

CONSIDERAÇÕES SOBRE ECODESIGN: UM ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA ELETRÔNICA AUTOMOTIVA

MIRIAM BORCHARDT¹

LEONEL AUGUSTO CALLIARI POLTOSI²

MIGUEL AFONSO SELLITTO¹

GIANCARLO MEDEIROS PEREIRA¹

1 Introdução

Iniciativas governamentais, acadêmicas e empresariais têm tentado reverter o quadro de degradação dos recursos naturais observado em algumas áreas do planeta. Tal quadro tem sido agravado por fatores, tais como: i) o estilo de vida de algumas sociedades consumistas; ii) o crescimento acelerado de alguns países emergentes; iii) o envelhecimento da população em países desenvolvidos; iv) as desigualdades entre regiões (o consumo de água de um norte-americano é vinte vezes superior ao de um africano); e v) o ciclo de vida de produtos cada vez menor (KAZAZIAN, 2005). Para Maxwell, Sheate e Vorst (2006), tais fatores podem ser resumidos em uma causa essencial: a produção e o consumo de bens e serviços antrópicos.

Quanto a iniciativas governamentais brasileiras, Teixeira (2006) menciona a exigência de laudos de impacto ambiental e a existência de uma legislação rigorosa, que procura estabelecer e manter os danos ambientais dentro de limites aceitáveis. No campo internacional, pode-se citar o Protocolo de Kyoto, assinado em 1992, que visou limitar a emissão de CO₂ causador do efeito estufa. No mercado europeu, onde o lixo eletro-eletrônico anual é de quatro quilos por habitante, as diretivas *Waste Electrical and Electronic Equipment* (WEEE) (BOKS; STEVELS, 2003) e as diretivas *Restriction on the use of Hazardous Substances*

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas – PPGEPS, Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, São Leopoldo - RS, Brasil.

²Engenharia de Produto, Travelbit Consultores, São Leopoldo, RS, Brasil.

Autor para correspondência: Miriam Borchardt, Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, Av. Unisinos, 950, CEP 93022-000, São Leopoldo, RS, Brasil, E-mail: miriamb@unisinos.br

Recebido: 12/12/2007. Aceito: 9/6/2008.

(ROHS) (DONNELLY et al., 2006) têm promovido, respectivamente, o recondição de bens após o uso e a restrição ao uso de substâncias nocivas.

No que se refere às iniciativas empresariais, Giannetti e Almeida (2006) relatam as experiências de arranjos produtivos locais, nos quais uma empresa utiliza como matéria-prima os resíduos de suas vizinhas.

No meio acadêmico, conceitos como ecodesign e análise do ciclo de vida (ACV) têm promovido uma releitura nas técnicas de concepção, projeto e produção industrial de bens (BYGGETH; BROMAN; RÖBERT, 2007), oferecendo o embasamento teórico para diretivas de aplicação em projeto de produto. Para Venzke (2002), ecodesign é uma técnica de projeto de produto em que objetivos tradicionais, tais como desempenho, custo da manufatura e confiabilidade, surgem conjuntamente com objetivos ambientais, tais como redução de riscos ambientais, redução do uso de recursos naturais, aumento da eficiência energética e da reciclagem. Para Vercauteren (2001), empresas consideram ecodesign e ACV como meios para preservar não apenas o ambiente, mas também a competitividade e a imagem pública.

O objetivo deste artigo é relatar um estudo de caso realizado em uma empresa da indústria eletrônica automotiva¹. A investigação descreveu aspectos da indústria automotiva relacionados ao tema e analisou o processo de implantação do ecodesign na empresa, incluindo a motivação para o uso do mesmo por parte da organização estudada. A pesquisa, de uma forma mais ampla, visou a estudar as implicações do ecodesign e da ACV como fontes de vantagens competitivas em manufatura. O método de pesquisa foi o estudo de caso único, do tipo exploratório. Na seqüência, apresenta-se a fundamentação teórica, o método de pesquisa, os resultados e as considerações finais.

Algumas referências consultadas antes da pesquisa têm algo a ver com o objetivo do artigo. Johansson (2002) revisou o estado-da-arte da integração entre desenvolvimento de produto e ecodesign. Bhamra (2004), Charter (1997), Frei (1998), Stevels (1997) e Riitahuhta, Salminen e Sirkkola (1994) trataram do ecodesign como opção estratégica para melhoria de desempenho ambiental e desenvolvimento de produto. Cabezas e colaboradores (2005), Svensson e colaboradores (2006) e Daub (2007) discutiram indicadores de desempenho em ecodesign. Beitz (1993) apontou diretrizes para o projeto de produtos voltado à reciclabilidade; complementando este tema, Xing, Abhary e Luong (2003) propuseram o IREDA, uma metodologia de projeto voltada à reciclabilidade. Sweatman e colaboradores (1997) integraram ecodesign e sistemas de gestão ambiental. Brezet (1997), Sherwin e Bhamra (1999) e Kleef e Roome (2007) relacionaram ecodesign com inovação. Van Hemel e Cramer (2002) estudaram o ecodesign em pequenas e médias empresas. Brezet, Stevels e Rombouts (1999) estudaram a ACV na indústria holandesa.

2 Sustentabilidade e ecologia industrial

Para Kazazian (2005), o desenvolvimento sustentável concilia crescimento econômico com preservação do meio ambiente e traz melhorias nas condições sociais. Para Manzini e Vezzoli (2005), em situações de sustentabilidade ambiental, as atividades humanas não interferem nos ciclos naturais resilientes do planeta e não reduzem o capital natural que será

transmitido às gerações futuras. O primeiro conceito enfoca o desenvolvimento econômico e social, enquanto que o segundo enfoca os seus reflexos nos fluxos naturais. Da discussão, emerge que a sustentabilidade é um objetivo a atingir, não uma direção a seguir. Conclui-se que nem toda proposta de melhoria ambiental pode ser considerada sustentável.

