

O processo de reciclagem de produtos integrado no ciclo de vida de projeto de produtos

Marcio Moacir Pereira (Sociesc) marcio.m@brturbo.com.br
Dra. Ana Lúcia Berretta Hurtado (Sociesc) ana.hurtado@sociesc.org.br
Dr. Luiz Veriano Oliveira Dalla Valentina (Sociesc) dalla@joinville.udesc.br

Resumo

Este artigo apresenta algumas iniciativas de empresas instaladas no Brasil que desenvolveram voluntariamente processos de reciclagem de produtos em final de vida. A implantação dos processos permitiu que as empresas se preparassem para o cumprimento de legislações que tratam da disposição de produtos em final de ciclo de vida e construíssem aprendizado em relação a todo o processo envolvido na reciclagem. O texto, também traz alguns aspectos da nova legislação brasileira, ligada ao programa nacional de resíduos sólidos, que tramitou durante muitos anos no congresso nacional e em 2010 foi aprovada. No artigo são discutidos alguns impactos da aplicação desta nova legislação para as empresas ao atenderem os requisitos, bem como uma proposta do uso produtos retornados para reciclagem como parte integrante do projeto informacional do projeto de produtos. Pretende-se também apresentar um modelo adaptado de ciclo de vida de projeto de produto que integre estas oportunidades de melhoria do produto no projeto informacional dentro de um modelo de referência de ciclo de vida de desenvolvimento de projeto de produto.

Palavras chave: Projeto de produtos, Gestão de projetos, Ciclo de vida de produtos, Reciclagem de produtos, Produção mais limpa, Análise de ciclo de vida.

Product recycling process integrated in the product design life cycle

Abstract

This article presents initiatives of Brazilian companies which implemented, in a voluntary basis, recycling programs for end of life products. These actions permitted to them learning the process involved and to be ready to obey the new law and regulations related to the end of life products recycling and disposal. The article also show us aspects of the Brazilian law of solid waste national policy, discussed for many years in the national congress and approved in 2010. The enforcement of this law resulted in some impacts over the companies what will be discussed and a proposal to use the returned products to be recycled as part of the informational process in the product design life cycle. An adapted model of project design life cycle will be presented, integrating the opportunities of product improvement in the informational process of the product design reference model.

Keywords: Product design, Project management, Product life cycle, Product recycling, Cleaner production, Life cycle analysis.

1. Introdução

A questão ambiental vem sendo adicionada às agendas de governança corporativa de diversas empresas e este é um aspecto que tem se fortalecido junto com a aplicação de filosofias preventivas como a análise de ciclo de vida de produtos (ACV) e produção mais limpa (P+L). Essas abordagens de gestão tem se incorporado ao conceito de desenvolvimento sustentável das empresas. Suportando esta afirmação podemos citar a definição do programa ambiental das Nações Unidas que define tecnologias mais limpas como “engenharia de processo e de produto que reduz os poluentes e os impactos ambientais inerentes na produção industrial” (UNEP, 2007). Vale também destacar o que Khan (2008) afirma sobre o processo de gestão de empresas que consideram a agenda ambiental como uma “revisão de todos os aspectos das operações e dos negócios que pode identificar oportunidades de melhoria que irão ajudar na economia do negócio e do meio ambiente”.

2. Algumas iniciativas de reciclagem de empresas no Brasil

No Brasil, principalmente nos últimos anos, com a premência da aprovação da legislação sobre a destinação de produtos em final de ciclo de vida, pode-se notar que muitas empresas implantaram voluntariamente iniciativas de reciclagem de seus produtos pós-consumo. Além da questão ambiental associada aos seus processos de governança corporativa, presume-se que suas motivações também estejam relacionadas com outras dimensões como: a imagem junto a seus consumidores e *stakeholders*; as suas políticas de reciclagem ligadas a programas mundiais de suas controladoras, questões econômicas e uma preparação e adequação de sua estrutura de negócio para atender às regulamentações e legislações dos governos municipal, estadual e federal. Neste trabalho, apresentam-se algumas dessas iniciativas, para se ter uma idéia de ações alternativas que se pode fazer num país de dimensões continentais como o Brasil. Não se tem a pretensão de esgotar o assunto, pois a cada dia novas iniciativas de reciclagem são apresentadas no mercado.

