O *Design* nos Contextos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, da Produção mais Limpa e da Sustentabilidade

MIGLIANO, J. E. B.

Centro Universitário da FEI - miglianojeb@gmail.com

Resumo

O aumento da conscientização de governos, indústrias e algumas sociedades sobre os limites dos recursos naturais não renováveis e os efeitos das atividades humanas sobre a atmosfera e clima do planeta têm provocado reflexões em âmbito mundial, produzindo conceituações e compromissos, tais como: a Sustentabilidade, Produção mais Limpa, entre outras, provocando a emergência de políticas publicas que regulem essas questões, requerendo que *designers* ou projetistas de produtos, processos e modelos de gestão tenham um olhar holístico para as mesmas. Dessa maneira, o presente trabalho resgata alguns marcos históricos conceituais relevantes, alcança a atualidade e contrasta essas questões com a Política Nacional de Resíduos Sólidos e suas sinergias com a P+L, *Design for Environment*, *Life Cycle Thinking*, além de outras estratégias e ferramentas, assim como explora alguns desafios que se apresentam para *designers*, projetistas, engenheiros e administradores ao tratarem desses temas.

Palavras-chave: *Design.Políticas públicas.Life Cycle Assessment.Produção mais Limpa. Sustentabilidade.*

1. Introdução

As preocupações sobre os limites dos recursos naturais, os aspectos da poluição e geração de resíduos, sejam eles de origem natural ou antropogênica e seus impactos no ambiente do planeta, não são novos e têm ocupado as agendas de governos, empresas e sociedades a partir do final da década de 1960, lembrando que, até então, os impactos ambientais resultantes das atividades humanas eram desconhecidos, ignorados ou negligenciados por aqueles atores, ao considerarem que a diluição era a melhor solução para a poluição (BARBIERI, 2007; GUARNIERI, 2011; HUISINGH, 2013).

No princípio, os impactos gerados pelas pequenas populações sobre o ambiente do planeta eram pouco significativos. Os resíduos produzidos eram de pequena monta, amistosos à própria natureza e absorvidos com alguma facilidade. No entanto, o ser humano ao desenvolver ferramentas, processos e produtos cada vez mais elaborados para garantir não somente sua sobrevivência, mas também para aumentar o seu conforto e bem estar, passou a produzir alterações marcantes nos padrões de consumo de recursos naturais não renováveis, na geração de resíduos, como também na complexidade de tratamento dos mesmos. Além disso, os recursos econômicos necessários para mitigar os efeitos das atividades humanas sobre o planeta tornaram-se crescentes, despertando atenção e exigindo um olhar mais avançado do que a mera diluição de poluentes ou o simples aterramento de resíduos urbanos, industriais e de pós-consumo (BARBIERI, 2007; GUARNIERI, 2011; HUISINGH, 2013).

Assim, essas questões passaram a ocupar uma agenda própria no âmbito da Organização das Nações Unidas (ONU) ao promover uma primeira discussão desses temas em uma Conferência do Clima realizada em Estocolmo em 1972, seguida da criação da *World Commission on Environment and Development* (*WCED*) em 1983, quando as atenções se voltaram também para a resgate de materiais e energia, eventos seguidos pela conceituação do Desenvolvimento Sustentável, consolidada na 96ª Assembléia Geral da Nações Unidas em 1987 (BARBIERI, 2007; GUARNIERI, 2011; PHILLIP JR, 2012).

Após duas décadas de discussões e Conferências, ocorre um novo encontro, notabilizado por Rio 92, que definiu a Agenda 21 como instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis. Evento seguido pela formulação do modelo do *Triple Bottom Line* por Elkington (1997), que passou a representar a Sustentabilidade através de três pilares: *People, Profit & Planet* ou pela figura formada pela interseção simultânea de três círculos equidistantes. Devido ao grande número de referências que esse trabalho recebeu no meio acadêmico, assim como sua ampla aceitação no ambiente empresarial, tal modelo passou a ser confundido com a conceituação da ONU, mas que, sem demérito à metodologia e abordagem desenvolvidas por John Elkington, sendo impróprio referenciá-lo como idealizado por aquela organização (GUARNIERI, 2011; PHILLIP JR, 2012; BASTIANONI, 2013).

A conjunção dos esforços da ONU para o desenvolvimento industrial (UNIDO) com seus programas ambientais (UNEP) estabelece um novo paradigma para a engenharia, assim como os fundamentos estratégicos para as práticas de uma produção sustentável, ao passarem a abordar as dimensões econômicas, ambientais e tecnológicas integradas aos processos de fabricação, bem como nos produtos resultantes dos mesmos. Conceitos que são formalizados na Declaração Internacional da Produção mais Limpa (P+L) de Seoul em 1998. Essa Declaração estabelece que as ações para a proteção do meio ambiente envolvem a adoção de práticas de produção e consumo sustentáveis em âmbito mundial, devendo ensejar estratégias preventivas em contraposição às corretivas, mais usuais até a década de 1980, que visavam meramente mitigar os efeitos das atividades humanas sobre os recursos naturais e o ambiente do planeta (UNEP, 1998; UNIDO, 2002, GIANNETTI; ALMEIDA, 2006).

