

## **Ecodesign : O desenvolvimento de projeto de produto orientado para reciclagem**

*Naveiro, R. M.<sup>(1)</sup> , Pacheco, E.B.A.V.<sup>(2)</sup> , Medina H. de V.<sup>(3)</sup>*

(1) Engenharia de Produção, COPPE,  
Universidade Federal do Rio de Janeiro, e-mail: ricardo@pep.ufrj.br

(2) Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano,

Universidade Federal do Rio de Janeiro, e-mail: elen@ima.ufrj.br

(3) Centro de Tecnologia Mineral, e-mail: hmedina@cetem.gov.br

### **RESUMO**

Projeto orientado para a reciclagem (DFR, *Design for Recycling*) significa pensar desde a concepção inicial como o produto será reciclado ao fim de sua vida. Isso significa selecionar materiais e processos de produção de menor impacto ambiental e que facilitem a desmontagem do produto para reciclagem e recuperação dos materiais e da energia nele contidos. Em outras palavras é projetar dentro dos princípios básicos da Eco-eficiência que conjuga desempenho econômico e ambiental. O Eco-design é exatamente a expressão sucinta desses princípios e consiste em projetar ou conceber produtos de forma mais ecológica possível.

Atualmente os exemplos de aplicação desses princípios já se multiplicam pelos produtos de diversos setores industriais. Vão desde aviões e automóveis até eletrodomésticos e pneus. Muitos desses produtos podem ser fabricados de plásticos, porém entre outros materiais, são os que melhores resultados têm obtidos no aumento de sua reciclabilidade. Hoje, eles se apresentam como solução de engenharia para inúmeras aplicações possíveis sem as restrições iniciais que se faziam ao seu descarte final. Os plásticos podem ser biodegradáveis, recicláveis de diversas formas e formar compósitos.

Este artigo apresenta e discute a evolução dos métodos e técnicas de projeto no sentido da incorporação de critérios ambientais. Mostra, ainda, a importância da reciclagem dentre esses critérios e da reciclabilidade como um parâmetro para seleção de materiais e analisa o eco-design praticado e difundido de forma crescente na atividade de projeto de produtos industriais.

### **1. INTRODUÇÃO**

Nas últimas duas décadas, as novas formas de gestão global de projeto, os novos métodos de desenvolvimento de produtos em engenharia simultânea e o recurso a técnicas informatizadas ampliaram as fronteiras da atividade de projeto permitindo a incorporação contínua e crescente de critérios ambientais. A aceitação ambiental de um produto é a marca do novo século, e as questões como reciclabilidade, toxicidade dos materiais e menor consumo global de energia passaram a fazer parte da estratégia competitiva das empresas e a integrar o projeto de produtos desde o *design* e da seleção dos materiais, ainda na fase chamada de pre-projeto. Nesse sentido, engenheiros de projeto e *designers* vêm trabalhando dentro dos princípios *Design for the Environment* - DFE, *Design for Recycling* - DFR ou *Design for Disassembling* - DFD, significando que todas as considerações ambientais são parte integrante do projeto do produto.

O *eco-design* é exatamente a expressão sucinta desses princípios e consiste em projetar ou conceber produtos de forma mais ecológica possível. Representa a consolidação da cultura da racionalidade numa empresa, que passa a gerar produtos concebidos à luz da ecoeficiência, da adoção de tecnologias limpas e da prevenção à geração de resíduos. Portanto, o *eco-design* assegura que um produto seja proveniente do uso mais racional possível de energia, de água e

matérias-primas, e pode incluir até estudos sobre biodegradação e(ou) reciclagem de resíduos de processos de produção e de produtos em fim de vida.

O projeto orientado para a reciclagem (*Design for Recycling* - DFR) significa pensar desde a concepção inicial como o produto será reciclado ao fim de sua vida; selecionando materiais e processos de produção que facilitem a desmontagem do produto e a recuperação dos materiais e da energia nele contidos. Em outras palavras, trata-se de projetar dentro dos princípios básicos da eco-eficiência que conjuga desempenho econômico e ambiental. O conceito de eco-eficiência vem sendo adotado por empresas do mundo inteiro, no intuito de mostrar que seus sistemas de produção, produtos e serviços têm performances econômica e ambiental corretas. Nesse sentido, a empresa minimiza o consumo de matérias-primas primárias e substituindo-as por matérias primas secundárias, concentra esforços em pesquisas para diminuir a toxicidade dos componentes de seus produtos e aumentar sua vida útil, além de buscar reduzir seu consumo industrial de energia elétrica.