2.1 Reciclagem de produtos Dell

A Dell, fabricante de computadores pessoais e acessórios, tem um programa global de reciclagem que é um exemplo de uso das políticas ambientais estabelecidas por sua matriz. A empresa possui em nosso país um programa denominado: “Reciclagem Gratuita de Produtos Dell” (SITE DA DELL, 2011) que é oferecido aos seus consumidores por meio de seu site. A reciclagem é realizada pela empresa em conjunto com um parceiro logístico responsável pela coleta do material. Os consumidores que desejam reciclar algum produto, informam à empresa via site: seus dados, as características do produto a ser coletado, o local de coleta e data de recolhimento do produto. No caso de ser necessária a reprogramação da data de coleta pelo consumidor, a empresa parceira poderá cobrar uma taxa de reprogramação. O site ainda traz instruções sobre a maneira adequada de se embalar e preparar o produto para transporte, de maneira a garantir a segurança e integridade do produto.

2.2 Programa de reciclagem Furukawa

A Furukawa, fabricante de soluções de cabeamento estruturado para telefonia e informática, possui um programa de reciclagem chamado “*Green IT*” (SITE DA FURUKAWA, 2011) que está em operação desde agosto de 2007. Consiste em promover junto a seus consumidores a troca de cabos e acessórios de tecnologias obsoletas por soluções mais novas. Estas soluções atendem aos requisitos de sua política ambiental e regulamentações internacionais, como a diretiva europeia RoHs (*Restriction of the use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment*) que restringe a utilização de certas substâncias nocivas, apesar da não exigência desta legislação em nosso país. Os cabos e acessórios antigos (ou obsoletos) são recolhidos pelos seus agentes comerciais e enviados para a fábrica que faz a reciclagem e

destinação correta dos materiais que retornam a cadeia de fabricação como matéria prima. Após a coleta do material junto ao consumidor, a Furukawa bonifica os clientes com a reposição por produtos novos e um certificado que informa indicadores de: redução de contaminação ambiental por metais pesados; redução de extração de minério de cobre e redução de energia elétrica.

2.3 Projeto Reciclagem de Produtos Natura

A Natura, empresa brasileira que produz cosméticos e perfumes, possui um projeto de reciclagem de embalagens de seus produtos em final de vida. É realizado com transportadoras parceiras da empresa que encaminham as embalagens dos consumidores para cooperativas de catadores. O projeto piloto iniciou em 2007 na cidade de Recife-PE e se expandiu posteriormente para São Paulo-SP. A Natura possui habilidade de construir parcerias com comunidades e cooperativas para desenvolver seus produtos de forma sustentável, o que facilita a implantação deste programa. O projeto de reciclagem faz parte do “Movimento Natura” (SITE DA NATURA, 2011) de iniciativas da empresa que unem parceiros, comunidade e clientes por um bem comum social ou ambiental.

2.4 Reciclagem de Produtos HP

A Hewlett Packard – HP, fabricante americana de computadores, impressoras e acessórios, possui um programa de reciclagem associado a campanhas de *trade in*, que é uma modalidade de negócios por meio do qual o consumidor compra um novo produto e entrega o usado como parte do pagamento. Os produtos, também, podem ser direcionados para o “Programa de Reciclagem HP Brasil” (SITE DA HP, 2011) que recolhe produtos do consumidor, desmonta, tritura e transforma os resíduos em matéria prima que depois de separados são inseridos na cadeia produtiva.

2.5 Reciclagem de lixo eletrônico na Philips

A Philips, empresa de origem holandesa que no Brasil comercializa produtos de iluminação, de telefonia, de computação, eletro portáteis e eletroeletrônicos, possui um programa de reciclagem de lixo eletrônico incorporado no seu processo de “*Ecodesign*” (SITE DA PHILIPS, 2011). O programa teve início em 2008 com um projeto piloto de reciclagem voluntária de produtos, implantado em 25 cidades com 40 pontos de recolhimento credenciados junto a seus serviços de assistência técnica. O consumidor pode entrar em contato com um centro de informação para identificar o posto mais próximo de entrega do produto. Neste projeto, o consumidor assina um termo de doação do produto e a empresa se responsabiliza pela desmontagem do produto e o destino adequado dos componentes.

