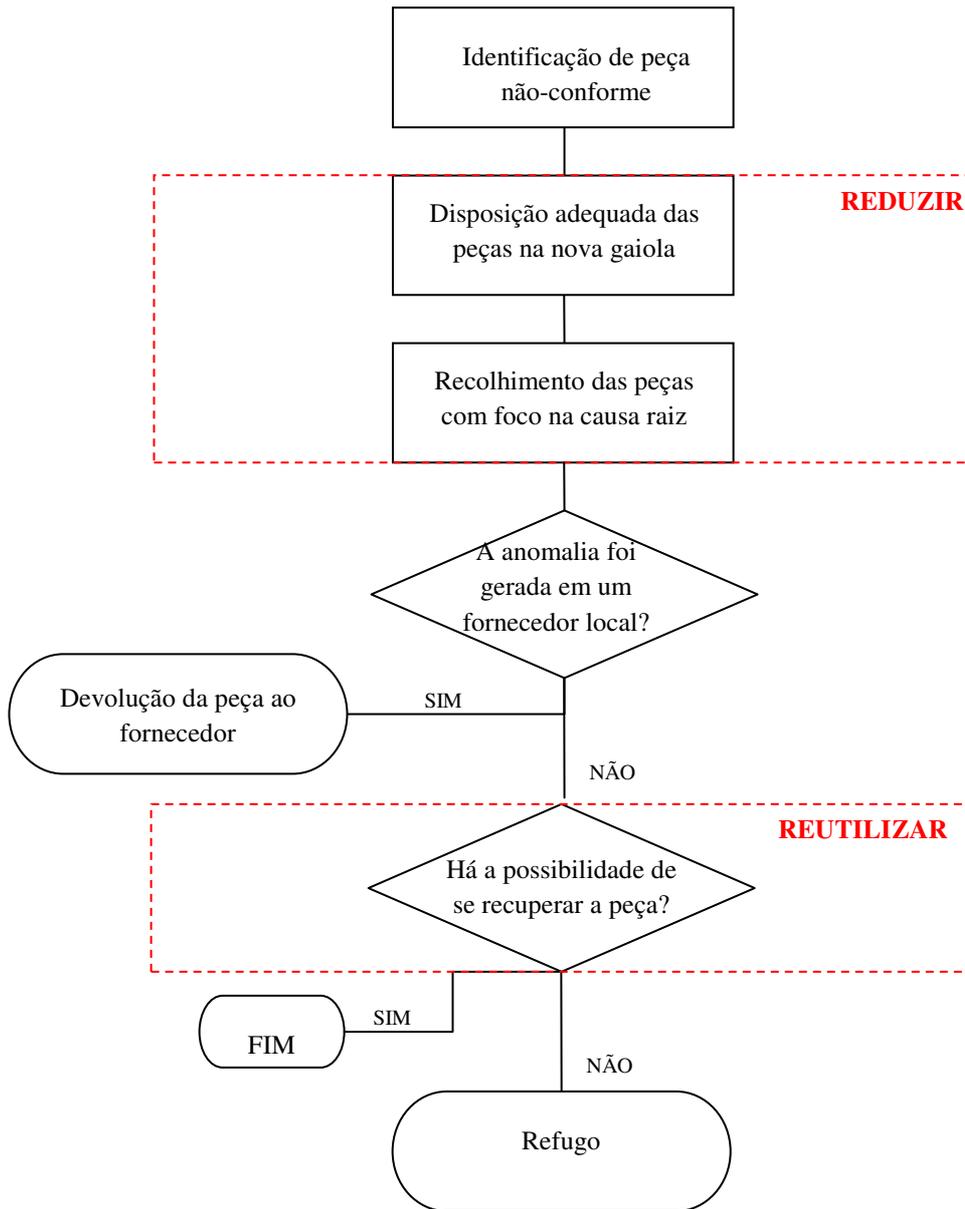
Assim, se as peças estivessem em vida série na Argentina (estivessem sendo consumidas no fluxo de produção), seriam enviadas evitando que novas peças fossem compradas.

Desta forma, o ganho seria evidenciado em outra planta. Porém o objetivo não é individual e sim corporativo.