Os plásticos apresentam-se como solução de engenharia para inúmeras aplicações sem as restrições que apresentavam há cerca de 10 anos atrás. Eles são recicláveis e também encontram aplicações entre os biomateriais.

Nesse contexto é importante também dizer que, desde a última década do século XX, a atividade de projeto não só foi ampliada, mas também se tornou mais complexa e com múltiplas especialidades, integrando diversas competências que exigem um sistema de coordenação global dessas diversas competências assim como das informações a elas associadas.

Em face da evolução da atividade de projeto e a regulamentação ambiental crescentemente restritiva, o início do novo século se apresenta, assim, para a atividade industrial como um momento crucial para a integração definitiva da questão ambiental nas estratégias competitiva e produtiva das empresas, como será visto pelos exemplos recentes das novas práticas no setor automotivo e de materiais plásticos. Conceber produtos e processos de produção ambientalmente sustentáveis sem perder competitividade é o grande desafio. Desde os anos 90, programas de gestão ambiental mais amplos, incorporando desde a adoção de tecnologias limpas até programas de reciclagem, vem sendo estabelecidos pelas grandes empresas nos moldes dos programas de gestão da qualidade dos anos 80. Assim, a certificação ambiental (ISO 14000) vem se somando à certificação de qualidade (ISO 9000) como parte de um processo de normatização e regulamentação ambiental que vem se tornando cada vez mais estrito em termos de exigências técnicas e global em termos de mercado.

Na Europa, por exemplo, a Comissão Européia publicou em 2001 o chamado “Livro Verde” pertencente as Políticas Integradas de Produtos – PIP, cujo objetivo principal é favorecer a emergência e crescimento de um mercado europeu para “produtos verdes”. Na França o Ministério do Meio Ambiente e a Agência do Meio Ambiente e Energia – ADEME - trabalham a mais de quinze anos na promoção e difusão do uso da Análise de Ciclo de Vida nos projetos de produtos e serviços industriais.

É certo que alguns setores, tanto pelo lado da contribuição das novas técnicas de projeto como pelo lado da pressão normativa e reguladora da legislação, avançaram mais do que outros. Estão, hoje, na chamada linha de frente da eco-concepção, os setores automobilístico, elétrico-eletrônico e de embalagens. Do ponto de vista dos materiais, pode-se dizer que foram os plásticos que mais se desenvolveram nesse sentido tanto reduzindo a toxicidade quanto aumentando sua reciclabilidade e sua valorização energética em produtos em fim de vida. Ou seja, muitos plásticos fazem parte dos chamados eco-materiais que são materiais concebidos sem substâncias tóxicas e de forma a serem biodegradáveis e ou recicláveis.

## 2. O ECO-DESIGN NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

Sob pressão de uma legislação ambiental que se amplifica, desde emissões veiculares à reciclagem de veículos em fim de vida, e de normas técnicas que evoluem não apenas no sentido da proteção do meio ambiente, mas também da saúde humana - interdição de substâncias tóxicas, controle e tratamento de rejeitos e emissões industriais - a indústria automobilística vem fazendo avanços significativos nos campos da pesquisa, da produção e do projeto orientados para o meio ambiente. As montadoras começaram a usar a análise de ciclo de vida como apoio a seleção de materiais e vem, mais ou menos de forma sistemática, introduzindo a reciclabilidade como critério de escolha entre alternativas técnicas equivalentes. Assim os novos modelos consomem menos materiais e combustíveis, emitem menos gases responsáveis pelo efeito estufa e são mais seguros e recicláveis. Esses resultados vêm sendo obtidos com a participação direta dos produtores de materiais automotivos e autopeças, o que propicia uma rápida e ampla difusão das inovações obtidas, pois esses produtores são fornecedores comuns a várias montadoras. Pode-se dizer que as montadoras são hoje as coordenadoras da eco-concepção, que inclui desde o *design* inicial até a reciclagem dos veículos em fim de vida. Esses novos modelos são chamados “veículos verdes” à zero emissão (elétricos ou a célula combustível) ou 95% recicláveis. Os resultados dessa nova forma de projetar que integra variáveis ambientais desde o início do projeto do produto.