2.6 Reciclagem de produtos Electrolux

A Electrolux, fabricante de origem sueca de eletrodomésticos de linha branca e eletro portáteis no Brasil, iniciou o programa “Reciclagem de Produtos” (SITE DA ELECTROLUX, 2011) a partir de uma resolução da Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo – SMA 24 de março de 2010 que responsabilizou fabricantes de eletrodomésticos a disponibilizarem postos de coleta de produtos de suas marcas em final de vida. Neste projeto, a empresa credenciou pontos de entrega no estado de São Paulo junto a seus serviços autorizados onde os consumidores, de forma voluntária, entregam o produto e assinam um termo de doação para a empresa que se responsabilizará pelo envio e disposição final adequada dos produtos.

2.7 Programas de reciclagem da Whirlpool

A Whirlpool, multinacional americana fabricante de eletrodomésticos de linha branca, mantém vários programas de reciclagem no Brasil. Um deles o programa “Brastemp Viva”

(SITE DA WHIRLPOOL, 2011) que recolhe as embalagens dos produtos vendidos diretamente pela empresa na grande São Paulo-SP, Baixada Santista-SP e Recife-PE, que tem como objetivo recolher 60% das embalagens. Outro programa da empresa, de acordo com uma resolução da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, realizado em parceria com as concessionárias de energia elétrica, substitui produtos antigos por modelos de maior eficiência energética e menor consumo de energia. A empresa criou duas centrais de reciclagens no Brasil uma para produtos de refrigeração e ar condicionado e outra para produtos de cocção e lavanderia localizadas em Joinville-SC e Rio Claro-SP, respectivamente.

Portanto pode-se notar que, há uma clara preocupação de empresas de vários segmentos em manter programas de reciclagem voluntários em decorrência da agenda de meio ambiente estar incluída em seus processos de negócio. Há outras empresas que adotam os mesmos modelos de suas matrizes, que determinam às suas afiliadas seguirem o seu programa independente da legislação existente no país em que estão atuando. Outras estão tratando o assunto de reciclagem de forma estratégica para seu negócio, informam que estão em processo de adequação da sua estrutura de negócio e se preparando para atender legislações já vigentes ou em fase de regulamentação. Aspectos econômicos, ainda que não evidenciados pelas empresas podem representar fator significativo para a manutenção de programas de reciclagem.

3. A política nacional de resíduos sólidos

A lei 12.305/2010 (DOU de 3 ago. 2010), que instituiu a política nacional de resíduos sólidos, foi sancionada pelo presidente da república em 2 de agosto de 2010, após quase 20 anos em tramitação no Congresso Nacional. Esta lei representa um avanço importante para a sociedade por haver criado uma regulamentação ligada ao meio ambiente. Como também, por determinar responsabilidades dos fabricantes pela disposição final de resíduos sólidos de seus produtos fabricados e comercializados. Partes desta lei ainda necessitam de uma regulamentação e acordos setoriais, como a que trata da logística reversa para retornar os produtos aos seus fabricantes. Segundo esta lei, os setores industriais que devem implantar processos de logística reversa para reciclagem de resíduos pós-consumo são: pneus, pilhas e baterias, agrotóxicos, lâmpadas, óleos lubrificantes e eletroeletrônicos. “A logística reversa é um tema muito recente no meio industrial em comparação à logística direta. Teve início na década de 80 com o conceito de fluxo reverso de materiais na cadeia de suprimentos e ganhou força na década de 90 quando foi impulsionado por questões ambientais. Hoje, o processo reverso está em constante crescimento, principalmente pela busca na redução de perdas, aumento da competitividade e mudança na cultura dos consumidores” (CLOCK, 2011).

De acordo com Gonçalves-Dias (2006) as “legislações ambientais nos anos 70 tendiam a responsabilizar os governos pelo impacto ambiental dos resíduos sólidos, e idéias mais recentes responsabilizam os fabricantes pelo impacto de seus produtos no meio ambiente [...]. Estas legislações têm sua origem na filosofia de responsabilidade entendida de produtos (EPR – *Extended Product Responsibility*)”. A política brasileira de resíduos sólidos acompanha esta filosofia e a mesma tendência se verifica em relação a diversas legislações citadas na literatura que são aplicadas em outros países.