## **3.5. Novos Fluxos Baseados nos Dois Primeiros R's**

### **3.5.1. Peças RDP (G1)**

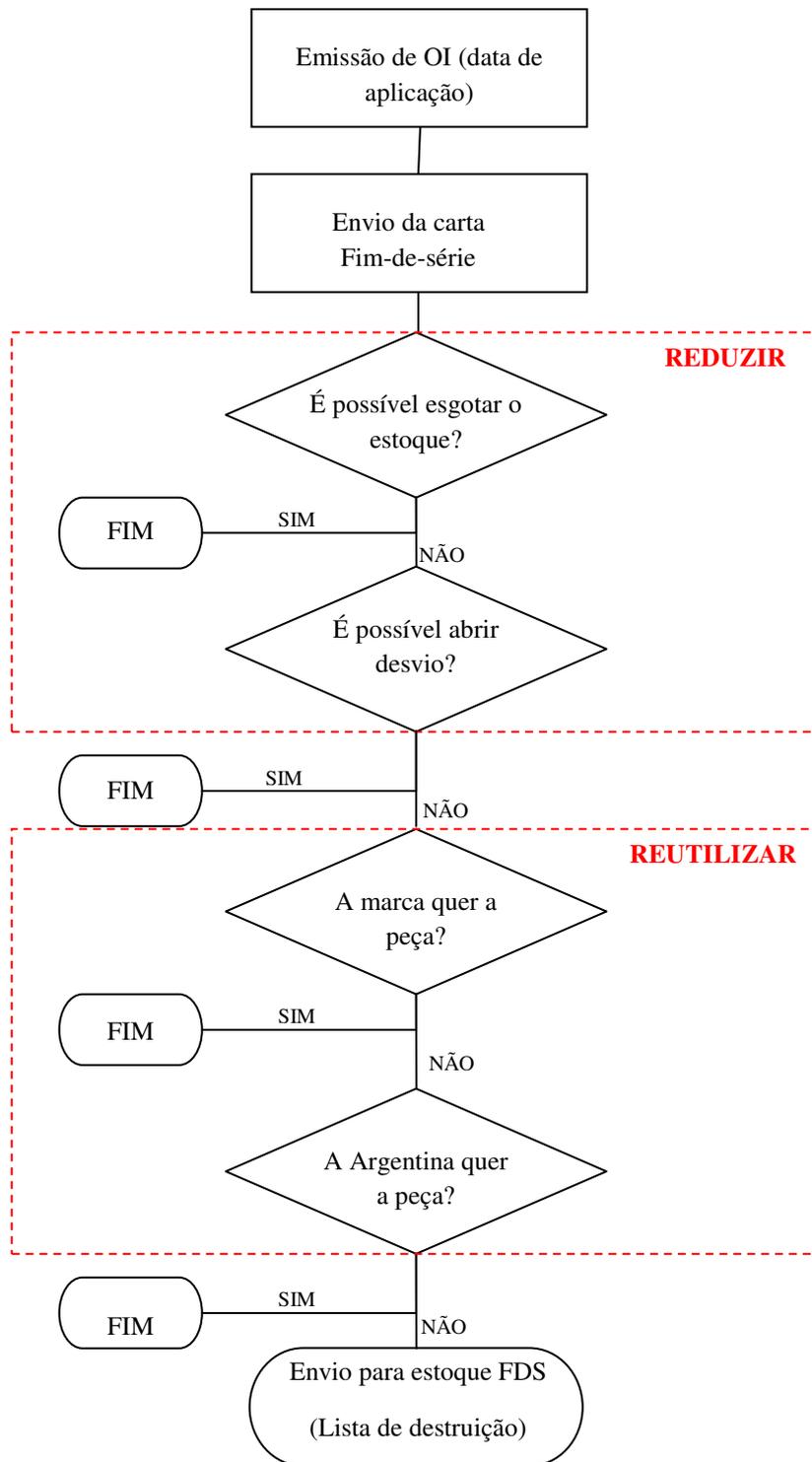
De acordo com as propostas que já foram apresentadas neste estudo, definiu-se um novo fluxograma para o tratamento de peças a serem refugadas, baseado nos dois primeiros R's: Reduzir e Reutilizar (Figura 16).



**Figura 16:** Novo fluxo para tratamento de peças a refugar.

### 3.5.2. Peças FDS (G2)

De acordo com as propostas que já foram apresentadas neste estudo, definiu-se um novo fluxograma para o tratamento de peças FDS baseado no dois primeiros R's: Reduzir e Reutilizar (Figura 17).



**Figura 17:** Novo fluxo para tratamento de peças FDS.

### **3.6. Reciclar: O Grande Desafio**

#### **3.6.1. Diagnóstico sobre o Reciclar**

##### O Processo de Nacionalização de Peças

Na década de 90 houve a abertura dos mercados, e o investimento externo veio em busca do mercado potencial. Assim, mais indústrias automobilísticas se instalaram no Brasil com a intenção de aproveitar benefícios e garantir uma maior participação no mercado mundial.

Hoje, Indústrias Multinacionais aproveitam o fato de terem unidades em diversos países e até mesmo continentes para fabricarem seus produtos onde for capaz de gerar um maior retorno econômico. A conjuntura econômica mundial e a estratégia da empresa determinarão em qual unidade será produzido cada tipo de veículo.

Mostrar-se competitivo, sendo capaz de concorrer internamente (entre as unidades do mesmo grupo espalhadas pelo mundo) e externamente (em relação às outras montadoras), requer, acima de tudo, a redução do custo-veículo. Assim, um forte determinante para redução do custo-veículo é a nacionalização de peças, principalmente em países que apresentam uma realidade cambial como a do Brasil.

Neste contexto, surge um intenso processo de nacionalização, no qual a peça que vinha da Europa passa a ter um fornecedor Mercosul. Neste processo, não podem haver alterações nas especificações da peça (material, geometria, ...), e caso seja necessária alguma substituição, esta deverá ser validada junto à Europa para que nenhuma característica seja perdida. Isso acontece porque os carros produzidos em uma determinada unidade devem ser capazes de ser exportados para outros países e isto requer que seja analisada a legislação, não só brasileira, mas também mundial.

Desta forma, o processo de integração local de uma peça é uma tarefa complexa e que exige cuidados, e por isso o tempo em torno desta operação é longo (tempo médio de um ano por peça).

Atualmente, dos três tipos de veículos produzidos em diversas versões, a nacionalização representa cerca de 70% para o modelo 1; 60% no modelo 2 e 50% para o modelo 3.

Neste contexto, os carros produzidos no Brasil atendem também à legislação da comunidade européia, incluindo a eco-concepção. A eco-concepção é lei na Europa e não no Brasil, porém ela abre um leque de oportunidades que, se forem bem aproveitadas, podem ajudar, e muito, no aumento da competitividade da indústria brasileira.

Assim, uma das oportunidades identificadas para atender o terceiro “R” é o melhor aproveitamento das peças que não conseguiram ser aproveitadas nos dois primeiros “R’s”.

Nesta etapa, só serão tratadas as peças fim-de-série, pois as peças refugadas têm um processo de descarte bem mais simples, devido às razões fiscais já apresentadas no item 3.1.2. Desta forma o fluxo das peças FDS que será apresentado a seguir será facilmente adaptável ao fluxo das peças refugadas.

### A Destruição de Peças

No dia da destruição, as peças que estão na lista vão sendo retiradas do estoque FDS (Figura 18) e são levadas ao lugar da destruição. O fiscal, em posse dessa lista, vai fazendo a conferência à medida que elas são lançadas à destruição.



**Figura 18:** Estoque fim de série

Os operadores retiram as peças das embalagens externas – as internas, como sacos plásticos individuais, continuam – e jogam no chão (Figura 19). O rolo “pé de carneiro” passa por cima das peças a fim de descaracterizá-las (Figura 20) e a pá carregadeira (Figura 21) as leva até a caçamba do comprador da sucata (Figura 22).