Mas até que as exigências das legislações ambientais sejam traduzidas em critérios técnicos a serem incorporados ao projeto de novos automóveis é necessário um trabalho contínuo de equipes de apoio ao projeto compostas por especialistas de diversas áreas que atuam interna e externamente às montadoras. Exemplo atual desse esforço é o caso dos membros do projeto *Eco-design Interactive Tool – EDIT* - coordenado pela Federação Francesa de Plásturgia, que visa criar ferramentas de eco-concepção específicas para o setor automobilístico, tais como um *software* que rastreia as substâncias contidas nas auto-peças ao longo de todo seu ciclo de vida permitindo uma melhor valorização via reciclagem ao fim de sua vida útil. (Abrassart e Aggeri 2002, pp.12).

Um outro exemplo no setor automobilístico, desta vez ligado a uma montadora, é o *software Overseas Project for Economic Recycling Analysis – OPERA* - utilizado pela Renault, e alguns de seus fornecedores, para analisar os fatores que afetam a reciclabilidade de uma peça ou de um material. O depoimento de Jorôme Vidalie da empresa de plástico francesa INOPLAST dá um testemunho do pionerismo e liderança da Renault em matéria de coordenação de um programa voltado para eco-concepção junto a seus fornecedores. “Enquanto outras montadoras nos pedem informações sobre substâncias tóxicas ou nocivas contidas nessa ou naquela peça a Renault vai mais longe e entra no domínio da eco-concepção.”... “já fazem seis meses que estamos utilizando o software deles (OPERA) em fase de observação para que possamos estabelecer uma base de dados sobre as diferentes soluções (alternativas para composição de materiais plásticos). Pode-se imaginar que no futuro, os critérios ambientais serão determinantes, se bem que atualmente os critérios econômicos e de qualidade continuam sendo decisivos.”.

Além do auxílio da informática a eco-concepção ou *eco-design* conta ainda com um trabalho sistemático de análise dos materiais e dos processos de montagem no sentido do estabelecimento de parâmetros e normas técnicas para que os critérios ambientais estejam

presentes nas diversas fases dos projetos. Esse trabalho começou na Renault há cerca de dez anos atrás.

Pesquisadores do Centro de Sociologia da Inovação da Ecole de Mines de Paris, como Aggeri et Hatchuel (1995, 1997 e 1998), acompanharam e analisaram esse processo na Renault desde o início dos anos 90. Mais precisamente eles participaram do nascimento do projeto *Recyclage* na sequência do Acordo Geral assinado entre as montadoras francesas em 1993 (l'Acord Cadre) em prol da redução dos impactos ambientais do automóvel, mesmo antes dos anos 1990 quando a Renault começou a trabalhar sistematicamente sobre o conceito do automóvel reciclável. Em outras palavras, o *eco-design* hoje praticado pela empresa, como vamos mostrar no exemplo do Modus seu último lançamento, teve suas bases estabelecidas há mais de uma década.

Para integrar o fator reciclabilidade nos seus projetos, a Renault passou por diversas fases. Inicialmente, foram criados grupos de estudo especiais sobre meio-ambiente e reciclagem na Diretoria de Estudos do Technocentre. Depois esses grupos se desdobraram por áreas nas diversas diretorias técnicas envolvidas nas atividades de projeto até encontrar seu lugar atual na Diretoria de Engenharia de Materiais, responsável técnica e politicamente pela seleção, reciclagem e validação de materiais. Como resultado dos diferentes grupos de estudo, foram sendo gerados diversos dispositivos de gestão tais como um guia de preconizações técnicas para concepção orientada por questões ambientais centrais ao automóvel como as emissões de gases e o grande consumo de materiais não renováveis. Em seguida, essas preconizações geraram normas técnicas como a 00-10-060 de 1998 sobre a concepção orientada para a reciclagem, em 2000 o estabelecimento do Programa sobre Gestão do Ciclo de Vida do Automóvel até chegar ao estágio atual, no qual pode-se dizer que a empresa está efetivamente implantando a eco-concepção em seus projetos de novos modelos e em parceria com a empresa japonesa Nissan, controlada pelo grupo, como será visto a seguir no exemplo do Modus.