Para as empresas de forma geral, poderão surgir impactos na forma de reorganizar e integrar a reciclagem na sua cadeia de valor, fazendo retornar os resíduos gerados ao longo de sua cadeia e os do final de vida de seus produtos, desta forma fechando o seu ciclo. Para a sociedade, em geral, os impactos serão vistos no cotidiano das pessoas, pois terão responsabilidade no processo de destinação de lixo doméstico

Legislações como a lei 12.305/2010, são benéficas para a sociedade, visto que em diversos países onde foi adotada de forma similar, provocou uma mudança na integração dos agentes da sociedade envolvidos na geração de resíduos sólidos. Matsuto (2004) cita exemplo do Japão “que no ano de 2001 instituiu uma lei que regulamentava a reciclagem obrigatória de eletrodomésticos de quatro grupos: refrigeradores e freezers, máquinas de lavar, condicionadores de ar e aparelhos de televisão”. Foram identificados dentro da filosofia de responsabilidade estendida de produtos (EPR) os fabricantes destes produtos, que tem a obrigação de realizarem o processo de desmontagem e reciclagem de resíduos, retornando estes para cadeia de valor produtiva. Os distribuidores ficaram com a responsabilidade da coleta e transporte dos produtos, e os consumidores pagam as taxas referentes a reciclagem e transporte. Aparentemente é uma solução simples, mas que demandou uma discussão da maneira de todo o processo, com o envolvimento antecipado do governo, sociedade, empresas, distribuidores dos produtos, comerciantes, entidades de representação de consumidores, entre outros, para discutirem e acordarem a forma de operacionalizar o processo. Esta mobilização dos agentes envolvidos em nosso país, também está sendo a maneira que se planeja organizar os detalhes faltantes de regulamentação final.

4. Uso da reciclagem de pós-consumo no ciclo de vida de projeto de produto

Os exemplos de algumas empresas relatados neste trabalho mostram que muitas das motivações para se realizar a reciclagem em produtos no seu final de vida, estão ligadas a agenda de gestão das organizações, ligadas a quesito ambiental e que melhoram a sua imagem junto aos seus clientes; questões estratégicas de preparação do seu negócio para legislações que estão em tramitação ou já aprovadas; questões econômicas, entre outras.

Diversos pesquisadores da área citam exemplos de políticas governamentais de grande relevância para o processo de reciclagem de produtos em final de vida, e que estão em pleno uso em vários países como: Alemanha, Inglaterra e Reino Unido, Japão, Taiwan, Estados Unidos. Estas políticas indicam uma preocupação dos governos com questões ambientais e seus impactos na economia e na sociedade (AIZAWA, 2008; CLOCK, 2011; LIN, 2008; OGUCHI, 2008; SHIH, 2001; XUEZHONG, 2011).

Podemos observar na figura 1 um modelo de referência do processo de desenvolvimento de produto apresentado por Rozenfeld (2006) e que divide o ciclo vida de desenvolvimento de produto em três etapas: pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento. Cada uma destas etapas possui fases que estão ligadas umas às outras. Como em um processo: que em sua entrada recebe os insumos executa a sua transformação, e gera produtos ou serviços em sua saída. Neste modelo a saída de uma fase anterior é a entrada da fase posterior, e assim sucessivamente, as fases são executadas e completadas, dando forma ao projeto do produto.

Neste trabalho a fase de interesse que se pretende relacionar com o processo de reciclagem é a do Projeto Informacional. É a primeira fase da etapa de desenvolvimento, que recebe como entrada insumos vindos da fase de Planejamento de Produto. O objetivo desta fase, como destaca Rozenfeld (2006) é: “a partir das informações levantadas no planejamento e em outras fontes, desenvolver um conjunto de informações, o mais completo possível, chamado de especificações meta do produto. [...] Este conjunto de informações deve refletir as características que o produto deverá ter para atender às necessidades dos clientes”.

O Projeto Informacional tem grande importância no ciclo de vida de projeto de produto para trazer a voz do consumidor para o projeto, considerando que consumidor pode ser qualquer um dos *stakeholders* do projeto ou da empresa.