**Figura 19:** Disposição das peças para destruição



**Figura 20:** Destruição das peças FDS



**Figura 21:** Resíduo levado pela pá carregadeira



**Figura 22:** Caçamba da empresa compradora da sucata

É importante observar que, neste caso, não há qualquer separação por material. A sucata é vendida como sucata misturada, com baixíssimo valor agregado (R\$ 20,00 / tonelada).

#### Dados Numéricos da Última Destruição

No último processo de destruição, foram destruídas peças que entraram em fim de série durante os meses de janeiro, fevereiro e março. Foram destruídas 260570 peças, no valor de R\$ 528.946,00, num total de 158 referências diferentes e que geraram cerca de 30 toneladas de resíduos (média de 115 gramas por peça destruída).

Gerando uma receita de apenas R\$ 600,00, não foi possível cobrir os gastos com aluguel de equipamentos (R\$ 4240,00) e contratação de quatro efetivos para a tarefa (R\$ 503,00).

### **3.6.2. Proposta de Internalização da Operação de Separação da Sucata FDS**

Em dias quando reduzir custos se torna primordial para se ter chances frente a um mercado cada vez mais globalizado e competitivo, gerar receitas também é uma oportunidade que não pode e nem deve ser desperdiçada.

Neste contexto, o tratamento das peças fim-de-série ou obsoletas passaram a despertar a atenção frente aos altos valores envolvidos. Conforme já visto anteriormente, se essas peças não puderem ser absorvidas pela própria produção ou

pelas marcas, o único destino que não gera riscos para a empresa é a descaracterização e posteriormente venda destas peças como sucata.

Quando é analisado o fluxo destas peças, a primeira grande questão que surge é: o quê está acontecendo com essas peças depois que são vendidas? A sucata é comprada por uma empresa que, para surpresa, tem como única função, agregar valor ao produto. Isso quer dizer, esta empresa compra estas peças que foram descaracterizadas de maneira misturada, as separa por tipo de material, as tritura e as revende como sucata de maior valor agregado.

Neste momento surge como solução ao anseio da empresa de atenuar os desperdícios gerados pelas peças fim de série e de conseqüentemente tornar-se mais competitiva: Internalizar a operação de separação da sucata.

#### Um novo fluxo para descarte das peças fim-de-série

Antes de entrar no estoque fim-de-série, as peças deverão ser tratadas na base FIDES (ver funcionamento da base FIDES), onde será gerada uma etiqueta com um código de barras de identificação do item. Respeitando a data de entrada no estoque, pouco a pouco essas peças vão sendo puxadas pela área de separação de materiais. Com o auxílio visual do modo operatório de desmontagem, que aparecerá quando o código de barras for lido, o operador separará as partes e as jogará na caçamba correspondente a cada tipo de material. Essas caçambas serão armazenadas até o dia da destruição, que será feita por partes, ou seja, material a material.

#### O Funcionamento da base FIDES (ficha de itens para destruição)

Na fabrica, existe um sistema interno de gestão do estoque (Sistema APOLO), que a partir de uma interface, será o gerador das informações iniciais da base. Ou seja, toda vez que um item for endereçado ao estoque FDS no sistema APOLO, o item migrará automaticamente para a base.

Quando a peça chegar à “porta” do estoque FDS, o controlador digitará a referência e a quantidade de peças. Se o item for reconhecido nos dados migrados, a etiqueta FDS será impressa e fixada à caixa de acondicionamento da(s) peça(s). Caso o item não tenha migrado, é porque não foi tratado no sistema APOLO, o que geraria um problema de endereçamento. Desta forma, a base também servirá como um mecanismo de segurança. Neste momento, o item será gravado na própria base (não mais dependerá do APOLO).

É importante ressaltar que a partir da referência, a base associará automaticamente o modo operatório de desmontagem, se ela estiver cadastrada.

Informações, como preço unitário da peça e impostos serão inseridos na ficha.

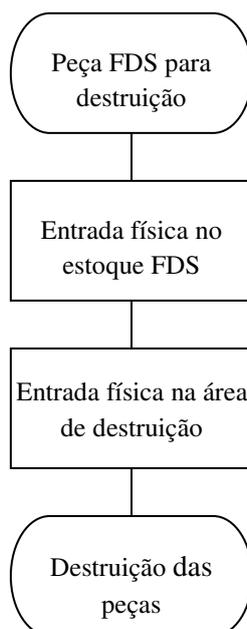
Quando a peça sair do estoque FDS e for levada a área de separação, sua ficha já estará com todas as informações relevantes, só ficando a cargo do operador, após proceder a separação e a segregação nas respectivas caçambas, clicar em OK, e o sistema dará o item como concluído (Quadro 8).

**Quadro 8:** Resumo do funcionamento da base FIDES

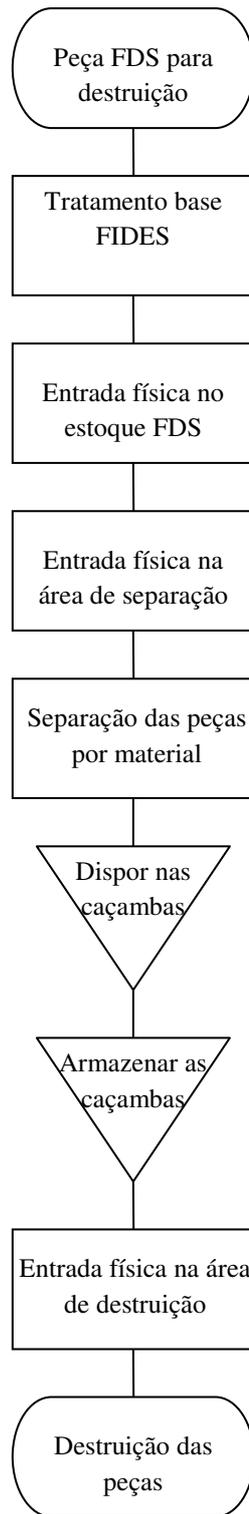
Status	Significado
F	Item migrado do sistema APOLO
I	Item deu entrada física no estoque FDS e foi gravado na base
D	Informações preenchidas (os campos são obrigatórios)
E	Peça endereçada a área de separação (saída do estoque FDS)
S	Item segregado – tratamento concluído

### 3.6.3. O Novo Fluxo para a Destruição de Peças FDS

Com este novo fluxo, o procedimento de destruição seria basicamente o mesmo, porém a diferença, aparentemente simples, é que no fluxo atual (Figura 23) as peças são destruídas misturadas e no novo fluxo proposto (Figura 24), há a separação das peças por tipo de material.