De fato *eco-design* ou “*eco-conception*”, em francês, é resultado de um processo de incorporação crescente de variáveis ambientais nas diversas fases do projeto do automóvel não só através do desenvolvimento de *softwares* específicos, mas principalmente como resultado de uma mudança cultural e política ligada a estratégia de inovação das montadoras. Assim de uma forma ou de outra, todos os modelos reprojetados anualmente incorporam inovações ambientais importantes dentre outros avanços, notadamente ligados a substituição e(ou) evolução dos materiais. Pode-se citar como exemplos o projeto do Novo Clio (Clio II), cujo painel de bordo sofreu uma simplificação de sua composição inicial a 8 tipos de plásticos diferente para apenas 2 tipos, aumentando sensivelmente a reciclabilidade do veículo.

Contudo a reciclagem de plásticos, material que vem crescendo na composição do automóvel, desde sua introdução nos anos 70, hoje não é uma realidade simples, pois envolve separação de elementos nem sempre compatíveis ou fáceis de separar. A complexidade crescente dos plásticos de engenharia, resultado de sua evolução tecnológica, exigiu um esforço de pesquisa redobrado para o desenvolvimento de processos de reciclagem que não degradasse a qualidade do material recuperado. Em uma entrevista à Revue R&D Renault (Nº 17 de julho de 2000, pp.52), Edouard Joly afirma que para serem reutilizados no automóvel os materiais provenientes de processos de reciclagem devem atender a exigências de desempenho físico e mecânico bastante rígidas. Contudo, essa reutilização tem crescido graças ao desenvolvimento pela indústria química de processos de separação e reciclagem mais seguros em termos de qualidade do material recuperado. Exemplo disso são os para-choques do Megane da Renault, fornecidos pela Ominium Plastics, que desde 1995 eram tecnicamente recicláveis, mas apenas a partir de 2000 passaram a ser efetivamente reciclados. São introduzidos cerca de 35% pára-choques pós-consumidos na produção de novos;

evidentemente após passarem por testes de validação que os tornaram aceitáveis pela montadora.

Contudo, essa transição entre o projeto como uma atividade eminentemente técnico-econômica e a concepção tradicional, para um processo de desenvolvimento de um produto com responsabilidade social, eco-concepção, é um processo complexo e amplo que exige um envolvimento direto de toda a cadeia produtiva do automóvel. Essa cadeia envolve desde os fornecedores diretos da indústria de materiais automotivos e de autopeças até os fornecedores de setores complementares, como de material elétricos e eletrônicos, textil entre outros. Ou seja, a base de dados necessária à incorporação fatores ambientais, como reciclabilidade ou consumo energético aos parâmetros técnicos que orientam o projeto de um veículo, deve passar por uma análise de todo o ciclo de vida do automóvel.

Abrassart e Aggeri (2002), no estudo de caso que desenvolveram sobre a eco-concepção, ciclo de vida do produto e gestão ambiental, perguntaram aos atores da atividade de projeto de empresas se o acesso a uma base de informações completa seria suficiente para a transformação das práticas de projetar em prol da componente ambiental, por exemplo. A conclusão que tiraram foi que nem as informações nem os recursos da informática asseguram as mudanças técnicas e de comportamento necessária e(ou) esperadas. Na verdade, eles auxiliam a tomada de decisão ao longo do projeto e são condições necessárias mas não suficientes para que mudanças amplas, como a incorporação da questão ambiental, ocorram.

No nível da gestão do projeto, os casos onde em que essas mudanças não ocorreram foram classificados pelos mesmos autores em duas grandes categorias. A primeira seria de ordem estratégica como a falta de uma linha diretriz clara da parte da direção da empresa sobre a importância da relação “produto e meio ambiente”. A segunda seria de ordem técnica, onde estariam oscasos que ocorreram problemas de falta de compabilidade entre os *software* de eco-concepção e os recursos CAD (*Conception assistée par ordinateur* - CAO) utilizados no projeto de produto. Ou seja, falta de engajamento da direção e problemas de informática.