Para Manzini e Vezzoli (2005), uma proposta sustentável: i) é centrada em recursos renováveis; ii) otimiza o emprego dos recursos não-renováveis, tais como ar, água, energia e território; iii) não acumula resíduos que o ecossistema não seja capaz de reabsorver; e iv) faz com que indivíduos e comunidades das sociedades ricas permaneçam nos limites de seu espaço ambiental e que indivíduos e comunidades das sociedades pobres possam efetivamente gozar do espaço ambiental ao qual potencialmente têm direito.

Outro conceito relevante é o de ecologia industrial proposto por Jay Forrester, na década de 1960, baseado na teoria dos sistemas. A ecologia industrial considera que todos os resíduos e materiais devem ser continuamente reciclados dentro de um sistema fechado e somente a energia solar ilimitada seria utilizada de forma dissipativa (Figura 1).

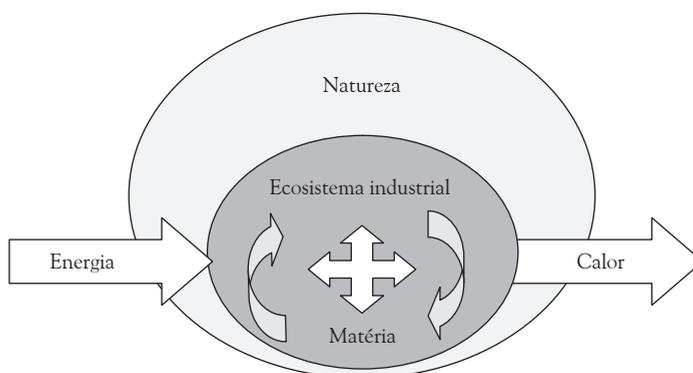


Figura 1. O vínculo entre a natureza e economia através dos fluxos de materiais. Fonte: Kazazian, 2005.

Giannetti e Almeida (2006) e Manzini e Vezzoli (2005) apontaram analogias entre sistemas industriais e ecossistemas. Para os autores, a ecologia industrial propõe que a antroposfera seja parte da biosfera e que essa somente possa existir em equilíbrio dinâmico com outros sub-sistemas: atmosfera, hidrosfera e litosfera. A ecologia industrial é a base para o desenvolvimento de sistemas industriais sustentáveis. Uma aplicação prática da ecologia industrial é a formação de arranjos industriais, onde uma unidade consome os resíduos de outra, gerando produtos e resíduos que serão utilizados alhures como matérias-primas.

3 Ecodesign

Karlsson e Luttropp (2006) definiram ecodesign como um método de desenvolvimento de produtos que objetiva a redução do impacto ambiental e usa a criatividade para gerar produtos e processos mais eficientes sob o ponto de vista da sustentabilidade. Johansson (2006) propôs a integração de requisitos de aspectos ambientais aos requisitos usuais do projeto de produto em que predominavam, essencialmente, os aspectos técnicos e econômicos. Kazazian (2005) difundiu o conceito de eco-concepção de produtos leves:

antes, durante e após o uso, a manutenção do equilíbrio do produto com o meio ambiente é tão importante quanto a exequibilidade técnica, o controle de custos e a demanda de mercado relativa ao mesmo.

A idéia do ecodesign surgiu na década de 1990, quando a indústria eletrônica dos EUA procurava minimizar o impacto no meio ambiente decorrente de sua atividade. A Associação Americana de Eletrônica (*American Electronics Association*) formou uma força-tarefa para desenvolver projetos com preocupação ambiental e providenciar uma base conceitual que beneficiasse primeiramente os membros da associação. Desde então, o nível de interesse pelo assunto cresceu e os termos ecodesign e *Design for Environment* passaram a ser mencionados em programas de gestão ambiental (BORCHARDT et al., 2007).

No ecodesign, o projetista seleciona e articula soluções de projeto segundo seu impacto no ciclo de vida do produto: fabricação, embalagem, uso, troca de peças e fim de vida. O projetista objetiva a utilização do produto, pois o mesmo não é independente nem homogêneo e exige outros produtos e atores para a sua fabricação, o seu transporte e o seu uso, em uma abordagem transversal e multidisciplinar. Tingström e Karlsson (2006) salientaram a multidisciplinaridade do ecodesign, considerando que o desenvolvimento de um novo produto não é um processo linear e repetitivo, é complexo, pois interações inesperadas entre o produto e o meio podem surgir, requerendo o uso de modelos não-lineares para o seu teste.

Como fatores que influenciam a implementação do ecodesign, Boks (2006) citou: i) pressão externa de requisitos legais; ii) influências econômicas internas; iii) percepção e valorização do consumidor; e iv) disponibilidade de novas tecnologias.

A adoção de práticas do ecodesign pode auxiliar a estratégia de manufatura ao incorporar, na gestão, aspectos relativos ao controle ambiental (BORCHARDT et al., 2007). Nesse sentido, cita-se, como exemplo, a estratégia de manufatura baseada nos princípios do Sistema Toyota de Produção (STP); o STP favorece a preservação de recursos, uma vez que visa eliminar as perdas dos processos produtivos e reduzir significativamente todas as atividades que não agregam valor sob o ponto de vista do cliente (BORCHARDT; SELLITTO, 2002).