**Figura 23:** Fluxo atual de descarte de peças FDS.



**Figura 24:** Fluxo proposto para descarte de peças FDS.

## CONCLUSÕES

Diante de um momento empresarial que demanda comprometimento com a sustentabilidade, empresas têm se engajado na busca por inovações tecnológicas que promovam o desenvolvimento no âmbito ambiental.

As indústrias automobilísticas, fabricando um produto de alto desempenho e de notável complexidade em vista da quantidade de materiais envolvidos, estão buscando soluções para reduzir, reutilizar e reciclar resíduos (filosofia 3R's), respeitando a hierarquia dos 3R's, que é bem definida, ou seja, reduzir é mais viável que reutilizar e esses são muito mais viáveis que reciclar.

Contudo, para que seja possível aplicar os 3R's, é necessário, antes de tudo, planejar. Pode-se dizer que planejar é a introdução aos 3R's, sem o qual não é possível atingir os resultados esperados e necessários.

Surge, então, a necessidade de se atuar desde a fase de projeto e de maneira global, analisando todo o ciclo de vida do produto. A eco-concepção (EC) consiste, exatamente, em projetar produtos com objetivos ambientais a partir da análise dos respectivos ciclos de vida (ACV). A ACV procura avaliar os diversos estágios de produção de um produto, quantificando os efeitos ambientais de cada estágio.

Para atender a esses objetivos, as indústrias automobilísticas tem se empenhado na busca por inovações tecnológicas capazes de assegurar a sustentabilidade de seus produtos. Assim, novos materiais vêm sendo desenvolvidos a fim de garantir sustentabilidade a todo o ciclo de vida do produto.

Em paralelo a toda essa mudança, as normas e a legislação têm evoluído e se tornado mais rígidas. Com leis que tornam as indústrias responsáveis por aquilo que fabricam, é cada vez mais difícil fugir da responsabilidade que se tem com o meio ambiente.

Contudo, manter a balança economia-meio ambiente equilibrada é vital para manter a empresa neste mercado cada vez mais competitivo e globalizado. Foi em busca desta tão necessária adaptação que a montadora PSA Peugeot Citroën decidiu investir na busca por soluções no processo de descarte de autopeças provenientes de sua fabricação.

Com a formação de dois grupos, G1 e G2, dedicados a peças refugadas e peças fim-de-série, respectivamente, trabalhando para propor soluções baseadas na filosofia 3R's e sua hierarquia, foi possível otimizar e alcançar resultados significativos nestes fluxos. Esses resultados são simples, e podem parecer não representativos, porém a intenção é

fazer cada um dia um pouco, e no fim obter o esperado. É mais ou menos como a história de determinada granja, que recebeu a encomenda de 365.000 ovos por ano: O diretor reuniu as mil galinhas para dizer que elas precisavam se engajar neste novo objetivo. As galinhas acharam impossível. Disseram que era uma meta muito além do que se poderia fazer. O diretor, então, pensou a respeito e no dia seguinte fez a seguinte pergunta: “A meta é realmente ambiciosa, então seria possível vocês produzirem um ovo por dia?”. As galinhas rapidamente aceitaram esta “nova” meta, pois esta sim era possível de ser feita.

Durante o desenvolvimento dos trabalhos, observou-se uma hierarquia clara no que diz respeito às possibilidades de atuação para o caso das peças FDS e das peças RDP. Para cada um desses casos, os 3R's podem ser mais ou menos significativos. Segundo a Figura 25, pode-se observar qual R é mais significativo para cada tipo de descarte, ou seja, com maior possibilidade de atuação:



**Figura 25:** Hierarquia dos 3R's para cada tipo de descarte de peças

Apesar das evoluções já conseguidas, alguns fatores foram limitantes para o desenvolvimento do projeto. No caso das peças RDP, há uma grande dificuldade em estabelecer causas. Muitas vezes, confunde-se causa com culpado. Muitos operadores da linha de produção, quando danificam uma peça, são declarados culpados. Assim, para não terem problemas com sua hierarquia, muitos preferem não contar a verdade, dificultando a determinação da causa do problema e consequentemente sua solução.

Já no caso das peças FDS, a dificuldade tem sido conseguir informações das empresas recicladoras, como por exemplo, delimitar o grau de separação por tipo de material, necessário para agregar valor ao refugo. Essas informações são importantes para um detalhamento mais claro das etapas necessárias para a valorização dos refugos, que resultará em uma maior rentabilidade do processo de descarte de peças na montadora estudada. Além disso, delineando bem o processo de valorização dos refugos, será possível estudar parcerias com fornecedores para o tratamento conjunto

dos seus refugos. Com um sistema único de recolhimento, tratamento e valorização dos refugos, haverá uma maior quantidade de refugos, viabilizando ainda mais o processo, uma vez que a rentabilidade de uma recicladora é diretamente proporcional a quantidade de resíduos tratados.

Assim, como apresentado neste trabalho, muito já foi feito, porém o mais interessante é observar que, a cada dia, novas idéias surgem e cada vez mais de forma automática.

Trabalhar em grupos com objetivos bem definidos, tem sido uma estratégia positiva na PSA Peugeot Citroën. A cada solução, um incentivo para se tentar mais soluções, a cada dia uma idéia, a cada ano 365 delas. Assim, sem ansiedade, a empresa, com o empenho e envolvimento de seus funcionários, tem conseguido resultados que estão garantindo o seu crescimento frente ao mercado.