Além disso, há também problemas no nível técnico do desenvolvimento do produto propriamente dito, em que o avanço da reciclabilidade dos veículos, assim como o aumento da incorporação de material reciclado em novos veículos, encontra como principais obstáculos: o custo, a qualidade e a segurança, fatores fundamentais de decisão em tanto na seleção de materiais como em todas as fases do projeto.

Nesse sentido, um passo importante para melhorar a reciclabilidade do automóvel é facilitar a sua desmontagem, ou seja, pensar na desmontagem já no projeto, tanto no que diz respeito ao *design* das peças e sistemas, quanto em relação à seleção dos processos de fixação e montagem. A norma Renault Eco-concepção N° 010-060 é um exemplo de como recomendações técnicas desse tipo podem ser traduzidas em um indicador de reciclabilidade. O indicador da norma Renault foi construído com base em 11 critérios técnicos e econômicos que estão relacionados, entre outros, a fatores ligados à composição e custo dos materiais, à desmontabilidade dos diversos componentes e a logística reversa para as peças recicladas.

O mais importante dessa norma Renault é que ela é aplicada não só internamente, no desenvolvimento de novos projetos, seleção de materiais, e de processos de produção, como também é repassada aos fornecedores para que eles possam garantir a performance ambiental do novo veículo. O último projeto Renault, que utilizou amplamente esse conjunto de ferramentas de eco-concepção, foi o mini monoespaço Modus lançado em setembro/outubro de 2004 no Salão Internacional do Automóvel em Paris.

### 3. O EXEMPLO DA RENAULT : A ECO-CONCEPÇÃO DO MONOESPAÇO MODUS

O Modus pode ser considerado o primeiro veículo tipo monoespaço urbano, pois foi concebido dentro das dimensões do Clio, mas com 18 centímetros a mais de altura. Destinado a ocupar uma nova faixa de mercado: o segmento superior dos veículos urbanos. Dentro da linha Renault, ele é o “irmão menor” do Scenic e do Space. Mas, não é só no *design* que ele é pioneiro, ele é também o primeiro veículo produzido em uma plataforma conjunta Renault-Nissan e concebido segundo os princípios do DFR e DFD. Tudo nele foi pensado para favorecer a reciclagem de suas peças e partes do próprio veículo. Além disso, ele é o veículo que apresenta maior utilização de material plástico reciclado em seus componentes, cerca de 18 Kg contra cerca de 15 Kg do Mégane (2000) e 5 Kg do Clio (1998).

Os plásticos estão em segundo lugar, atrás dos metais, na composição média dos automóveis, com 12 a 15 % da massa total dos veículos. O polipropileno responde por 50% da categoria ou seja com cerca de 6 % do peso dos veículos. No caso do Modus, o peso do veículo é de 1150 Kg e os plásticos participam com cerca de 15% desse peso, ou seja, com cerca de 173 Kg, dos quais cerca de 10,5 % são provenientes de matéria prima secundária ou reciclada.

Segundo Robert Lassartesses (2004), responsável pela unidade de reciclagem da Diretoria de Engenharia de Materiais do Technocentre Renault, a estratégia da empresa é utilizar de forma crescente material plástico reciclado no automóvel favorecendo dentre eles o polipropileno (PP) para tornar economicamente rentável sua cadeia de reciclagem, garantindo assim a melhoria contínua do material reciclado, em consonância com a evolução tecnológica e de qualidade do automóvel como um todo.

A Renault acredita que essa seja a via mais segura para atender as exigências da Diretiva Européia sobre Reciclagem de veículos em fim de vida, e atingir os 10% que faltam para a taxa de reciclabilidade efetiva de 95% em 2015 incluindo reciclagem, reutilização e valorização energética (recuperação da energia contida nos materiais). Atualmente, o automóvel é reciclado entre 70 e 75% do seu peso, o que corresponde quase exatamente a sua parte metálica. A reciclagem de plásticos automotivos para fins automotivos não ultrapassa a casa de 1%, enquanto que a parte metálica é reincorporada ao automóvel em até 50%.