Fiksel (1996) apresenta práticas de aplicação dos conceitos de ecodesign. As mesmas são compiladas por Venzke (2002), conforme ilustrado no Quadro 1. Tais práticas não são únicas ou estáticas, pois há aprendizado e evolução tecnológica na sua execução.

A análise do quadro sugere que o ecodesign herdou a visão holística da ecologia industrial, pois trata do aproveitamento de resíduos industriais de outros produtos, da extração da matéria-prima, do consumo de energia e da geração de resíduos em toda a cadeia de produção, distribuição, uso e descarte do produto.

4 Análise do ciclo de vida (ACV)

Chehebe (2002) definiu análise do ciclo de vida (ACV) como uma técnica de avaliação de aspectos ambientais e impactos potenciais associados a um produto. Segundo Ljungberg (2005), a ACV compreende etapas que vão desde a retirada, no meio ambiente, das matérias-primas (berço) até a disposição do produto final (túmulo). Os impactos ambien-

Quadro 1. Práticas do ecodesign.

Práticas	Detalhamento
Escolha de materiais de baixo impacto ambiental	Observar os itens descritos: i) reduzir o consumo de materiais ao longo da vida do produto (produção e uso); ii) usar matéria-prima o mais próximo de seu estado natural; evitar a mistura de materiais não compatíveis que impede a separação dos componentes na reciclagem; iii) utilizar materiais que geram menos poluentes no processo de produção, durante o uso e na reciclagem ou no descarte; iv) usar materiais não tóxicos, nas etapas de produção, uso, reciclagem ou descarte; v) usar materiais reciclados ou que requerem menos energia na fabricação; vi) utilizar materiais onde é possível a reutilização/reaproveitamento de componentes.
Projetos voltados à simplicidade / modularidade	Formas mais simples geralmente possuem um custo de produção menor, utilizam menor quantidade de material, permitem maior facilidade de montagem e desmontagem; criar produtos cujas peças possam ser substituídas em caso de defeito, sem que ocorra a necessidade de trocar todo produto; observar a facilidade de acesso aos componentes.
Incineração de resíduos	É a forma menos interessante de recuperação de resíduos, mas é ainda uma solução para países onde o espaço para aterros é restrito. Deve-se garantir os limites aceitáveis de substâncias perigosas.
Redução do uso de energia	i) Uso de energia na produção: os programas de redução do consumo energético destacam-se por serem fáceis de implementar e afetarem diretamente a redução dos custos operacionais; usar equipamentos mais eficientes em termos energéticos, dimensionados apropriadamente ao uso e usar facilidades naturais como a iluminação natural e a exaustão eólica; ii) redução de energia na distribuição: de modo a se considerar a energia consumida na cadeia de distribuição dos produtos, desde a aquisição de matéria-prima até a entrega ao consumidor final; iii) redução de energia durante o uso do produto: desenvolver produtos que possuam dispositivos para a redução do consumo energético, tais como motores mais eficientes e mecanismos que desligam equipamentos não utilizados ou que regulem a potência de acordo com a demanda.
Uso de formas de energia renováveis	Um dos pressupostos do desenvolvimento sustentável é o uso de formas de energia que utilizem recursos renováveis, como a solar, a eólica e a hidroelétrica, substituindo as que usam recursos não renováveis, como por exemplo, os combustíveis fósseis.
Produtos multifuncionais	Com uma mesma quantidade de material e energia podem ser criados bens para atender a diferentes necessidades. Os tipos essenciais de múltipla função podem ser divididos em: i) funções paralelas (um mesmo produto servir simultaneamente a mais de um propósito); ii) funções seqüenciais (quando um produto possui um uso primário, e após esse passa para um uso secundário).
Produtos com maior durabilidade	A extensão da vida útil de um produto contribui significativamente para a eco-eficiência (um produto durável evita a necessidade de fabricação de um substituto).
Recuperação de embalagens	A aplicação desta prática prevê que as embalagens possam ser reaproveitadas, seja na reutilização seja na reciclagem. A utilização de produtos com refis é um bom exemplo de reutilização de embalagens.
Não utilização de substâncias perigosas	Eliminar do processo produtivo todas as substâncias que possam ocasionar algum dano à saúde dos funcionários da indústria e dos consumidores, bem como ao elemento humano que faz a desmontagem do produto para a reciclagem. Preferir a utilização de produtos à base de água, principalmente nos solventes, adesivos e tintas, para a substituição de produtos à base de hidrocarboneto.
Prevenção de acidentes	As práticas de prevenção de acidentes devem ser aplicadas no projeto do produto e em produtos já existentes.

Fonte: adaptado de Venzke, 2002.

tais de um produto são determinados por entradas e saídas durante o ciclo de vida: entram matéria-prima e energia; e saem gases, efluentes, resíduos, contaminação do solo, ruído, vibrações, radiações e calor. A primeira referência à ACV data de 1965, quando a Coca-Cola custeou um estudo realizado pelo *Midwest Research Institute* (MRI), que comparou alternativas de embalagens e determinou qual apresentava melhor desempenho quanto à preservação de recursos naturais.

Para Aurich, Fuchs e Wagenknecht (2006), a ACV desenvolve a perspectiva do produtor e do consumidor. O produtor analisa o projeto do produto, a manufatura, os serviços associados, a disposição final e a remanufatura. O consumidor exige que o produto seja definido por características específicas, o que requer soluções individualizadas.