De forma adjacente, o setor industrial tem desenvolvido normas, ferramentas e programas de gestão diversos, alguns de natureza integrada, tais como os contemplados pelas normas ISO que tratam da qualidade, meio ambiente, responsabilidade social, segurança e saúde ocupacional, bem como outros similares às estratégias focalizadas na economia de recursos, processos e redução da geração de resíduos, tal como contempladas no Manual para o Desenvolvimento de Políticas de Produção mais Limpa – Abordagem e Instrumentos (UNIDO, 2002) ou, mais recentemente, de Sistemas de Logística Reversa (SLR) visando à reutilização, reciclagem e recuperação de recursos e energia no mesmo ciclo de fabricação ou mesmo em ciclos de produtos distintos, estabelecendo-se os conceitos de logística reversa em ciclo fechado e aberto, assim como a abordagem da ecologia industrial e dos modelos de economia circular (GIANNETTI; ALMEIDA, 2006; GUARNIERI, 2011; XAVIER; CORRÊA, 2013).

Assim, as pressões impostas pelos organismos internacionais para o estabelecimento de estratégias que visam obter um desenvolvimento sustentável passam a incorporar o contexto legal de diversos países a partir do final dos anos 80. Esse movimento principia nos países mais desenvolvidos e passa a ser seguido pelos demais, na medida em que cresce a informação e conscientização das sociedades sobre os limites dos recursos naturais e das questões ambientais (BARBIERI, 2007; PHILLIP JR, 2012).

No Brasil, após mais de vinte anos de tramitação, o Congresso Nacional edita em agosto de 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que enseja princípios, objetivos e instrumentos que visam incorporar práticas de projeto, fabricação e, principalmente, de logística reversa e destinação e tratamento de resíduos urbanos, industriais e de pós-consumo no contexto de uma produção mais limpa, visando à disposição final ambientalmente adequada de rejeitos (REVEILLEAU, 2011; PHILLIP JR, 2012, XAVIER; CORRÊA, 2013).

Ainda no caso brasileiro, a promulgação da PNRS e sua regulamentação em dezembro de 2010, não são fatos novos, uma vez que, sucedem à Política Nacional do Meio Ambiente de 1981 e a criação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) em 1982, além da própria Constituição de 1988 que, em consonância com a Resolução da ONU acima citada, estabelece no caput de seu artigo 225º que:

> *Todos têm o direito ao meio ambiente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 2001, p. 69).*

Além disso, a PNRS, como instrumento de gestão integrada de política pública, insere em seu arcabouço a questão da educação ambiental, em consonância com o § 1º, alínea IV do artigo acima citado, ao incumbir o poder público em prover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente, além de outras questões, tais como: saúde, meio ambiente, promoção de direitos, geração de emprego e renda, inclusão e participação social (REVEILLEAU, 2011, PHILLIP JR, 2012).

Nesse contexto, a tarefa de engenheiros, projetistas e administradores envolvidos no projeto ou *design* de produtos, processos e modelos de gestão, torna-se ampliada e multidisciplinar ao considerar a natureza complexa das questões ambientais e suas conexões com os aspectos biológicos, físicos, econômicos, sociais e culturais (PHILLIP JR, 2012), aspectos importantes *vis-à-vis* a PNRS (BRASIL, 2010), P+L (UNIDO, 2002) e a Sustentabilidade (ONU, 1987) objeto de abordagem neste trabalho.

2. Metodologia

Trabalho de pesquisa bibliográfica inserido no campo das ciências sociais aplicadas e da engenharia de produção, com objetivo exploratório e descritivo, com emprego da lógica dedutiva, contrastando aspectos da PNRS (BRASIL, 2010) com as estratégias da P+L, *Design for Environment (DfE)* , *Design for Recycling (DfR)* entre outros e as questões da Sustentabilidade (LAKATOS; MARCONI, 2001).

3. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

A PNRS, definida pela Lei 12.305/2010, é um instrumento moderno, complexo e ousado de política pública socioambiental, que estabeleceu um novo marco regulatório e de ordenamento administrativo para a sociedade brasileira ao definir instrumentos de comando e controle, bem como mecanismos econômicos e de mercado. Contempla o princípio poluidor-pagador e institui o principio provedor-recebedor para o tratamento de resíduos sólidos urbanos. Define um regime de responsabilidade compartilhada sobre o ciclo de vida de diversos produtos e respectivas embalagens. Elenca princípios, objetivos, instrumentos, definições e planos, obrigando todos os atores do mercado: governo, indústria, comércio, importadores, distribuidores, prestadores de serviços e consumidores, a prover uma destinação ambientalmente adequada para os resíduos gerados na manufatura e após o consumo de diversos bens. Abrange todas as fases de fabricação, priorizando redução do uso de matérias primas e da geração de resíduos de processo, agregando princípios da P+L e introduzindo o mecanismo da logística reversa ao contemplar o reuso e reinserção de materiais e energia na cadeia produtiva através da reciclagem com adição de valor. Além disso, insere nesse contexto de operações a ação das cooperativas de catadores de materiais recicláveis (REVEILLEAU, 2011; PHILLIP JR, 2012).