Ainda, segundo Lassartesses (2004), o objetivo da Renault é utilizar 50Kg de PP reciclado nos seus veículos, o que representara um mercado de consumo de 200.000 toneladas por ano. Para isso é preciso organizar essa cadeia de reciclagem de modo a garantir o abastecimento contínuo para uma produção em série como a do automóvel.

Pelo depoimento de Lassartesses a Renault parece ter superado o que Abrassart e Aggeri identificaram como principais problemas de ordem estratégica e técnica para a gestão de projetos orientada ao meio ambiente, ou seja, para uma prática efetiva da eco-concepção. Segundo ele na empresa os aspectos ligados à reciclagem participam dos projetos no mesmo nível que os relativos à segurança, à ergonomia, à insonorização etc... Os objetivos são estabelecidos de comum acordo com a direção do projeto e são detalhados por tipo de material e pela função por ele desempenhada nas diversas peças (para-choque, painel de bordo etc...). Esse trabalho de especificação técnica é realizado em parceria com os fornecedores e indicadores de convergência desses objetivos, que são apresentados a cada fase ao diretor do projeto. Todas as peças feitas de material reciclado passam por testes de controle e validação sob a responsabilidade do encarregado da Regulamentação, Segurança e Homologação da unidade de reciclagem da Diretoria de Engenharia de Materiais. Lassartesses, em entrevista a *Recyclage et Récupération Magazine* (Kerneis 2004 p. 10-11) salienta como exemplo da evolução da estratégia de reciclagem da Renault que segundo os

indicadores de reciclagem a rentabilidade da reciclabilidade nos veículos Renault melhorou 30% desde a primeira versão do Megane (anterior a atual) nas fases de desmontagem e despoluição que antecedem a reciclagem do automóvel em fim de vida.

O último veículo lançado pela Renault o Modus é o primto resultado dessa prática integrada de eco-concepção em todas as fases do projeto. Nesse veículo, as decisões quanto a materiais e processos foram tomadas levando-se em conta o perfil ambiental de cada solução técnica apresentada. Um sistema completo de informações sobre técnicas e materiais atualmente disponíveis, resultante de um trabalho constante de análise de ciclo de vida do automóvel e de seus componentes, forneceu as bases para que esse perfil fosse traçado. Na competição entre materiais e tecnologias de produção e montagem, foram sempre levados em consideração fatores como reciclabilidade, desmontabilidade assim como toxicidade das substâncias de tratamento de materiais e pintura. O resultado global foi um veículo com uma taxa de reciclabilidade de 95% e que ultrapassa a norma europeia quanto à redução da poluição acústica e das emissões.

Os exemplos que ilustram a evolução da eco-concepção praticada no projeto do Modus são diversos e vão desde a incorporação de 45% de PP reciclado em peças complexas como o painel de bordo e o uso, nas versões de luxo, de matérias primas renováveis como forração dos assentos em couro. Peças facilmente desmontáveis, como o porta luvas em forma de gaveta fácil, são feitas de PP reciclado e o forro não é colado, apenas encaixado, o que além de tudo facilita a limpeza, ou ainda os assentos cujos tecidos de revestimentos são fixos às espumas com velcros. Anteriormente, os tecidos eram colados e as espumas eram injetadas diretamente dentro das estruturas metálicas dos assentos, o que dificultava enormemente a desmontagem para reciclagem.

O Modus é produzido exclusivamente em Valladolid na Espanha. A escolha foi feita logo no início do projeto em 2001 e é a primeira vez que uma fábrica não francesa fica responsável pela industrialização completa de um modelo Renault. Ela foi escolhida entre outras razões por sua grande capacidade de produção (mais de 1350 veículos por dia) e pela rede de fornecedores dos modelos anteriormente ali produzidos Clio 2, e Megane 2 que são comuns ao Modus.