A NBR ISO 14040 estabelece que a ACV de produtos deve ser executada em quatro fases (CHEHEBE, 2002): i) objetivo e escopo, onde são estabelecidos a abrangência e os limites do estudo em três dimensões: extensão, que define início e término; largura, que define quantos e quais subsistemas serão incluídos na análise; e profundidade, que define o nível de detalhe do estudo; ii) análise do inventário, que contempla a coleta e a quantificação das variáveis (matéria-prima, energia, transporte, emissões gasosas, efluentes e resíduos líquidos) relevantes no ciclo de vida; iii) avaliação do impacto, que consiste na medição ou no julgamento da magnitude ou da severidade dos impactos ambientais das variáveis inventariadas; e iv) interpretação, baseada na análise dos resultados das fases anteriores.

Para Giannetti e Almeida (2006), a ACV permite: i) identificar os processos, materiais e sistemas que mais ameaçam o ambiente; ii) comparar opções de minimização de risco; e iii) traçar uma estratégia de longo prazo para o projeto e o uso de materiais de um produto. Os autores mencionados propõem a ACV bidimensional: produto e processo (Figura 2). A ACV do produto estende-se ao longo de sua produção, uso e descarte, enquanto que a do processo estende-se ao longo da construção, operação e desativação da planta produtora.

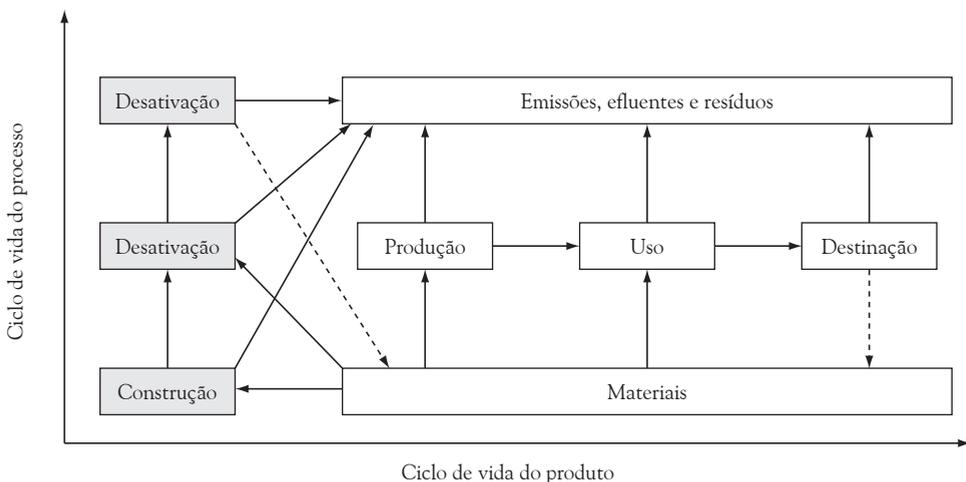


Figura 2. Ciclos de vida de produto e de processo. Fonte: figura adaptada de Giannetti e Almeida (2006).

5 A pesquisa: metodologia e resultados

O objetivo de pesquisa foi estudar a presença do ecodesign em uma empresa da cadeia eletrônica automotiva. Os objetivos secundários foram entender a inserção da empresa no setor, identificar os fatores que a motivaram a adotar o ecodesign como alternativa de projeto e como o ecodesign inseriu-se na rotina de projeto de produto. Sendo um caso inicial, o método de pesquisa possível foi o estudo de caso exploratório. Foram questões de pesquisa: i) o que motivou a empresa a adotar o ecodesign?; e ii) como as práticas de ecodesign inseriram-se na rotina de projeto de produto? As respostas devem fornecer indícios sobre os antecedentes à adoção do ecodesign em uma empresa e sobre como as suas práticas ajustaram-se às de projeto de produto. A contribuição de pesquisa, segundo Roesch (1999), é a descrição específica de um caso que, se somado a outros, em profundidade e lateralidade crescentes, poderá contribuir para uma futura teoria fundamentada (*grounded theory*) e, eventualmente, chegar a diretrizes de implantação de ecodesign na indústria eletrônica automotiva.

A coleta de evidências baseou-se em cinco entrevistas semi-estruturadas, com gestores de pesquisa e desenvolvimento, engenheiros de projeto de produto e o gerente do Sistema de Gestão Ambiental (SGA); baseou-se, ainda, em observação participante e em análise de documentos.

A empresa que sediou o estudo possui certificação de qualidade (ISO 9001:2000) e de gestão ambiental (ISO 14001:2004) e produz componentes de eletrônica embarcada, em itens de segurança e de entretenimento. Os fornecimentos ocorrem sob contratos de confidencialidade formais. A empresa opera há nove anos uma política de gestão ambiental que contempla consumos de energia e material e tratamento dos resíduos.

O relato abaixo monta um pano de fundo para a investigação, ao descrever práticas da indústria automotiva. A seguir, investiga-se e se discute a motivação para a escolha do ecodesign e, por fim, descreve-se e se analisa o processo de implantação do mesmo na empresa.

5.1 Algumas práticas ambientais na indústria automotiva

Antes de examinar a empresa, serão feitas algumas considerações sobre a indústria.

A indústria automotiva atua em mercado competitivo, de alto valor agregado, e com distribuição de produtos em nível mundial. Devido a requisitos de segurança, a tolerância a falhas é pequena. De modo geral, veículos têm apresentado balanço ambiental negativo. Na fase de produção, são deslocadas quinze toneladas de matéria-prima, dez vezes o peso médio do produto final, e são requeridos quarenta mil litros de água (KAZAZIAN, 2005). Na fase de utilização, há consumo de combustíveis e lubrificantes e conseqüentes emissões de CO₂ e SO₂ (gases associados ao efeito estufa e à chuva ácida). Na fase de descarte, há problemas com a destinação de pneus e com a reciclagem de plásticos e de resíduos eletro-eletrônicos. Quanto aos metais, de modo geral, são aproveitados como sucata metálica, a matéria-prima da indústria siderúrgica.