Dentre os mais de cinquenta artigos e um sem número de alíneas compreendidas por esse documento legal, destacam-se alguns princípios, objetivos e instrumentos interdependentes, que podem ser vinculados diretamente às abordagens da Sustentabilidade e das práticas da P+L, a saber:

a - princípios (PNRS, Art. 6º, BRASIL, 2010):

*I - a **prevenção** e a **precaução*** (grifo nosso)*;*

*V - a **ecoeficiência**, mediante a compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta* (idem)*;*

*VII - a responsabilidade compartilhada pelo **ciclo de vida dos produtos*** (ibidem)*;*

VIII - o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania;

b - objetivos (PNRS, Art. 7º, BRASIL, 2010):

II - não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;

*III - estímulo à adoção de **padrões sustentáveis de produção** e consumo de bens e serviços* (grifo nosso)*;*

*IV - adoção, desenvolvimento e aprimoramento de **tecnologias limpas** como forma de minimizar impactos ambientais* (idem)*;*

*VI - incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista **fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados*** (ibidem)*;*

b - instrumentos (PNRS, Art. 8º, BRASIL, 2010):

*VI - a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de **novos produtos, métodos, processos e tecnologias** de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos* (grifo nosso)*;*

VII - a pesquisa científica e tecnológica;

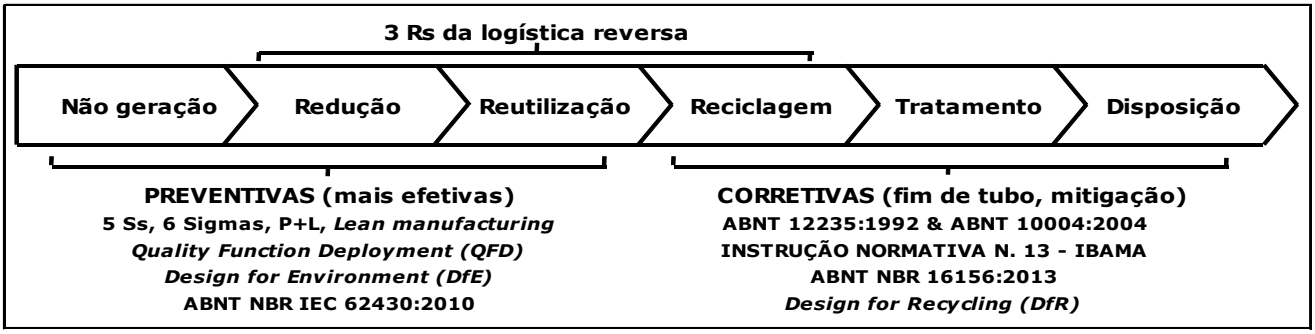
VIII - a educação ambiental;

IX - os incentivos fiscais, financeiros e creditícios;

Entre as diversas diretrizes estabelecidas pela PNRS, faz-se oportuno destacar o Art. 9º que prioriza um dos objetivos acima citados para o tratamento dos resíduos conforme ilustradas na Fig. 1 a seguir.

Essa figura apresenta uma visualização da escala de prioridades correlacionadas com os "3 Rs fundamentais da logística reversa" (MIGLIANO et al., 2014), acrescida da citação de algumas normas locais e metodologias amplamente conhecidas que concorrem para a adoção de práticas sustentáveis a partir da fase de concepção, fabricação, uso, descarte e tratamento de produtos pós-consumo, tal como indicadas nos termos acima grifados, sintetizadas e discutidas a seguir.

Fig. 1 - Escala de prioridades conforme PNRS Art. 9º (BRASIL, 2010)



Fonte: elaborado pelo autor.