Mediante ao retorno de experiência proveniente destes dois grupos de trabalho, outros projetos, similares a estes, já foram lançados, e hoje compõem um grande movimento denominado TAGA (Trabalhar agora para garantir o amanhã). Este movimento é composto de vários grupos, que atuam em diversas áreas, com o objetivo de otimizar processos e reduzir custos, a partir do envolvimento efetivo de todos os funcionários da empresa: Atualmente cada funcionário deve fazer parte de pelo menos um grupo de trabalho.

Inicialmente a proposta desta dissertação era desenvolver um fluxo capaz de internalizar a operação de reciclagem, ou, no mínimo, agregar valor aos resíduos das autopeças descartadas do processo de fabricação. Porém, ao longo do trabalho, foram encontradas dificuldades na obtenção de informações das recicladoras, que atualmente são as empresas que realizam a operação de separação/valorização e reciclagem dos resíduos automotivos que são por elas comprados a baixíssimo custo em virtude do baixo valor agregado a resíduos não tratados, no caso, com materiais misturados.

Assim, como se preocupar só com a reciclagem não é suficiente para garantir a otimização dos fluxos de descarte de autopeças, este trabalho foi redirecionado e decidiu-se atuar desde o primeiro R, reduzir.

Em virtude do tempo disponível para a entrega desta dissertação, os trabalhos dos grupos ainda não foram concluídos, não sendo possível a demonstração final dos resultados financeiros, o que se aponta como proposta para continuação do atual trabalho. Além disso, propõe-se finalizar o estudo do fluxo para reciclagem interna destas autopeças e as possíveis parcerias com fornecedores da montadora.

Contudo, a Ecologia Industrial é realmente um tema amplo que, se bem planejado, pode representar uma grande oportunidade de ganho para as empresas, e deve ser estudado a fim de garantir a sustentabilidade, não só ambiental como também empresarial.

## BIBLIOGRAFIA

1. ALC (Automotive Learning Center), 2002, “Plastic Applications in Cars”.
2. ALLEMBY, B., 1999a, “Industrial Ecology: Policy Framework and Implementation”, AT&T, Prentice Hall, New Jersey, USA.
3. ALLENBY, B., 1999, “Culture and Industrial Ecology”, *Journal of Industrial Ecology*, v.3, n.1, pp.2-4.
4. ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos) (2006), “Os 50 anos da indústria automobilística brasileira”, São Paulo.
5. ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos) (2007), “Anuário da indústria automobilística brasileira”, São Paulo.
6. APC (American Plastic Council), 1999, “Plastic Vehicles: Making Inroads in the Automotive World”, April 1999.
7. AYRES, R., AYRES, L., 1996, “Industrial Ecology: Towards Closing the Materials Cycle”, Edward Elgar, Cheltenham, UK.
8. AYRES, R.U., 1995, “Life Cycle Analysis: a Critique”. *Resources Conservation and Recycling*, 14, pp.199-223.
9. CHEHEBE, J.B.R., 1998, “Análise do Ciclo de Vida de Produtos: Ferramenta Gerencial da ISO 14000”, Qualitymark, Rio de Janeiro.
10. CMA (CHEMICAL MANUFACTOTURERS ASSOCIATION), 1994, “Pollution Prevention in the Chemical Industry: A Progress Report (1988-1993)”, Chemical Manufacturers Association, Washington, DC.
11. COTÉ, R., COHEN-ROSENTHAL, E., 1998, “Designing Eco-Industrial Parks: a Synthesis of Some Experiences”. *Journal of Cleaner Production*, v.6, n.3-4, pp.181-188.

12. CURRAN, M.A., 1996, “Environmental Life-Cycle Assessment”, McGraw-Hill, New York.
13. DIRETIVA DA UNIÃO EUROPÉIA, 2000, “Final do Ciclo de Vida dos Veículos”.
14. EHRENFELD, J., FERRÃO, P., Reis, I., 2002, “Tools to Support Innovation of Sustainable Product Systems, Knowledge for Inclusive Development, Intl. Series on Technology Policy and Innovation”, 417-433, IC2, University of Texas, USA, Lisbon, Quorum Books.
15. ENERGETICS, 2000, “Energy and environmental profile of the U.S. Iron and Steel Industry”, Prepared for DOE (U.S. Department of Energy), Office of Industrial Technologies, Columbia, MA.
16. EPA (U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY), 1993, “Life-Cycle Assessment: Inventory Guidelines and Principles”, EPA Report no. EPA/600/R-92/245, USEPA, Office of Research and Development, Washington, D.C.
17. EPA (U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY), 1994, “Pollution Prevention in Iron and Steel Industry”. US EPA, Office of Research and Development, Washington, D.C.
18. ERKMAN, S., 1997, “Industrial Ecology: an Historical Overview”, *Journal of Cleaner Production*, v.5, n.1-2, pp.1-10.
19. EUROSTAT, 2000, “Economy-wide Material Flow Accounts and Derived Indicators – A Methodological Guide”, Luxemburg.
20. GOMES, D., MEDINA, H., 2003, “Reciclagem de Automóveis: Estratégias, Práticas e Perspectivas”, Série Tecnologia Mineral, CETEM, Nº 27, 60p., Brasil.