Os fabricantes automotivos restringiram o uso de substâncias perigosas, pelas chamadas listas negra e cinza. Na primeira, estão listadas as substâncias expressamente vedadas, para qualquer tipo de emprego. Na segunda, estão listadas as substâncias que podem

ser usadas, mas em quantidades restritas. Para qualquer caso, o fornecedor da indústria automotiva deve emitir uma declaração confirmando que seu produto atende às restrições regulamentares. Caso não consiga atender às restrições, deve solicitar derroga temporária à montadora, justificando o desvio, e apresentando um plano de ação para regularização. O fornecedor deve registrar o produto na *International Material Data System* (IMDS), um banco de dados com registros de todas as partes de itens automotivos e suas composições químicas. O registro é comparado com as listas negras e cinzas, indicando desvios.

Quanto à reciclagem e ao reaproveitamento, um exemplo é a prática da FIAT do Brasil de reaproveitar embalagens de motores na produção de isolantes acústicos. Outro exemplo, descrito em Adlmaier e Sellitto (2007), foi desenvolvido pela MWM International, que utiliza embalagens plásticas retornáveis, em substituição às de madeira, na exportação de cabeçotes de motores a diesel. Cabe observar que as normas do setor impedem que itens de segurança que falharam, como alguns produzidos pela empresa em estudo, possam ser retrabalhados ou recuperados. No entanto, é possível modificar o projeto, de modo que itens que apresentaram falhas possam ser facilmente desmontados e as suas partes recicladas.

O exposto sugere que a indústria automotiva tem consciência de seu papel nas questões ambientais e tem trabalhado para reduzir o saldo negativo do balanço. Citam-se exemplos: o desenvolvimento de motores de alto rendimento e com energias alternativas, como a elétrica; a fabricação de partes com reciclados; o desenvolvimento de lubrificantes sintéticos de alta durabilidade; e a possibilidade de uso combustíveis renováveis.

5.2 Motivação e implantação do ecodesign na empresa

Diversas motivações surgiram na literatura para a adoção do ecodesign, com diferentes graus de importância. Pesquisas empíricas apontaram como principais motivadores o retorno financeiro oferecido pela venda de produtos ditos verdes e a redução de custos por redução de perdas em processos de fabricação e reaproveitamento físico de materiais (VENZKE, 2002; ECHEVESTE; SAURIN; DANILEVICZ, 2002). Também apontaram que os benefícios de longo prazo da melhoria de desempenho ambiental não são suficientemente reconhecidos pelas empresas, a ponto de justificar e motivar mudanças no modo de conduzir suas operações empresariais e de negócios.

Na presente pesquisa, os entrevistados afirmaram que a principal motivação para a adoção do ecodesign na empresa foi a redução de custos, em consonância com o exposto anteriormente. Tal percepção justifica-se. Na indústria automotiva, fatores como confiabilidade de entrega e preços baixos são considerados ganhadores de pedidos. Já requisitos ambientais são qualificadores: se o fornecedor os possui, continua na competição; se não os possui, está fora; e atendimento superior ao mínimo não favorece o competidor. A redução de custos é um motivador permanente de competitividade na indústria, o que vale também para o ecodesign.

Quanto ao processo de implantação, a empresa formou um grupo multidisciplinar de estudo, planejamento e implantação, composto por colaboradores das áreas comercial, de desenvolvimento, de qualidade, de logística e de industrialização.

O estudo compreendeu o acesso à bibliografia, o contato e a troca de experiências com empresas que já implementaram a técnica, o treinamento e a coleta de sugestões. Nesta

etapa, foram analisadas as necessidades exigidas pelos clientes nas suas normas internas e as exigências de normas, tais como ISO 9001, ISO/TS 16949 e ISO 14001.

O planejamento foi feito segundo a metodologia de gestão de projetos vigente na empresa. Foi elaborado um cronograma físico-financeiro, e o projeto foi acompanhado nas reuniões periódicas de análises críticas e de riscos. Diretrizes primárias foram elaboradas. O Procedimento de Gestão Integrada (PGI) foi estruturado para comportar as práticas do ecodesign, contendo orientações para o desenvolvimento de produtos e processos industriais. Diretrizes secundárias, compostas de diretrizes operacionais de aplicação, foram desdobradas em procedimentos secundários, denominados de Especificação de Engenharia. Esses procedimentos secundários apresentam maior grau de detalhamento; foram implementados na forma de *checklists*, que incluem a verificação de pontos no projeto, tais como: eficiência energética; partes em plástico; partes metálicas; placas de circuito impresso; cabos e conexões; embalagens e outras.

Os *checklists* são utilizados nas fases de concepção, de detalhamento e nas reuniões de análise crítica. Definido o acervo de informações necessário para a gestão do projeto, houve divulgação para todos os níveis da empresa. O acervo é revisado permanentemente e contribuições relevantes são registradas, retendo-se o conhecimento. Novas experiências decorrentes do exercício da técnica são incorporadas ao mecanismo de análise crítica.

Uma sugestão por parte dos entrevistados refere-se à extensão do ecodesign ao desenvolvimento de software. Embora não sejam tangíveis, softwares podem ser orientados para a ampliação da vida útil da base instalada de produto, pois têm a possibilidade de receber atualizações, tornar o produto multifuncional e prever acidentes por meio de rotinas de diagnóstico de sistemas. Outras transformações foram os procedimentos de qualificação e de estímulo aos fornecedores para a verificação do impacto ambiental de seus produtos. A empresa considera que a sustentabilidade no projeto só será alcançada com o apoio da cadeia produtiva.