Sintetizando e discutindo os demais termos e elementos apostos sobre e sob a escala de prioridades ilustrada na porção superior da Fig. 1, temos:

a - 3 Rs da logística reversa: redução - do consumo de matérias primas e energia ou mesmo da geração de resíduos; reutilização - prolongar o ciclo de vida dos produtos, reaproveitar componentes ou materiais; reciclagem - reaproveitar materiais e energia reduzindo o volume de rejeitos;

b - PREVENTIVAS: desde as mais singelas, como: ordem, arrumação e limpeza, contempladas pela ferramenta dos "5 Ss", a prevenção de não conformidades ensejada pela metodologia mais complexa dos "6 Sigmas" e as práticas de redução de perdas da P+L e do *Lean Manufacturing*. Contribuem também nesse sentido o *Quality Function Deployment (QFD)* ao trazer para a fase de projeto a interpretação das demandas dos consumidores (CRISTIANO et al., 2000), notadamente quando envolvem valores da sustentabilidade, assim como outras conceituações como a do *Design for Environment (DfE)* discutido por De Britto & Dekker (2003) ou, mais recentemente, do Projeto Ambientalmente Consciente para Produtos Eletroeletrônicos (ABNT NBR IEC 62430:2010), baseada em normas internacionalmente aceitas;

c - CORRETIVAS: no caso brasileiro, além das abordagens consideradas pela série internacional de normas ISO que tratam dos aspectos ambientais, as normas ABNT 12235:1992 e ABNT 10004:2004, como também a Instrução Normativa N. 13 do IBAMA, estabelecem a classificação e metodologia requerida para a disposição final apropriada de rejeitos. A norma ABNT NBR 16156:2013, recém editada, trata particularmente da manufatura reversa de produtos e sistemas eletroeletrônicos (MIGLIANO et al., 2014), assim como o *Design for Recycling (DfR)* (DE BRITTO; DEKKER, 2003), contribuem para a redução da geração ou, pelo menos, da gestão e gerenciamento da destinação de resíduos e disposição final de rejeitos ambientalmente adequadas.

Alguns aspectos mais relevantes das estratégias Produção+Limpa, os desafios do *DfE* e *DfR,* entre outros, que concorrem para a Sustentabilidade, serão apresentados, discutidos e contrastados com a PNRS no item a seguir, foco do presente trabalho.

4. Desafios do *design vis-à-vis* a PNRS, Produção mais Limpa e a Sustentabilidade

Retomando o objetivo apresentado na introdução deste trabalho, compete fazer uma reflexão inicial sobre o significado do verbete *design*, que corresponde a uma atividade criativa de engenheiros, projetistas ou administradores, exercida durante o desenvolvimento de produtos, processos de fabricação, planos e modelos de gestão, visando atender às demandas dos indivíduos e organizações com o objetivo claro de responder como esses produtos, processos e modelos devem ser concebidos e funcionar, assim como, que resultados devem produzir. Objetivos que se contrapõem a uma definição mais comum de que o *design* é uma atividade que se ocupa de aspectos estéticos ou de aparência, particularmente, para artigos de uma era de produção em massa. Segundo esse enfoque, o *design* do produto pode se posicionar como um diferencial competitivo e, não raramente, em elemento de persuasão para que as pessoas adquiram alguma coisa que não necessitam, com recursos que não dispõem, para impressionar outras que não se importam com isso (NORMAN, 2002; PAPANEK, 2009).

Os primeiros estudos de Papanek foram desenvolvidos entre 1963 e 1970, todavia pouco aceitos naquela oportunidade. No entanto, na atualidade, Papanek se posiciona como um "crítico bastante respeitado do *design* industrial moderno e dos excessos frívolos que resultam em produtos caros, mal concebidos e de difícil operação" (NORMAN, 2002, p. 239), assim como infere que o "*design* deve se tornar uma ferramenta multidisciplinar e inovadora, altamente criativa e que corresponda às reais necessidades dos indivíduos. Devendo ser mais orientado por pesquisas e deixar de simplesmente consumir recursos em objetos e estruturas mal concebidas" (PAPANEK, 2009, p. x).

Dessa maneira e corroborando o primeiro significado acima descrito de uma forma ainda mais ampla, a atividade de *design* ou projeto do produto é um processo criativo, evolutivo e realimentado de forma contínua, que se transforma em uma poderosa ferramenta capaz de redesenhar suas próprias características e os recursos e métodos requeridos para a fabricação do mesmo, provocando impactos no consumo de recursos naturais, no meio ambiente, na economia e na sociedade, assim como no comportamento dos seres humanos (NORMAN, 2002; PAPANEK, 2009).

Sob esse prisma, os profissionais incumbidos da condução desse processo também devem estar informados e atentos para a aplicação dos conceitos da Sustentabilidade, dos compromissos da P+L e dos princípios e objetivos da PNRS, tais como: prevenção, padrões sustentáveis de produção, ecoeficiência, emprego de tecnologias limpas, entre outros, recém citados.