No projeto de industrialização do Modus, produzido na Espanha, foi elaborado um programa de proteção ao meio ambiente, para todas as fases do processo de produção, que inclui o tratamento de resíduos e o controle de emissões atmosféricas, reduz o consumo de água e de energia. Também, faz parte do programa a instalação de contêineres de coleta seletiva de diferentes materiais (plásticos, metais, papel etc) para posterior tratamento e reciclagem. O programa de gestão ambiental da fábrica levou a certificação ISO 14001

Na visita realizada à fábrica em 11 de janeiro de 2005, pode-se observar a execução desse programa implantado desde agosto de 2004. Observou-se ainda que as preocupações ambientais que levaram à prática da eco-concepção no projeto do Modus estendeu-se a sua industrialização.

#### **4. A EVOLUÇÃO DA RECICLABILIDADE DOS PLÁSTICOS**

No mundo atual, os plásticos são amplamente utilizados em embalagens, roupas, nos móveis, na construção civil, nas indústrias automobilística, elétrica e eletrônica e em muitas outras áreas. Possuem propriedades excelentes, como facilidade de transporte, apresentação estética e grande durabilidade. Podem ser rígidos ou flexíveis, leves e de fácil manipulação. Além dessas vantagens, no caso específico das embalagens plásticas, apresentam boas

características quanto à higiene, resistência ao ataque de insetos ou roedores e manutenção da qualidade do produto nelas contido.

Estudos realizados demonstram que esses são mais econômicos que seus materiais substitutivos. Contribuem para a economia de energia e preservação do meio ambiente. Como exemplo podemos citar o seu uso na fabricação de automóveis que leva à uma economia substancial de energia devido à diminuição do peso do mesmo. Com isso os carros passaram a consumir menos combustível e a lançar menos poluentes na atmosfera.

Em termos comparativos, a produção de 1000 sacos de supermercados de plástico consome energia elétrica equivalente a 32 kg de petróleo, enquanto a produção da mesma quantidade de sacos de papel consome o equivalente a 47 kg de petróleo. Tem-se portanto uma economia de 32% de energia elétrica quando utilizam-se os plásticos ao invés do papel para este tipo de embalagem.

Da mesma forma, também é observada uma maior economia quando comparadas as produções de 1000 garrafas de plásticos e de vidro. As garrafas plásticas consomem energia elétrica equivalente a 100 kg de petróleo para serem produzidas. No caso das garrafas feitas de vidro, o consumo passa a ser equivalente a 230 kg de petróleo. A economia nesse caso é de aproximadamente 57%.

Outra grande vantagem no uso de embalagens plásticas é que, por serem mais leves gasta-se menos combustível para transporta-las e tem-se, desta forma, não só a economia de combustível como também uma menor quantidade de gases são emitidos para a atmosfera, diminuindo portanto a poluição atmosférica. O calculo dessa economia pode ser obtido a partir de um caminhão com um carregamento de água mineral em garrafas de vidro; o veículo transporta 57% de água e 43% de vidro em peso. Se forem utilizadas garrafas plásticas, passará a transportar 93% de água e 7% de plástico, portanto, 63% a mais de água. O uso de embalagens plásticas representa uma economia de combustível de 39% e a poluição do ar, causada pelo escapamento de gases dos veículos, diminui na mesma proporção.

Apesar dos plásticos oferecerem todas estas vantagens ao meio ambiente, o homem não os manuseia da forma correta. Depois de usá-los, descarta-os aleatoriamente causando sérios problemas ambientais.

A reciclagem é uma forma de disposição ecologicamente correta. Os plásticos podem ser submetidos a três formas de reciclagem: mecânica, química e energética. Na reciclagem mecânica, o material é submetido a processos mecânicos (ex.: lavagem, moagem e extrusão), onde, normalmente, ocorre uma transformação em um artefato de propriedades inferiores ao que lhe deu origem. Na reciclagem química, há recuperação da matéria-prima (monômeros e/ou oligômeros) que lhe originou e na energética, a energia proveniente da incineração é utilizada para diversos fins.