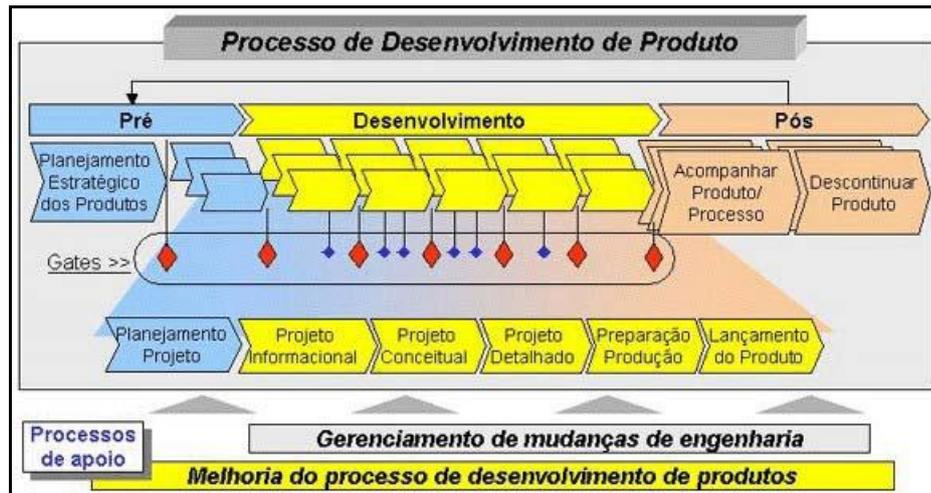


Figura 1 - Modelo de Referência de Desenvolvimento de Produto

Fonte: Rozenfeld *et al*, 2006

Na pesquisa bibliográfica realizada neste trabalho, podem-se encontrar muitas referências e estudos ligados aos métodos e processos de reciclagem, as regulamentações existentes, os impactos no meio ambiente e os esforços de governos para reduzir estes impactos. Num estudo de resultados e perspectivas futuras de eletrodomésticos no Japão, são apresentados aspectos relativos ao processo informacional ligado à reciclagem de produtos eletrodomésticos neste país. Este trabalho apresenta alguns estímulos para o *eco-design* com sistemas e identificação nos produtos de pontos de desmontagem. Cita neste trabalho informação da associação de fabricantes de eletrodomésticos de que alguns fabricantes têm reduzido o número de partes a serem desmontadas, evidenciando a aplicação de conceito de *design for disassembly*. Relata a busca de padronização no uso de elementos de fixação como parafusos, que permitem o uso de ferramentas padronizadas e simples na desmontagem destes elementos. Estas ações implicam em redução de tempos de desmontagem e menor aplicação de mão obra. Também informa a utilização de poucos tipos diferentes de materiais plásticos para aumentar a quantidade de plástico reciclado (AIZAWA, 2008).

Podem-se adicionar ou associar outras aplicações junto ao processo de reciclagem de produtos, aproveitando de sua estrutura de negócio e de logística reversa já implantada para atender a regulamentação de resíduos sólidos. Algumas destas propostas serão apresentadas neste estudo, como oportunidades que podem ser exploradas pelas empresas que estão implantando programas de reciclagem:

Produtos ou componentes trocados em prazo de garantia pelos serviços de assistência técnica podem ser enviados para as centrais de reciclagem da empresa, que analisam se a troca foi devida ou não. Esta prática pode permitir às empresas uma melhor gestão da sua rede de assistência, condicionando o pagamento dos serviços de troca de produtos ou componentes em garantia com a avaliação feita, ou então, aplicar a gestão de penalidades caso não seja devida a troca.

Envolvimento de fornecedores na análise de conjuntos ou componentes recebidos pode ser feito de forma a fazer com as empresas de sua cadeia de suprimento responsáveis pelo fornecimento peças e componentes façam a sua análise. Fornecedores de uma maneira geral são mais estruturados com equipamentos e técnicos especializados em seus produtos, e podem emitir um laudo das causas de falha de uma forma mais detalhada que a própria empresa. Esta oportunidade pode melhorar a gestão de fornecedores com o seu envolvimento dentro do ciclo de vida do produto, melhorando e propondo novas soluções de projeto em seus componentes.

Receber nas centrais de reciclagem para análise todos os produtos que sofreram sinistros em armazéns ou em parte de sua cadeia logística. Esta prática pode satisfazer requisitos de contratos com empresas seguradoras e evita o risco de que produtos com algum potencial problema possam ser colocados no mercado de forma inadvertida.

Produtos inservíveis das linhas produtivas e estoques de produtos e componentes podem ser recebidos pela central de reciclagem, que faz a sua correta desmontagem e destino apropriado de materiais. Materiais e componentes que estão em condição de uso podem ser reutilizados ou reintegrados aos estoques dentro da empresa.

Produtos vindos de distribuidores e comerciantes sem condição de venda, por exemplo: produtos de mostruário, produtos de linhas antigas, produtos danificados e que podem ter seu valor de venda e atratividade para os consumidores diminuídos.