21. GRAEDEL, T. e ALLEMBY, B., 1995, “Industrial Ecology”, AT&T, Prentice Hall, 412 pp, New Jersey, USA.
22. HEMAIS, C., 2003, “Polímeros e a Indústria Automobilística”, série Polímeros vol. 13, Nº2 São Carlos, Junho 2003.
23. IFIAS – International Federation of Institutes of Advanced Study, 1974, *Energy Analysis*. IFIAS, Report n.6.
24. KIPERSTOK, A., et al., 2002, “Prevenção da Poluição – Tecnologias e Gestão Ambiental”, Brasília DF, SENAI / DN.
25. LÖBACH, B., 2001, “Design Industrial: Bases para a Configuração dos Produtos Industriais”, Ed. Edgard Bneher Ltda., Rio de Janeiro, RJ.
26. MANZINI, E., VEZZOLI, C., 2002. “O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis”, São Paulo, Ed. USP.
27. MARGOLIN, W., BERNANDER, R., 2004, “How do Prokaryotic Cells Cycle?”, University of Texas, Houston, USA.
28. MATTHEWS, E., AMANN, C., BRINGEZU, S., et al., 2000, “The Weight of Nations – Materials Outflows from Industrial Economies”, World Resources Institute, Washington, D.C., USA.
29. MEDINA, H. V., 2001, “Inovação em Materiais na Indústria Automobilística”, Série Estudos e Rochas e Minerais Industriais CETEM, Nº 48, pp. 12-23, Brasil.
30. MEDINA, H., 2005, “A Análise do Ciclo de Vida Aplicada a Pesquisa e Desenvolvimento de Ecomateriais no Brasil”, CETEM, RJ, Brasil.
31. MGL (MASSACHUSSETTS GENERAL LAWS), 1991, “Massachussetts Toxics Use Reduction”, Act. Chapter 211, Julho.

32. MORIGUCHI, Y., 2000, "Industrial Ecology in Japan", *Journal of Industrial Ecology*, v.4, n.1, pp.7-9.
33. NAVEIRO, R. M., MEDINA, H. V., PACHECO, E.B.A.V., 2005, "Ecodesign: O Desenvolvimento de Projetos de Produto Orientado para Reciclagem".
34. NAVEIRO, R., HATSCHBACH, R., 2003, "Panorama da Reciclabilidade de Componentes no Setor Automobilístico", XXIII ENEGEP, Ouro Preto, MG, Brasil.
35. NORMA PSA PEUGEOT CITRËN, 2005, "Norma B20 0200: Veículos em Fim de Vida".
36. OLDENBURG, K., GEISER, K., 1997, "Pollution Prevention and/or Industrial Ecology", *Journal of Cleaner Production*, v.5, n.1-2, pp. 103-108.
37. PEEREMBOOM, E., Kleijn, R., Lemkowitz, S., et al., 1999, "Influence of Inventory Data Sets on Life-Cycle Assessment Results: A Case Study on PVC", in *Journal of Industrial Ecology*, vol 2, n° 3, pp 109-130.
38. PSA PEUGEOT CITROËN, 2007, "Annuaire PSA 2007".
39. SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry), 1993, "Guidelines for Life-Cycle Assessment: A Code of Practice, SETAC, Pensacola, FL.
40. SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry), 1994, "Life-Cycle Assessment Data Quality: A Conceptual Framework", SETAC, Pensacola, FL.
41. SOCOLOW, R., Thomas, V., 1997, "The Industrial ecology of Lead and Electric Vehicles". *Journal of Industrial Ecology*, v.1, n.1.
42. SUMMER, 1999, "A Material for Choice for the Automotive Industry", APME (Association of Plastic Manufacturers in Europe).

43. U.S. CONGRESS, 1990, Pollution Prevention Act of 1990, USC 42, Section 13106, Washington, D.C.
  
44. U.S. CONGRESS, 1992, “Managing Industrial Solid Wastes From Manufacturing, Mining, Oil and Gas Production, and Utility Coal Combustion”, Office of Technology Assessment, OTA-BP-O-82, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
  
45. VAN BERKEL, R., LAFLEUR, M. (1997), “Application of an Industrial Ecology Toolbox for the Introduction of Industrial Ecology in Enterprises - II”, *Journal of Cleaner Production*, v.5, n.1-2, pp.27-37.

## ANEXO I: NORMA PSA B020 0200

PSA PEUGEOT CITROËN

PSA PEUGEOT - CITROËN

Normes véhicules

**B20 0200**

### VHU PRESCRIPTIONS EN VUE DU RECYCLAGE

Page 1/7

**Sans restriction d'utilisation**

#### AVANT-PROPOS

*En tant que norme expérimentale, ce document applicable est soumis à observations pour une durée de **2 mois**. Sans observation reçue avant le **30/09/2005** à l'adresse : [normesExp@mpsa.com](mailto:normesExp@mpsa.com) le contenu de ce document sera confirmé.*

Rédacteur		Vérificateur		Approbateur	
P. TONNELIER DMOV/IMT/MXP/EMR		S. RICHET DMOV/IMT/MXP/EMR		B. COSTECALDE DMOV/IMT/MXP/EMR	
Date	Signature	Date	Signature	Date	Signature
27/06/2005		27/06/2005		27/06/2005	

VHU - PRESCRIPTIONS EN VUE DU RECYCLAGE	B20 0200	2/7
-----------------------------------------	----------	-----

## HISTORIQUE

Indice	Date	Nature des modifications
OR	01/06/1994	CREATION DE LA NORME.
A	14/10/1997	REPRISE SOUS IDEM.
B	04/07/2005	REFONTE COMPLETE DE LA NORME

## INTERVENANTS

Les personnes suivantes ont participé à la rédaction et à la vérification de cette Norme :

**DMOV/IMT/MXP/EMR** Georges COLBOC, Laurent SARABANDO

**DMFV/RHN/NCF** Pierrick SELLIER

## SOMMAIRE

1. OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION	3
2. DOCUMENTS DE REFERENCE	3
2.1. NORMES	3
2.2. REGLEMENTATION	3
2.3. EXPRESSION SUR DOCUMENTS	3
3. TERMINOLOGIE ET DEFINITION	3
4. EXIGENCES	4
4.1. RESTRICTION D'USAGE DU PLOMB, MERCURE, CADMIUM ET CHROME VI	4
4.2. APTITUDE AU RECYCLAGE ET A LA VALORISATION	4
4.3. DÉPOLLUTION DU VÉHICULE EN FIN DE VIE	5
4.4. MARQUAGE MATIÈRES DES COMPOSANTS PLASTIQUES ET ÉLASTOMÈRES	6
4.5. UTILISATION DE MATIÈRES RECYCLÉES	7

## PSA PEUGEOT - CITROËN

VHU - PRESCRIPTIONS EN VUE DU RECYCLAGE	B20 0200	3/7
-----------------------------------------	----------	-----

### 1.OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente norme a pour objet de s'assurer de la prise en compte, lors de la conception des véhicules, de l'ensemble des exigences issues de la directive européenne CE 2000/53 relative aux Véhicules Hors d'Usage (VHU). Cette norme rappelle ces différentes exigences et l'ensemble des documents et actions devant être mis en œuvre afin de respecter ces exigences.