Garantir o destino adequado ao lixo é um dos grandes desafios da sociedade para atingir o desenvolvimento sustentável. A reciclagem diminui a quantidade dos resíduos no aterro e, também daqueles descartados aleatoriamente no meio ambiente, portanto implica na redução dos problemas como propagação de doenças, contaminação do solo, ar e água e mau cheiro<sup>(2)</sup>. A conservação dos recursos naturais não renováveis como o petróleo, principal matéria-prima do plástico, é um benefício importante gerado a partir da reciclagem. Atualmente, o plástico e o papel são os principais componentes do lixo.

As poliolefinas (polietileno de alta e baixa densidade e o polipropileno) e o poli(tereftalato de etileno) são os plásticos mais presentes nos resíduos sólidos, pois são os mais utilizados para embalagens. Sabe-se que a grande maioria dos plásticos destinados a fabricação de embalagens tem um período de vida muito curto, pois o tempo que leva para sua



fabricação, aquisição, consumo e descarte, em muitos casos, é questão de dias, o que não ocorre nos plásticos usados em automóveis, que têm tempo de utilização maior.

## 5. CONCLUSÃO

Pelo estudo de caso realizado sobre eco-concepção e reciclagem na Renault pode-se constatar que os instrumentos e as práticas de eco-design vêm se difundindo rapidamente nesse início de século, impulsionados tanto pela regulamentação ambiental e de proteção à saúde humana. O estudo mostra que não apenas as montadoras, mas toda a rede de fornecedores da indústria automobilística participa desse nova forma de projetar e contribui a evolução técnica e organizacional da cadeia da reciclagem dos diversos materiais automotivos. Foi mostrado ainda pelo exemplo do Modus, ultimo lançamento da Renault, que a incorporação de plásticos reciclados no automóvel mais que uma realidade é hoje uma tendência.

### Bibliografia :

ABRASSART C. e AGGERI F., 2002, "La Naissance de l'Eco-conception : du cycle de vie du produit au management environnemental 'produit'", Responsabilité et l'Environnement Revue de l'Ecole de Mines de Paris, Janvier, Paris, France.

AGGERI F., HATCHUEL A., LEFEBVRE P., 1995 "La Naissance de la Voiture Recyclable: Intervention de l'Etat et apprentissages collectifs", rapport d'une étude mené chez Renault depuis la fin de 1991, Bibliothèque de l'Ecole Supérieur de Mines de Paris No 143390, mars.

AGGERI F., HATCHUEL A., 1997 "Le Changement pas à pas: le développement de la problématique du recyclage dans l'industrie automobile" Séminaires Crises et Mutations; Les Annales de l'école de Paris, vol II. pp. 224-235.

AGGERI F. ET HATCHUEL A., 1998 : "Les Instruments de l'apprentissage : Construction et Diffusion d'une expertise recyclage dans la conception automobile", in « Du Monde d'existences des Outils de Gestion, chapitre 8, coordonnée par J.C. Moisdon, Séli Arslan Eds Paris, France.

KERNEIS Hubert, 2004, "Eco-conception : Modus, le monospace qui se soucis déjà de sa fin de vie", Recyclage Récupération Magazine, N° 33, le 17 septembre, France, pp.6-11.

LASSARTESSSES R. 2004, "Quelle politique d'intégration de matières recyclées dans les véhicules neufs : Processus et résultats de Renault", rapport pour l'ADEME, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, du Ministère de l'Environnement de la France.

MEDINA H. V. De, 2003 "Eco-design na Indústria Automobilística: O conceito de carro urbano", artigo apresentado e publicado nos anais do 2º International Congress on R&D in Design, organizado pela ANPE Associação Nacional de Pesquisa em Design ([www.anpedesign.org.br](http://www.anpedesign.org.br)) realizado de 15 à 18 de outubro, no Rio de Janeiro, Brasil.

MEDINA, H. V. de; NAVEIRO, R. M., 2000, A Gestão Integrada do Projeto de veículos automotivos: Estudo de Caso sobre o Novo Clio da Renault, Brasil, Rev. Produto & Produção, Vol 4, N° 3 out., p.77-95.

KAPAZ, E ,disponível em internet: <http://www.kapaz.com.br>, acesso em 04/2002

PACHECO, E.B.A.V., RONCHETTI, L.M., O destino do plástico pós-consumo no Rio de Janeiro, VII Congresso de Defesa do Meio Ambiente, Clube de Engenharia (2003)