Portanto, ao focar o princípio da ecoeficiência estabelecido pela PNRS (Art. 6º, alínea V, BRASIL, 2010) em paralelo com o quarto compromisso da P+L (UNEP, 1998); que visa à pesquisa e desenvolvimento de soluções inovadoras de políticas, organizações, produtos e serviços que empreguem estratégias preventivas, sem olvidar a eficiência ambiental e a satisfação das necessidades dos consumidores. O primeiro desafio que se apresenta para o *designer* ao iniciar o projeto de um produto ou serviço, é o da interpretação das demandas e reais necessidades humanas quanto aos requisitos que os mesmos devem apresentar, considerando que o "*design*, em primeira instância, é um ato de comunicação entre o usuário final e o projetista do produto ou serviço, significando que deve existir um entendimento profundo dos anseios da pessoa com quem o designer está se comunicando" (NORMAN, 2002, p. x).

Nesse contexto, torna-se relevante abordagem estruturada do *Quality Function Deployment (QFD)*, ferramenta que considera as demandas e valores do consumidor a partir do processo de desenvolvimento do produto e da definição de seu modelo conceitual, assim como nas etapas subsequentes de sua fabricação. Essa ferramenta foi desenvolvida no Japão a partir do final da década de 1960, quando a indústria japonesa rompe com o modelo de fabricação baseado na imitação de produtos que vigorou após a II Guerra Mundial, passando a adotar um novo paradigma para o desenvolvimento baseado na originalidade, em um ambiente de qualidade em franco desenvolvimento. Tal ferramenta consiste em um sistema matricial que promove a conexão entre os diversos atributos e aspectos valorizados pelos consumidores e que devem ser integrados à fase de concepção e desenvolvimento do produto, associando e considerando informações de um *benchmarking* competitivo e ligando todas essas informações ao projeto dos sistemas de produção (CRISTIANO et al., 2000).

Entretanto, a aplicação dessa ferramenta exige o concurso de uma equipe multidisciplinar em todas as fases, que, mais recentemente, devem contemplar também atributos adicionais quanto à sustentabilidade, valorizados ou não pelos consumidores e demais partes interessadas, assim como sobre as possibilidades de ampliar a vida do produto, ou que favoreçam a recuperação de componentes, ou sua reciclagem em processos que permitam o resgate de materiais e energia, como também com a redução da geração de resíduos e rejeitos, concorrendo assim com a PNRS, P+L e Sustentabilidade (CRISTIANO et al., 2000; GIANNETTI; ALMEIDA, 2006; XAVIER; CORRÊA, 2013).

Diante do exposto, emergem estratégias que o *designer* ou projetista deve considerar ao exercer sua atividade, tais como: evitar, reduzir, prolongar a vida e recuperar recursos, que podem ser sintetizadas em ações preventivas ou corretivas, ou compreendidas por uma estratégia mais abrangente, *Design for Environment (DfE)*, que pode englobar outras abordagens de projeto de produtos e processos mais específicas designadas por "X". Assim essa variável pode, por exemplo, se referir à Qualidade (*Design for Quality - DfQ)*, ao visar a redução de não conformidades ou à Manufatura (*Design for Manufacturing - DfM*), ao melhorar processos e otimizando a aplicação de recursos de fabricação, além de outras discutidas a seguir (GIANNETTI; ALMEIDA, 2006; XAVIER; CORRÊA, 2013).

Algumas dessas estrtégias podem concorrer de forma sinérgica alavancando efeitos positivos como os observados entre o *DfQ* e *DfM*. Outras, no entanto, tal como o *Design for Recicycling (DfR)*, que visa o resgate de materiais e energia, bem como o reaproveitamento dos mesmos; pode ficar comprometida por processos que otimizam a fabricação e montagem de componentes ou, ainda, que prejudicam ou até inviabilizam outras alternativas, tais como: o *Design for Disassembly (DfD)*, que favorece a desmontagem para serviços de manutenção, reparo ou repotencialização, ou *Design for Servicing (DfS)*, ou a manufatura reversa para o resgate de materiais e favorecendo a canibalização e reuso de

componentes. Esta última situação é designada algumas vezes por *Design for Remanufacturing*, quando partes de um produto que já cumpriu sua função são utilizadas para montar um item novo, que poderá apresentar características similares ou até superiores ao anterior, ampliando o ciclo de vida dos recursos empregados originalmente (GIANNETTI; ALMEIDA, 2006; XAVIER; CORRÊA, 2013).

Nesse contexto, compete ao *designer* ou equipe multidisciplinar, tal como preconizada pela abordagem *QFD*, considerar e ponderar essas diversas estratégias e alternativas desde a fase inicial do projeto e da definição de seu modelo conceitual, emergindo como ferramenta importante para essas ponderações a aplicação sistemática do *Life Cycle Thinking (LCT)* ou *Life Cycle Assessment (LCA)*, ou ainda Análise do Ciclo de Vida (ACV), conforme citada na PNRS (Art. 6º, alínea VI, BRASIL, 2010), todavia, empregada no texto legal somente para a conceituação da responsabilidade compartilhada para todo o ciclo de vida do produto (PIGOSSO; SOUSA, 2011; MIGLIANO et al., 2014).