Algumas métricas globais de controle foram adotadas: percentual de resíduos recicláveis; redução nos custos dos produtos; abrangência do ecodesign nos outros processos da empresa; número total de itens nos *checklists*. Essas métricas globais foram desdobradas em métricas locais, que apreendem e recompõem as métricas de maior hierarquia.

Quanto à ACV, após estudar softwares comerciais de gestão, o grupo de trabalho decidiu não adotar a técnica. Conforme alertado por Chehebe (2002), os resultados da ACV somente serão eficazes se a base de dados for compatível com a realidade do local de aplicação. Disponibilidade de matérias-primas, custo de transporte e matriz de geração de energia devem ser coerentes com a realidade brasileira. Enquanto uma base de dados confiável não for disponível, a empresa não considerará a ACV. Por exemplo, um grupo de projeto de produto ficou na dúvida entre alternativas para tratamento superficial de metais, e a dúvida não foi esclarecida, pois não havia informações disponíveis sobre os impactos ambientais que as alternativas ofereciam.

5.3 Resultados da implementação e a continuidade do projeto

Os primeiros produtos inteiramente desenvolvidos sob normas de ecodesign ainda estão em homologação por montadoras. A empresa ainda não dispõe de valores quantita-

tivos que evidenciem os avanços alcançados. No entanto, percebeu-se maior envolvimento das equipes de projeto com novos materiais, novas tecnologias e aspectos ambientais diversos. Como o ecodesign está inserido no sistema de gestão da empresa, os entrevistados estão otimistas com relação aos resultados no longo prazo. Esperam poder disseminar as suas experiências para outras empresas da indústria e estimular os seus fornecedores a adotar práticas compatíveis, ampliando o leque de empresas de pequeno e médio porte que possuem o ecodesign como diretriz no desenvolvimento de produtos.

Apesar de ainda não haver um balanço quantitativo completo, algumas indicações qualitativas de avanços já foram feitas: i) houve redução do custo do produto (espera-se a consolidação do avanço no médio prazo); ii) ocorreu redução do número de produtos, pelo princípio da multifuncionalidade no projeto (longo prazo); iii) observou-se melhoria na gestão do conhecimento pela sistemática de registro de aprendizado nos *checklists* (curto prazo); iv) houve diminuição dos itens de matéria-prima em estoque (médio prazo); v) houve diminuição do número de jigas de testes e dispositivos de montagem pelo princípio da racionalização das facilidades oferecidas pelos produtos e pelo menor impacto no ciclo de vida destes (longo prazo); vi) ocorreu redução de investimentos no processo industrial, motivado pela menor necessidade de dispositivos (longo prazo); vii) observou-se redução de custos de gestão de resíduos, pelo princípio do reaproveitamento planejado (médio prazo); e viii) ocorreu redução dos custos de transporte e estocagem de matéria-prima e produtos semi-prontos, pelo princípio da multifuncionalidade, que garante lotes maiores de aquisições, transferências e armazenagem (curto prazo).

Quanto à continuidade do projeto, um elemento que pareceu essencial foi o comprometimento da alta direção com o mesmo. Tal aspecto está evidenciado nas estratégias da empresa, desenvolvidas pela metodologia do *Balanced Scorecard* (BSC), proposto por Kaplan e Norton (2001). Indicadores de desempenho relativos ao ecodesign foram inseridos no sistema de gestão da empresa, incluindo desempenho de fornecedores e da cadeia produtiva à montante. Destaca-se, também, o processo de capacitação para todos os funcionários e níveis da empresa. A introdução da prática de ecodesign no processo da empresa foi garantida pela incorporação de rotinas de projeto às rotinas existentes de gerenciamento de projetos. Para o gerenciamento da rotina, foi constituída uma equipe multifuncional, com coordenador. O escopo de atividades, cronograma e análise de riscos passaram a ser acompanhados pela alta gestão, da mesma forma que outros desenvolvimentos de produtos e processos da empresa.

Entende-se que a sistemática de gestão que a empresa montou parece ser suficiente para garantir a perpetuação da prática do ecodesign e a sua incorporação definitiva aos princípios de projeto vigentes na empresa. Espera-se, na seqüência, que outros benefícios, além daqueles puramente ligados ao resultado imediato do negócio, sejam percebidos pelos gestores.

6 Considerações finais

O objetivo deste artigo foi relatar um estudo de caso feito no processo de implantação de ecodesign em uma empresa pertencente à indústria eletrônica automotiva. Fizem

parte do estudo: i) uma descrição de práticas ambientais na indústria automotiva, que serviu como pano de fundo para a pesquisa; ii) uma investigação acerca das motivações da empresa para o ecodesign; e iii) uma descrição do processo de implantação. Por ser inicial, o estudo é exploratório e ainda não permite generalizações.

O referencial teórico apresentou os conceitos de sustentabilidade e ecologia industrial, ecodesign e análise de ciclo de vida. Abordou-se a noção de que é a visão holística da ecologia industrial que sustenta o ecodesign, em suas diretrizes sobre: i) concepção de produtos comprometidos com a redução do impacto da extração da matéria-prima; ii) redução do consumo de energia e redução ou eliminação da geração de resíduos; iii) produtos com vida útil maior; iv) reparos de partes defeituosas; v) descarte que possa reintroduzir as partes no ciclo industrial; e vi) disposição final que possa ser reabsorvida pela natureza.