Objectif : Assurer le respect des exigences réglementaires et des exigences spécifiques par le Groupe PSA PEUGEOT CITROEN en terme de recyclage.

### 2.DOCUMENTS DE REFERENCE

#### 2.1.NORMES

A12 5500	Véhicules hors d'usage (VHU) - Données de composition masses matières et substances des pièces
A12 5510	Véhicules hors d'usage (VHU) - Aptitude à la dépollution du véhicule
A12 5550	Véhicules hors d'usage (VHU) - Gestion des substances dangereuses
B20 0250	Matières réglementées restrictions d'usage dans le groupe PSA PEUGEOT CITROEN
B20 1315	Fournitures de pièces en plastiques, marquage d'identification des matières en vue du recyclage
B20 1415	Fournitures de pièces en caoutchoucs, marquage d'identification des matières en vue du recyclage
B37 1500	Sacs gonflables neutralisation des fonctions pyrotechniques en fin de vie du véhicule
ISO 22628	Véhicules routiers - Recyclabilité et récupérabilité - Méthodes de calcul

#### 2.2.REGLEMENTATION

CE 2000/53	Directive Européenne sur le traitement des véhicules hors d'usage
2002/525/CE	Amendement à l'annexe 2 de la Directive CE 2000/53
2003/138/CE	Décision de la Commission en application de la Directive CE 2000/53
Directive RRR	Directive Européenne sur l'homologation des véhicules au regard de leur ré-utilisation, recyclabilité et valorisabilité (en cours de vote, parution prévu second semestre 2005)

#### 2.3.EXPRESSION SUR DOCUMENTS

Sans objet

### 3.TERMINOLOGIE ET DEFINITION

Un dictionnaire (glossaire) des principaux termes et leurs définitions utilisés au sein de la Direction des Plates-formes, des Techniques et des Achats est consultable en interne via le glossaire DPTA (Nectar : <http://nectar.inetpsa.com>). Ce glossaire est progressivement enrichi.

VHU - PRESCRIPTIONS EN VUE DU RECYCLAGE	B20 0200	4/7
-----------------------------------------	----------	-----

## 4.EXIGENCES

### 4.1.RESTRICTION D'USAGE DU PLOMB, MERCURE, CADMIUM ET CHROME VI

- **Exigence**

Depuis le 1er juillet 2003, les véhicules commercialisés doivent être exempts de cadmium (Cd), de plomb (Pb), de mercure (Hg) et de chrome hexavalent (CrVI), sauf dérogations listées dans l'annexe 2 de la directive (Décision 2002/525/CE).

De plus, depuis le 1er janvier 2005, une « self certification métaux lourds » doit être délivrée par les constructeurs automobiles aux autorités françaises pour toute nouvelle homologation ou toute mise à jour du dossier d'homologation. A terme, cette exigence sera incluse dans la Directive RRR en cours de vote.

**Nota :**

- Selon l'article 4.2.a de la Directive Européenne CE 2000/53
- Selon l'amendement à l'annexe 2 2002/525/CE
- Selon l'arrêté français du 24 décembre 2004
- Selon le projet de Directive RRR

- **Procédure**

Afin de s'assurer de la conformité de toutes **les pièces ou matières** développées sur nos véhicules et organes après le 1<sup>er</sup> juillet 2003, des certificats de conformité sont demandés aux fournisseurs conformément aux exigences décrites dans la norme **B20 0250** et conformément à la procédure décrite dans la norme **A12 5550**.

Dans le cadre des nouveaux projets véhicules ou organes, les certificats de conformité doivent être obtenus au plus tard au PRSHL1 (PRé-Série Hors Ligne 1).

**Remarque :** pour les pièces et matériaux en production au 1<sup>er</sup> juillet 2003, des attestations ont déjà été demandées à tous les fournisseurs série garantissant la conformité de toutes les pièces et matières livrées à cette date.

**Nota :**

- Conformément à la norme A12 5550
- Conformément à la norme B20 0250

### 4.2.APTITUDE AU RECYCLAGE ET A LA VALORISATION

- **Exigence**

Le véhicule doit être valorisable à 95 % en masse, et recyclable / réutilisable à 85 % en masse, en vue de son homologation.

Cette homologation, décrite dans le projet de Directive RRR, rentrera en vigueur 36 mois après la date de publication de la directive pour les nouveaux véhicules (homologation Nouveau Type) et 54 mois après la date de publication pour les véhicules déjà en série (homologation Tout Type).

**Nota :**

- Selon article 7.4 de la Directive Européenne CE 2000/53
- Selon le projet de Directive RRR

VHU - PRESCRIPTIONS EN VUE DU RECYCLAGE	B20 0200	5/7
-----------------------------------------	----------	-----

- **Procédure**

La mesure des objectifs de valorisation fait l'objet d'un calcul suivant la norme ISO 22628 sur la base d'un bilan masses / matières exhaustif du véhicule.

Pour ce faire, chaque pièce constituant le véhicule doit être renseignée en masse et en matière.

Le renseignement des données masses / matières suit le processus défini dans la norme A12 5500 « Véhicules hors d'usage (VHU), données de composition masses matières et substances des pièces » :

1. Le chargé de développement / de projet de la pièce renseignée, dans le cas d'une pièce interne, ou fait renseigner par le fournisseur, dans le cas d'une pièce achetée, les informations masses et matières pour le PRSHL1 au plus tard ;
2. La mise à jour des pièces série achetées non encore renseignées est piloté par la DA ;
3. En cas de modification de la définition d'une pièce impactant la composition masse / matière, ces informations doivent être mises à jour par l'acteur responsable de son officialisation.