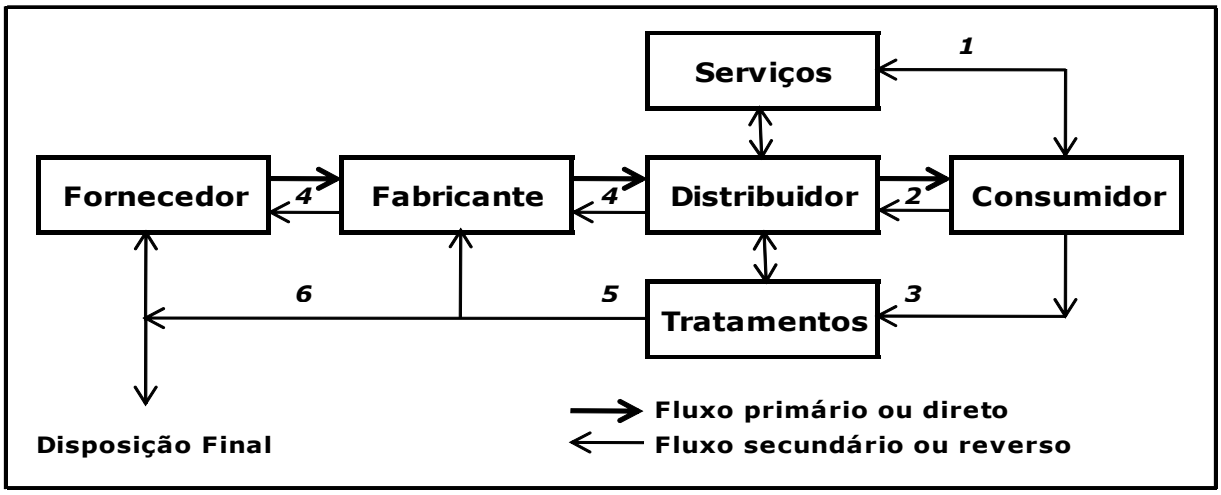
Dessa maneira, ao adotar uma estratégia *DfE* ou ainda *Ecodesign*, emerge um desafio adicional para o *designer*, pois a metodologia de abordagem da ACV, como ferramenta estruturada e normatizada (ABNT NBR ISO 14040:2009 e ABNT NBR ISO 14044:2009), poderá demandar conhecimentos e treinamento específicos ou até o concurso de especialistas externos. No entanto, não se pode relegar para um segundo plano a importância do emprego da ferramenta ACV para ponderar os aspectos e impactos ambientais gerados por um novo produto, devendo ser aplicada de forma sistemática em todas as etapas de desenvolvimento, desde sua concepção até o fim de sua vida útil, uma vez que, cerca de 70% dos custos finais de um produto são determinados na fase inicial de sua concepção, além de reduzir os riscos de não atender às questões ambientais de forma preventiva ou gerando custos adicionais de mitigação (GIANNETTI; ALMEIDA, 2006; BIRCH et al., 2012; XAVIER; CORRÊA, 2013).

Complementando esta seção, um dos objetivos de destaque da PNRS, que também concorre com a P+L e Sustentabilidade, trata da implantação de Sistemas de Logística Reversa (SLR) para os resíduos urbanos (PNRS, Art. 7º, alínea X, BRASIL, 2010) e, em paralelo, (PNRS, Art. 33º, §1º, BRASIL, 2010), em regime de responsabilidade compartilhada por todo o ciclo de vida do produto, para um grupo seleto de bens de consumo, devido sua periculosidade ou volume impactante para o meio ambiente, tais como: *a* - agrotóxicos; *b* - pilhas e baterias; *c* - pneus; *d* - óleos lubrificantes; *e* - lâmpadas fluorescentes e de vapores de sódio, mercúrio e mistas; *f* - produtos eletroeletrônicos, bem como das embalagens dos itens *a* e *d* citados, além de outras de materiais diversos para produtos de higiene pessoal e domisanitários (GUARNIERI, 2011; XAVIER; CORRÊA, 2013; MIGLIANO et al., 2014).

Vencido o prazo limite de agosto de 2014 para a implantação dessas estratégias e procedimentos, assim como da formalização de planos gestores e de gerenciamento de resíduos urbanos nas três esferas governamentais e da formalização de acordos setoriais para os bens de consumo enumerados no parágrafo acima, somente cerca de 10% dentre os mais de 5500 municípios do país cumpriram aqueles requisitos, assim como ainda continuam pendentes de definição os acordos setoriais para diversos itens, tais como: as lâmpadas, os produtos eletroeletrônicos e as embalagens em geral. Essa situação em parte é devida aos aspectos e interesses conflitantes existentes entre os atores envolvidos nesses processos, sinteticamente: governo, indústria e sociedade e parte devido à complexidade intrínseca aos produtos, processos e tecnologias requeridas para tal, revestindo-se em desafios ainda a serem vencidos pela academia e por pesquisadores, engenheiros, administradores, *designers* e projetistas de produtos, processos e de modelos de gestão, particularmente para Sistemas de Logística Reversa (SLR) (HERZOG, 2013; XAVIER; CORRÊA, 2013; MIGLIANO et al., 2014).