Entende-se que o desenvolvimento sustentável seja fundamental para o crescimento econômico, simultaneamente no que se refere à preservação do meio ambiente e à melhoria das condições sociais. O ecodesign é uma alternativa de projeto que propõe que as análises dos aspectos econômicos e ecológicos caminhem juntas no projeto de produtos. A ACV, apesar de ser uma ferramenta complexa e que não foi implantada pela empresa, pode ser associada às práticas do ecodesign. A ACV apóia o projeto, pois se vale de informações de impacto ambiental, tanto na fase de projeto do produto como na de processo de produção, comparando as diversas alternativas de projeto e propondo escolhas que minimizem os impactos ambientais de um produto ao longo de todo o seu ciclo de vida.

Os pressupostos do ecodesign, em forma de diretrizes de projeto, foram implementados na empresa por meio de *checklists* inseridos nos procedimentos de desenvolvimento de produto e processo. Os *checklists* são considerados documentos vivos, ou seja, a cada novo evento, aprendizado ou experiência de um aspecto do ecodesign, a informação deve ser consolidada e agregada ao *checklist* correspondente, formando uma base de conhecimento manejável.

Verificou-se, ainda, que a indústria de eletrônica automotiva possui peculiaridades que devem ser adaptadas na adoção da técnica. Problemas de ordem técnica foram abordados na implantação, como a falta de uma base de dados coerente com a realidade local, o que impede, por ora, a adoção da análise do ciclo de vida de produtos. Da mesma forma, faltam informações consistentes e organizadas sobre quais impactos ambientais as principais alternativas disponíveis na concepção de um produto acarretam.

Como continuidade de pesquisa, propõe-se analisar, no médio e longo prazo, os parâmetros de desenvolvimento de produtos afetados pelo ecodesign e o seu respectivo impacto nos indicadores da organização. Também se sugere estender esse estudo para outras organizações, de diversos portes e segmentos, a fim de se determinar um método de implantação de ecodesign adaptável a diversas realidades organizacionais.

Por fim, agradece-se a participação dos colaboradores da empresa e o apoio à pesquisa, dado pela Universidade onde os autores atuam.

Referências bibliográficas

ADLMAIER, D.; SELLITTO, M. Embalagens retornáveis para transporte de bens manufaturados: um estudo de caso em logística reversa. *Revista Produção*, v. 17, n. 2, p. 395-406, 2007.

- AURICH, J.; FUCHS, C.; WAGENKNECHT, C. Life cycle oriented of technical Product-Service Systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, p. 1480-1494, 2006.
- BEITZ, W. Designing for Ease of Recycling. **Journal of Engineering Design**, v. 4, n. 1, p. 11-23, 1993.
- BHAMRA, T. Ecodesign: the search for new strategies in product development. **Journal of Engineering Manufacture**, v. 218, n. 5, p. 557-569, 2004.
- BOKS, C. The soft side of EcoDesign. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, p. 1346-1356, 2006.
- BOKS, C.; STEVELS, A. Theory and Practice of Environmental Benchmarking in a Major Consumer Electronics Company. **Benchmarking: an International Journal**, v. 10, p. 120-135, 2003.
- BORCHARDT, M. et al. Motivação para o emprego do ecodesign: um estudo de caso na indústria automotiva. In: International Workshop Advances in Cleaner Production, 1, 2007, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: IWACP 2007. Disponível em: <<http://www.advancesincleanerproduction.net/first/ptbr/Site/datahora2211.htm>> Acesso em: 31 Maio 2008.
- BORCHARDT, M.; SELLITTO, M. O pensamento enxuto convergindo para a preservação dos recursos naturais. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22, 2002, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: ENEGEP. (CD-ROM).
- BORCHARDT, M. et al. Implementação do ecodesign: um estudo de caso na indústria eletrônica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28, 2007, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Foz do Iguaçu: ENEGEP. (CD-ROM).
- BREZET, H. Dynamics in ecodesign practice. **Industry and Environment**, v. 20, n. 1-2, p. 21-25, 1997.
- BREZET, H.; STEVELS, A.; ROMBOUTS, J. LCA for ecodesign: the Dutch experience. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ECODESIGN, 1, 1999, Tokyo. **Proceedings...** Tokyo, 1999.
- BYGGETH, S.; BROMAN, G.; ROBÈRT, K. A method for sustainable product development based on a modular system of guiding questions. **Journal of Cleaner Production**, v.15, p. 1-11, 2007.
- CABEZAS, H. et al. Sustainable systems theory: ecological and other aspects. **Journal of Cleaner Production**, v. 13, p. 455-467, 2005.
- CHARTER, M. Managing the eco-design process. **Journal of Sustainable Product Design**, v. 2, p. 48-51, 1997.
- CHEHEBE, J. **Análise do Ciclo de Vida de Produtos – Ferramenta Gerencial da ISO 14000**. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2002.
- DAUB, C. Assessing the quality of sustainability reporting: an alternative methodological approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 15, p. 75-85, 2007.
- DONNELLY, K. et al. Ecodesign Implemented Through a Product-based Environmental Management System. **Journal of Cleaner Production**. v. 14, p. 1357-1367, 2006.
- ECHEVESTE, M.; SAURIN, T.; DANILEVICZ, A. Avaliação do uso de prática de ecodesign nas indústrias do Rio Grande do Sul: um estudo Introdutório. **Produto e Produção**, v. 6, n. 1, p. 9-23, 2002.
- FREI, M. Eco-effective product design: the contribution of environmental management in designing sustainable products. **Journal of Sustainable Product Design**, v. 7, p. 16-25, 1998.
- FIKSEL, J. **Design for Environment**. New York: Mc Graw Hill, 1996.
- GIANNETTI, E.; ALMEIDA, C. **Ecologia Industrial – Conceitos, Ferramentas e Aplicações**. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 2006.
- JOHANSSON, G. **Success factors for integration of ecodesign in product development: a review of state of the art**. Suécia: Linköping University, 2002. (PhD Project). Disponível em: <http://www.emeraldinsight.com/Insight/ViewContentServlet?Filename=Published/EmeraldFullTextArticle/Articles/0830130108.html>, consulta em março de 2007.
- _____. Incorporating environmental concern in product development: a study of Project characteristics. **Management of Environmental Quality: an International Journal**, v. 17, n. 4, p. 421-436, 2006.
- KAPLAN, R.; NORTON, D. **Organização Orientada para a Estratégia**. São Paulo: Ed. Campus, 2001.
- KARLSSON, R.; LUTTROPP, C. Ecodesign: what's happening? An overview of the subject area of Ecodesign and the papers in this special issue. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, p. 1291-1298, 2006.
- KAZAZIAN, T. **Haverá a Idade das Coisas Leves – Design e Desenvolvimento Sustentável**. São Paulo: Ed. SENAC, 2005.