Promoções de venda no varejo, que recompram produtos antigos dos consumidores que são usados como parte do pagamento. Esta prática foi relatada neste trabalho por uma empresa que usa desta modalidade de negócio. Aqui podem ser incluídas: promoções para troca de produtos com tecnologias mais novas, de menor consumo elétrico, com materiais ambientalmente mais adequados e promover de forma mais ampla a imagem de uma empresa social e ambientalmente responsável.

Análise vida de produtos e componentes retornadas para criar banco de dados para avaliação de confiabilidade de componentes e de produtos pela identificação de números de série de produtos e seu ano de fabricação. Pode-se avaliar componentes específicos, a evolução de melhorias em suas especificações ao longo dos anos, desgaste prematuros, taxas de falhas, o seu comportamento em final de vida, entre outras avaliações.

Produtos que retornam às centrais de reciclagem podem ser utilizados para estudos de *design for disassembly* e *recycling*, para melhorar o próprio processo de desmontagem de produtos e uma melhor maneira de reciclar os materiais.

Estas oportunidades apresentadas podem ser implantadas e serem usadas como fonte de informação e enriquecer o Projeto Informacional de produto. Alguns modelos tradicionais de ciclo de vida de produto apresentam como última etapa do produto a reciclagem, reuso ou remanufatura. A figura 2 apresenta uma proposta de utilização das informações extraídas das diversas oportunidades que a empresa pode associar ao processo de reciclagem. Estas são entradas do Projeto Informacional de produto e retorna ao ciclo de vida do produto e alimentando o ciclo de vida de projeto de produto.

Diversos estudos recentes têm analisado as práticas de gestão relativas ao lixo de equipamentos elétricos e eletrônicos (WEEE – *Waste Electrical and Electronic Equipment*) e a diretiva europeia ROHS que restringe a utilização de substâncias nocivas. Eles evidenciam uma crescente quantidade de novos produtos eletrônicos e uma conseqüente geração de grande quantidade de lixo com uma variedade de produtos que contêm com frequência materiais com potencial de danos à seres humanos e ao meio ambiente (AIZAWA, 2008; DARBY, 2005; LIN, 2008; KOMOTO, 2011; OGUCHI, 2008; ONGONDO, 2011).

Considera-se esta proposta como uma forma associada ou complementar ao processo de reciclagem que se tornou obrigatório no Brasil. As empresas podem avaliar quais as oportunidades são mais adequadas ao seu negócio. Podem implantar e criar uma sistemática de avaliação e levantamento de informação relevante ao seu produto, e inserir estas informações na fase de Projeto Informacional do desenvolvimento de produto. Espera-se que esta alternativa possa ajudar as empresas que estão implantando sistemas de reciclagem para atender a nova legislação, e aproveitar este processo para melhorar o seu produto com informação de várias fases do ciclo de vida de seu produto.