A Figura 2 a seguir, baseada no modelo de gestão de recuperação de produtos apresentada por Thierry et al., (1995), um dos primeiros autores a abordar de forma integrada esses aspectos, ilustra as interações entre esses diversos atores envolvidos e as principais atividades requeridas, bem como a taxonomia dos diversos processos que os *designers* e projetistas devem considerar:

Fig. 2 - Cadeia de Suprimentos Integrada - opções de recuperação



Fonte: elaborado pelo autor baseado em Thierry et al., (1995)

A Fig. 2 acima representa em sua parte central a cadeia de suprimentos direta ou o fluxo primário dos recursos em um sistema geral de produção. Thierry et al. (1995) desdobra ainda mais esse processo ao considerar a fabricação de partes, montagem de módulos e montagem do produto final, sintetizadas acima pelos blocos Fornecedor e Fabricante. No entanto, Thierry et al., (1995) não contempla o bloco de Tratamentos, que se torna relevante para efeito deste trabalho, pois no contexto da PNRS existe a diferenciação entre destinação ou tratamento de resíduos recicláveis e a disposição final de rejeitos, ao se esgotarem as possibilidades de resgate de recursos por processos viáveis.

A notação *1* representa as interações do consumidor final com prestadores de serviços de manutenção, reparo ou repotencialização do bem. Esse bloco poderá atuar também na atividade de remanufatura, empregando componentes novos ou canibalizados, todavia sob licença e controle do fabricante.

A notação *2* corresponde às devoluções por não conformidade ou em garantia, podendo representar também o retorno de um produto em condições de uso para o mercado, considerando que, para efeitos de simplificação desse modelo, o bloco Distribuidor pode assumir um papel ainda mais amplo como agente de comercialização, tal como provido pela *Internet* para as transações *Consumer to Consumer* (*C2C*) de artigos de segunda mão e seu reuso, ou ainda quando o distribuidor deve integrar o Sistema de Logística Reversa, tal como prescrito em Lei (PNRS, Art. 3º, alíneas I e XVII, BRASIL, 2010).

A notação *3* representa a destinação de produtos pós-consumo para tratamento por terceiros que podem atuar em parceria com os fabricantes, quando estes não provêm esses serviços. Não estão representadas, no entanto, as atividades de recebimento ou coleta, triagem e classificação, fundamentais e imprescindíveis para todos os processos de logística reversa de produtos e resíduos.

A notação *4* corresponde às devoluções por não conformidade ou os fluxos reversos na cadeia direta, quando esta também se ocupa das atividades de resgate de materiais em um SLR integrado.

O bloco que ilustra Tratamentos corresponde às diversas atividades abordadas nas seções anteriores, tais como: desmontagem ou manufatura reversa, canibalização de componentes para remanufatura (*5*) ou reciclagem (*6*), que assim retornam para a cadeia produtiva, ou, ao final, quando esgotadas as possibilidades de resgate de materiais e energia, técnica e economicamente viáveis, tornam-se resíduos para incineração ou rejeitos finais para disposição ambientalmente adequada.

Sintetizando o exposto, o *design* é uma atividade criativa contínua, complexa e retroalimentada, que deve alcançar até a fase de fim de vida do produto e de seu retorno na cadeia produtiva, valorizando as demandas dos usuários e demais partes interessadas, ponderando em todas as fases do ciclo de vida do produto os aspectos e possíveis impactos ambientais, atuando na definição e revisão do modelo conceitual do produto e de seu processo de produção, distribuição e consumo, com o objetivo de minimizar o emprego de recursos e da geração de resíduos, bem como da prevenção de perdas.

5. Considerações finais

A seção inicial apresentou um histórico dos principais marcos conceituais e compromissos que regem as questões da Sustentabilidade e da Produção mais Limpa, alcançando, no caso brasileiro, o dispositivo atual de política pública, que estabelece princípios, objetivos e instrumentos, além de obrigações para governos, indústria e sociedade quanto ao tratamento de resíduos urbanos e de pós-consumo de bens e serviços diversos, sua destinação e disposição ambientalmente adequadas, seguida por uma discussão de alguns desses tópicos contrastados com os compromissos da P+L, além de algumas estratégias, ferramentas e normas que promovem um olhar mais estruturado para as questões que envolvem o emprego de recursos naturais e de energia nos processos de fabricação.