- KLEEF, J.; ROOME, N. Developing capabilities and competence for sustainable business management as innovation: a research agenda. **Journal of Cleaner Production**, v. 15, p. 38-51, 2007.
- LJUNGBERG, L. Responsible products: selecting design and materials. **Design Management Review**, v. 16, n. 3, p. 64-73, 2005.
- MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis - Os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: Ed. USP, 2005.
- MAXWELL, D.; SHEATE, W.; VORST, R. Functional and systems aspects of the sustainable product and service development approach for industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, p. 1466-1479, 2006.
- RIITAHUHTA, A.; SALMINEN, V.; SIRKKOLA, E. Greening as strategic choice. **Journal of Environmentally Conscious Design & Manufacturing**, v. 3, n. 1, p. 27-33, 1994.
- ROESCH, S. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso**. São Paulo: Atlas, 1999.
- SHERWIN, C.; BHAMRA, T. Beyond engineering: ecodesign as a proactive approach to product innovation. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ECODESIGN, 1, 1999, Tokyo. **Proceedings...** Tokyo, 1999.
- SWEATMAN, A. et al. Integrating design for environment within an environmental management system. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING DESIGN – ICED, 1997, Tampere. **Proceedings...**
- STEVENS, A. Moving companies towards sustainability through eco-design: conditions for success. **Journal of Sustainable Product Design**, v. 3, p. 47-55, 1997.
- SVENSSON, N. et al. Environmental relevance and use of energy indicators in environmental management and research. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, p. 134-145, 2006.
- TEIXEIRA, O. **O Direito ao Meio Ambiente – Ecologicamente Equilibrado como Direito Fundamental**. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2006.
- TINGSTRÖM, J.; KARLSSON, R. The relationship between environmental analyses and the dialogue process in product development. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, p. 1409-1419, 2006.
- VAN HEMEL, C.; CRAMER, J. Barriers and stimuli for ecodesign in SMEs. **Journal of Cleaner Production**, v. 10, n. 5, p. 439-453, 2002.
- VERCALSTEREN, A. Integrating the ecodesign concept in small and medium-size enterprises: experiences in the Flemish region of Belgium. **Environmental Management and Health**, v. 12, n. 4, p. 347-355, 2001.
- VENZKE, C. **A Situação do Ecodesign em Empresas Moveleiras da Região de Bento Gonçalves – RS: Análise das Posturas e Práticas Ambientais**. Porto Alegre, 2002. Dissertação - (Mestrado em Administração), Programa de Pós-graduação em Administração, UFRGS.
- XING, K.; ABHARY, K.; LUONG, L. IREDA: An Integrated Methodology for Product Recyclability and End-of-life Design. **Journal of Sustainable Product Design**, v. 3, n. 3-4, p. 149-171, 2003.

Notas

¹ A identificação da empresa não será divulgada a pedido da mesma.

CONSIDERAÇÕES SOBRE ECODSIGN: UM ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA ELETRÔNICA AUTOMOTIVA

MIRIAM BORCHARDT
LEONEL AUGUSTO CALLIARI POLTOSI
MIGUEL AFONSO SELLITTO
GIANCARLO MEDEIROS PEREIRA

Resumo: Este artigo apresenta um estudo de caso referente à implantação de técnicas de ecodesign em uma empresa da cadeia eletrônica automotiva. Inicia-se com uma revisão sobre sustentabilidade ambiental, ecologia industrial, ecodesign e análise de ciclo de vida. Segue-se com a descrição de algumas práticas ambientalmente corretas na indústria automotiva, e se finaliza com o processo de implantação, as diretrizes de projeto e uma avaliação preliminar dos resultados até agora alcançados.

Palavras-chave: Análise de ciclo de vida. Gestão ambiental. Produtos verdes.

Reflections about Ecodesign: a case study in the automotive electronic industry

Abstract: *This paper presents a case study discussing the introduction of ecodesign techniques in a company of the electronic automotive industry. The paper begins by reviewing environmental sustainability, industrial ecology, ecodesign and life cycle analysis. The report contains some environmentally accepted practices in the automotive industry and concludes with the process of implantation and establishment of design policies and with a preliminary assessment of the results so far yielded.*

Keywords: *Environmental management. Green products. Life cycle analysis. Ecodesign.*