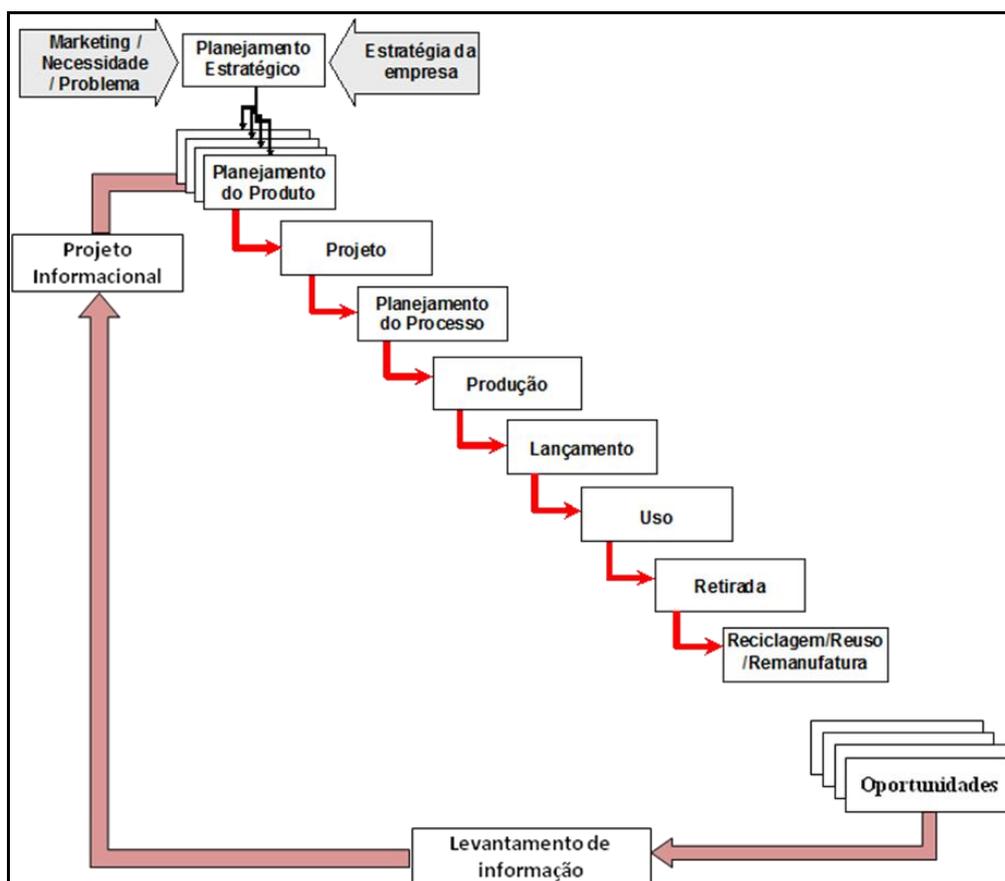


Figura 2 – Ciclo de vida do produto
Fonte: Adaptado de Rozenfeld *et al*, 2006

Considera-se esta proposta como uma forma associada ou complementar ao processo de reciclagem que se tornou obrigatório no Brasil. As empresas podem avaliar quais as oportunidades são mais adequadas ao seu negócio. Podem implantar e criar uma sistemática de avaliação e levantamento de informação relevante ao seu produto, e inserir estas informações na fase de Projeto Informacional do desenvolvimento de produto. Espera-se que esta alternativa possa ajudar as empresas que estão implantando sistemas de reciclagem para atender a nova legislação, e aproveitar este processo para melhorar o seu produto com informação de várias fases do ciclo de vida de seu produto.

São muitas as possibilidades e oportunidades que se apresentam como uma complementação do processo de reciclagem, cuja função principal é desmontar, separar os resíduos, transformá-los em matéria prima ou preparar para reutilização, e então reinseri-los na cadeia produtiva de seus produtos. Incorporá-las no processo de ciclo de vida de desenvolvimento de projeto de produto, possibilitará inserir comportamento do produto ao longo de seu ciclo de vida no projeto informacional do produto, ajudando no processo de criar produtos melhores e mais adequados.

5. Considerações finais

O processo de reciclagem de produtos vem sendo utilizado por muitas empresas de forma voluntária mesmo antes de regulamentada a legislação sobre resíduos sólidos em nosso país. As empresas que assim o fizeram por motivações de imagem perante a sociedade e seus

clientes; programas vinculados ao sistema de gestão ambiental da empresa; razões econômicas; seguirem políticas determinadas por sua controladora; estratégia de preparação de seu negócio para as legislações que mais cedo ou mais tarde entram em vigor e altera seu processo de negócio, caso da legislação de resíduos sólidos de 2010.

Diversas empresas criaram centrais de reciclagem próprias que atendem a vários programas de reciclagem da empresa como: a troca em garantia de assistência ao consumidor, sinistros em armazéns e na cadeia logística, produtos de distribuidores sem condição de venda, produtos recolhidos do mercado em função de promoções do varejo na entrega de produtos usados como parte do pagamento; produtos inservíveis das linhas produtivas; análise vida de produtos e peças retornadas para compor banco de dados de avaliação de produtos em campo; estudos de *design for disassembly* e *recycling*; envolvimento de fornecedores na análise de componentes, entre outras aplicações. As aplicações e oportunidades que a reciclagem de produtos pode oferecer às empresas são amplas, e não se esgotam aqui nos exemplos citados.

Podem ser aproveitadas pelas empresas como parte de uma agenda abrangente de entendimento de como seus produtos se comportam na sua cadeia de valor, seja no final de vida ou mesmo durante algum processo ao longo dela. Também pode com o modelo proposto trazer ao projeto informacional do produto características e informações que podem melhorar o projeto do produto em seu ciclo de vida. Integrar o processo de reciclagem no ciclo de vida de produto pode contribuir para melhorar o seu processo de desenvolvimento. Estudos podem ser realizados nas empresas que já possuem centrais de reciclagem para detalhar e medir os benefícios e resultados obtidos.