Diante desse amplo espectro, emergiram os *desafios* que designers, projetistas, engenheiros e administradores se deparam ao idealizar, produtos, processos e modelos de gestão que, de maneira eficaz e eficiente, devem corresponder às demandas dos indivíduos quanto às suas reais necessidades de consumo de bens e serviços, em um contexto de técnicas complexas de solução de conflitos entre o que preservar e o que consumir; o que, quando e como reusar, reciclar, resgatar, destinar ou dispor, que devem ser ponderados por ferramental estruturado e normatizado, que, no entanto, pode requerer uma ampliação de conhecimento formal, além de experiências multidisciplinares ou exigir o concurso de terceiros especialistas, particularmente, para aplicar a abordagem do *Life Cycle Thinking (LCT)*, fundamental para esses processos.

Concluindo, o presente trabalho, desprovido da pretensão de esgotar essa temática, visou apresentar elementos que permitam a reflexão sobre os processos envolvidos, diferentes enfoques, algumas normas relacionadas, bem como referências que permitam aos neófitos se familiarizarem com essas questões ou que pares se aprofundem em temas e campos mais específicos de pesquisa.

6. Referências

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - As normas citadas são disponíveis para venda no endereço: www.abnt.org.br.

BARBIERI, J. C., 2007. Gestão ambiental empresarial. Saraiva, São Paulo.

BASTIANONI, S., 2013. Unsustainability: a sindrome of human systems. 4th International Workshop on Advances in Cleaner Production. UNIP, São Paulo.

BRASIL, 2010. Lei 12305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9605, de 12 de fevereiro de 1968; e dá outras providências. Diário Oficial da União (DOU), 03 ago. 2010, Planalto, Casa Civil, DF, Brasília.

BIRCH, A.; HON, K. K. B.; SHORT, T., 2012. Structure and output mechanisms in Design for Environment (DfE) tools. Journal of Cleaner Production, v. 35, p. 50-58. Elsevier, New York.

CRISTIANO, J. J.; LIKER, J. K.; WHITE III, C. C., 2000. Customer-driven product development through QFD in U.S. and Japan. Journal of Innovation Management, i. 17, p. 286-308. Elsevier, New York.

DE BRITTO, M. P.; DEKKER, R., 2003. A framework for reverse logistics. Erasmus Research Institute of Management (ERIM), Rotterdam.

ELKINGTON, J., 1997. Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business. Oxford: Capstone Publishing.

GIANNETTI, B. F.; ALMEIDA, C. M. V. B., 2006. Ecologia industrial: conceitos, ferramentas e aplicações. São Paulo: Blücher.

GUARNIERI, P., 2011. Logística reversa: em busca do equilíbrio econômico e ambiental. Clube de Autores, Recife.

HERZOG, A. L., 2013. O que aprender com a exceção. Exame, 1035 ed., a. 47, n. 3, p. 42. Abril, São Paulo.

HUISINGH, D., 2013. From "dilution is the solution to pollution" to "regional sustainable development" is the solution for improved quality of life for all: a long and challenging journey. 4th International Workshop for Advances in Cleaner Production. UNIP, São Paulo.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A., 2001. Metodologia do trabalho científico. 6. ed. Atlas, São Paulo.

MIGLIANO, J. E. B.; DEMAJOROVIC, J. XAVIER, L. H., 2014. Shared responsibility and reverse logistics systems for e-waste in Brazil. Journal for Operations and Supply Chain Management - JOSCM. v. 7, n. 2, Jul. / Dec. 2014, FGV, São Paulo.

NORMAN, D. A., 2002. The design of everyday things. Basic Books, New York.

PAPANEK, V., 2009. Design for real world: human ecology and social change. Academy Chicago Publishers, Chicago.

PHILLIP JR, A., 2012. Política Nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. Manole, São Paulo.

PIGOSSO, D. C. A.; SOUSA, S. R., 2011. Life cycle assessment (LCA): discussion on full-scale and simplified assessments to support the product development process. 3rd International Workshop for Advances in Cleaner Production. UNIP, São Paulo.

REVEILLEAU, A. C. A., 2011. Política Nacional de Resíduos Sólidos: aspectos da responsabilidade dos geradores na cadeia do ciclo de vida do produto. Revista Internacional de Direito e Cidadania, n.10, p. 163-174, São Paulo.

THIERRY, M.; SALOMON, M.; VAN NUNEN, J.; VAN WASSENHOVE, L., 1995. Strategic issues in product recovery. California Mangement Review, v. 37, n. 2. UC Berkeley, Berkeley.

UNEP, 1998. United Nations Environment Programme. International Declaration on Cleaner Production. UNEP, Seoul.

UNIDO, 2002. United Nations Development Organization. Manual on Development of Cleaner Production Policies - Approaches and Instruments. Gidelines for National Cleaner Productions Centers and Programmes. UNIDO CP Programme, Vienna.

XAVIER, L. H.; CORRÊA, H. L., 2013. Sistemas de logística reversa: criando cadeias de suprimento sustentáveis. Atlas, São Paulo.