Le service Recyclage (MXP/EMR/RECY) réalise ensuite le calcul de recyclabilité pour l'homologation du véhicule sur la base de l'ensemble des renseignements masses et matières obtenus et validés par les chargés de développement. Le résultat du calcul est fourni à RHN pour la préparation du dossier d'homologation du véhicule.

**Nota :**

- Conformément à la norme A12 5500
- Selon la norme de calcul ISO 22628

#### 4.3.DEPOLLUTION DU VEHICULE EN FIN DE VIE

- **Exigence**

Afin de limiter les impacts sur l'environnement, tous les véhicules en fin de vie doivent être dépollués avant toute autre opération de traitement.

Tous les éléments à dépolluer lors de la fin de vie du véhicule doivent donc pouvoir être traités, que ce soit par démontage, neutralisation ou extraction. Au final, la dépollution du véhicule doit obligatoirement être possible.

Les éléments et opérations de dépollution sont décrits dans l'annexe 1, point 3 de la Directive CE 2000/53 :

- retrait des batteries et des réservoirs de gaz liquéfié,
- retrait ou neutralisation des composants susceptibles d'exploser [par exemple, coussins gonflables de sécurité (air-bags)],
- retrait, collecte et stockage séparés des carburants, des huiles de carter, des huiles de transmission, des huiles de boîte de vitesse, des huiles hydrauliques, des liquides de refroidissement, de l'antigel, des liquides de frein et des fluides de circuits d'air conditionné ainsi que de tout autre fluide présent dans le véhicule hors d'usage, à moins qu'ils ne soient nécessaires pour la réutilisation des parties concernées, retrait, dans la mesure du possible, de tous les composants recensés comme contenant du mercure.

De plus, les composants ou matériaux contenant l'un des quatre métaux lourds étiquetés ou rendus identifiables conformément à l'annexe 2 de la Directive CE 2000/53, sont également retirés avant tout autre traitement.

**Nota :**

- Selon l'article 6.3 et l'annexe 1 de la Directive Européenne CE 2000/53
- Selon l'amendement de l'annexe 2, Décision 2002/525/CE
- Conformément à la norme B20 0250

VHU - PRESCRIPTIONS EN VUE DU RECYCLAGE	B20 0200	6/7
-----------------------------------------	----------	-----

- **Procédure**

Afin de s'assurer de l'aptitude à la dépollution de tous les éléments concernés, les composants qui sont obligatoirement dépolluables font l'objet d'une fiche de dépollution, de responsabilité projet. Le chargé de développement de l'élément doit concevoir sa pièce afin de permettre sa dépollution et doit préciser dans la fiche de dépollution les informations prouvant l'aptitude à la dépollution de son élément, conformément à la norme A12 5510.

La fiche de dépollution dûment complétée doit être transmise pour le PRSHL1 du véhicule au service Recyclage (DMOV/IMT/MXP/EMR).

L'ensemble des fiches de dépollution de tous les éléments fera l'objet d'une synthèse à travers un dossier de validation rédigé par le Service Recyclage attestant de l'aptitude à la dépollution du véhicule. De plus, ces informations seront transmises aux marques Peugeot et Citroën pour la réalisation des gammes de dépollution / démontage mises à disposition des opérateurs de traitement des VHU (exigence de la directive CE 2000/53).

**Nota :**

- Conformément à la norme A12 5510
- Selon la norme B37 1500

#### 4.4.MARQUAGE MATIERES DES COMPOSANTS PLASTIQUES ET ELASTOMERES

- **Exigence**

Les composants en matériaux plastiques et élastomères doivent bénéficier d'un marquage matière afin de faciliter l'identification des composants et des matériaux réutilisables et valorisables en fin de vie.

La Décision 2003/138/CE précise que cette exigence réglementaire de marquage matière s'applique aux pièces plastiques de plus de 100g et aux pièces élastomères de plus de 200g. Afin d'assurer une traçabilité de l'ensemble des pièces plastique et élastomères, PSA PEUGEOT CITROEN a choisi d'exiger un marquage matières sur tous les composants en matériaux plastiques et élastomères.

L'exigence de marquage matière sera à terme incluse dans la Directive RRR en cours de vote et fera donc l'objet d'un audit de procédure par l'UTAC.

**Nota :**

- Selon l'article 8.1 de la Directive Européenne CE 2000/53
- Selon Décision de la Commission 2003/138/CE
- Selon le projet de Directive RRR
- Selon l'arrêté français du 24 décembre 2004

- **Procédure**

Afin de s'assurer de la conformité du marquage matière :

- Les pièces en matière plastique doivent être marquées suivant la norme **B20 1315**.
- Les pièces en élastomère doivent être marquées selon **B20 1415**.

La vérification de ce marquage sera réalisée lors de la réception des échantillons initiaux (procédure en cours de validation).

**Nota :**

- Conformément aux normes B20 1315 et B20 1415

VHU - PRESCRIPTIONS EN VUE DU RECYCLAGE	B20 0200	7/7
-----------------------------------------	----------	-----

#### 4.5.UTILISATION DE MATIERES RECYCLEES

- **Exigence**

Les véhicules doivent utiliser une part croissante de matériaux recyclés.

De plus, conformément à l'article 17 du décret français 2003-727 (transcription de la directive 2000/53) chaque producteur, indique dans son bilan annuel d'activité, dans la documentation promotionnelle publiée lors de la mise sur le marché des nouveaux véhicules et dans tout autre document approprié destiné au public, entre autre, le pourcentage de matériaux recyclés intégrés aux véhicules et les actions engagées pour accroître la part de ces matériaux dans les véhicules.

**Nota :**

- Selon l'article 8.2 de la Directive Européenne CE 2000/53
- Selon l'article 17 du décret 2003-727

- **Procédure**

Les applications en matières recyclées possibles à iso coût et iso cahiers de charges sont effectuées et communiquées par chaque ZTC au métier Recyclage.

Une synthèse de l'utilisation de matières recyclées est réalisée pour le Jalon J6 par le service Recyclage à partir des informations déclarées par les métiers et les fournisseurs selon la norme **A12 5500**.

**Nota :**

- Conformément à la norme A12 5500