Referências

AIZAWA, Hirofumi; YOSHIDA, Hideto; SAKAI, Shin-ichi. Current results and future perspectives for Japanese recycling of home electrical appliances. **Resources, Conservation and Recycling**. Volume 52, Issue 12, October 2008, Pages 1399-1410.

BRASIL. Decreto lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **DOU - Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, p. 3 seção 1 nº 147, 3 ago. 2010.

CLOCK, Morgana; Batiz, Eduardo C.; DUARTE, Patrícia C.. Redução do impacto ambiental e recuperação de custos por meio da Logística Reversa: estudo de caso em empresa de distribuição elétrica. **Revista Eletrônica Produção em Foco**. Joinville, SC – Brasil, volume 1, n 1, Jan/Jun 2011, p.122. <<http://www.sociesc.org.br/producaoemfoco>>. Acesso em 12 de outubro de 2011.

DARBY, Lauren; OBARA, Louise. Household recycling behaviour and attitudes towards the disposal of small electrical and electronic equipment. **Resources, Conservation and Recycling**. Volume 44, Issue 1, April 2005, Pages 17-35.

GONÇALVES-DIAS, S. L. F.; SOUZA, P. F. A.; SANTOS, M. C. L.. **Reflections on Design, Sustainability and Reverse Logistics: PET packaging recycling in Brazil**. 1st International Design Management Symposium – Design to Business. Shangai. 2006.

KHAN, Zahiruddin. Cleaner production: an economical option for ISO certification in developing countries. **Journal of Cleaner Production**. Oxford-UK, volume. 16, issue. 1, Jan. 2008, p. 22-27.

KOMOTO, H. *et al.* Analyzing supply chain robustness for OEMs from a life cycle perspective using life cycle simulation. **International Journal of Production Economics**. Volume 134, Issue 2, December 2011, Pages 447-457.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. 2ªed.

LIN, Chun-hsu. A model using home appliance ownership data to evaluate recycling policy performance. **Resources, Conservation and Recycling**. Volume 52, Issue 11, September 2008, Pages 1322-1328.

MATSUTO, T.; JUNG, C. H; TANAKA, N. Material and heavy metal balance in a recycling facility for home electrical appliances. **Waste Management**. Oxford-UK, volume 24, issue 5, 2004, p. 425-436.

OGUCHI, Masahiro *et al.* Product flow analysis of various consumer durables in Japan. **Resources, Conservation and Recycling**. Volume 52, Issue 3, January 2008, Pages 463-480.

ONGONDO, F. O.; WILLIAMS, I. D.; CHERRETT, T. J. How are WEEE doing? A global review of the management of electrical and electronic wastes. **Waste Management**. Volume 31, Issue 4, April 2011, Pages 714-730.

ROZENFELD, H. *et al.* **Gestão de Desenvolvimento de Produtos**: Uma referência para melhoria do processo. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

SHIH, Li-Hsing. Reverse logistics system planning for recycling electrical appliances and computers in Taiwan. **Resources, Conservation and Recycling**. Volume 32, Issue 1, May 2001, Pages 55-72.

Site da empresa Dell. Disponível em <<http://www.dell.com.br>>. Acesso em 20 de maio de 2011.

Site da empresa Furukawa. Disponível em <<http://www.furukawa.com.br>>. Acesso em 12 de maio de 2011.

Site da empresa Natura. Disponível em <<http://www.natura.com.br>>. Acesso em 15 de maio de 2011.

Site da empresa Hewlett Packard. Disponível em <<http://www.hp.com.br>>. Acesso em 13 de maio de 2011.

Site da empresa Philips. Disponível em <<http://www.philips.com.br>>. Acesso em 18 de maio de 2011.

Site da empresa Electrolux. Disponível em <<http://www.electrolux.com.br>>. Acesso em 20 de maio de 2011.

Site da empresa Whirlpool. Disponível em <<http://www.whirlpool.com.br>>. Acesso em 29 de maio de 2011.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Glossary of Terms for Negotiators of Multilateral Environmental Agreements**, 2007. Nairobi, Kenya, 2007.

XUEZHONG, Chen; LINLIN, Jiang; CHENGBO, Wang. Business Process Analysis and Implementation Strategies of Greening Logistics in Appliances Retail Industry. **Energy Procedia**. Volume 5, 2011, Pages 332-336.