

Design do Ciclo de Vida do Produto e Produção mais Limpa: uma reflexão aplicada à produção de estofados

Product Life Cycle Design and Cleaner Production: a reflexion applied to production of upholstered furniture

RAPÔSO, Áurea; Doutoranda; Universidade Federal da Bahia e Instituto Federal de Alagoas
aurearaposo@ig.com.br

CÉSAR, Sandro Fábio; Dr; Universidade Federal da Bahia
sfcesarpaz@uol.com.br

KIPERSTOK, Asher; PhD; Universidade Federal da Bahia
asher@ufba.br

Resumo

Este artigo apresenta reflexão sobre aspectos ambientais e organizacionais obtidos em análise do processo de fabricação de estofados no Arranjo Produtivo Local (APL) de Móveis do Agreste do Estado de Alagoas, Brasil. Os dados foram coletados em empresa de pequeno porte selecionada para estudo de caso. Os resultados indicam a necessidade de estudos avançados para identificar possíveis modificações no produto e/ou no processo de fabricação dos estofados e sugerem a necessidade de aplicação futura de Avaliação do Ciclo de Vida em um dos estofados, visando à ampliação do escopo de análise.

Palavras-chave: ecologia industrial, design do ciclo de vida, produção mais limpa, produção moveleira, estofados

Abstract

This article presents reflexion about environmental and organizational aspects that were obtained from an analysis of the process of manufacturing upholstered furniture at the Furniture Cluster in the State of Alagoas, Brazil. Data were collected in the small company selected for the study case. The results indicate the need for further studies to identify possible modifications in the product and/or in the processes of production of the upholstered furniture and suggest the need for the future application of Life Cycle Assessment in one of the upholstered pieces of furniture to broaden the scope of analysis.

Key words: industrial ecology, life cycle design, cleaner production, furniture production, upholstered furniture

1 Introdução

A indústria moveleira no mundo é uma das mais tradicionais e envolve a produção de bens duráveis. Em geral, o processo de produção de móveis encontra-se estruturado em sistema de manufatura semi-industrial, sobretudo na produção de pequena escala. Os processos de fabricação desse tipo de sistema apresentam limites em relação ao uso eficiente e racional dos materiais. Também apresentam limites quanto à redução das perdas que dele decorre. O que exige maior difusão de conhecimento e inovação tecnológica, bem como o repensar do processo de desenvolvimento dos móveis e o próprio design a eles associado (VEZZOLI, 2010, FERREIRA et al., 2008; MANZINI; VEZZOLI, 2005).

Como indica Ferreira et al. (2008), a Revolução Industrial e as sucessivas modificações nos processos de produção com a mecanização e a automatização alteraram sensivelmente o processo artesanal de fabricação de móveis, se considerarmos que houve padronização e aumento de escala em busca de maior produtividade e mercado. Além disso, os produtos moveleiros migraram para industrialização ou semi-industrialização. Alguns aspectos dessa evolução vinculam-se ao aperfeiçoamento do design ao longo do tempo, bem como do acesso a novas tecnologias e ferramentas que modernizaram e aceleraram o processo produtivo na indústria moveleira.

Em paralelo, de acordo com Kazazian (2003), e mais recentemente, Vezzoli (2010), Silva e Medeiros (2006), Manzini e Vezzoli (2005) e Kiperstok et al. (2002), a incorporação de requisitos ambientais no processo de produção industrial (ou semi-industrial) seguiu o percurso do tratamento da poluição (políticas, programas e técnicas de fim-de-tubo), que visa neutralizar os efeitos ambientais negativos gerados pelas atividades produtivas; até o atual nível de atuação, que incentiva a interferência nos processos produtivos poluentes, a partir de propostas de implantação de tecnologias limpas direto na fonte.

Toda essa trajetória busca estimular o redesenho ou redesign dos produtos em futuro próximo, com vistas a atingir a Produção mais Limpa (P+L), pautada em ações de Prevenção da Poluição (P2); e, mais adiante, atingir a Ecologia Industrial (EI), alicerçada no uso eficiente dos recursos. Silva e Medeiros (2006, p. 413, *itálico dos autores*) destacam que a Produção mais Limpa objetiva “a identificação de oportunidades que possibilitem melhorar a eficiência, sem acréscimo de custos para a empresa. A implementação do programa pode envolver um ciclo de estratégias de *design* em todas as fases do processo, passando a envolver todo o ciclo de vida”.

A Ecologia Industrial tem sido vista como uma abordagem prática e sistêmica para a sustentabilidade no sistema industrial e um dos caminhos que pode fornecer soluções concretas em médio e longo prazo. De acordo com Erkman (2001) a Ecologia Industrial explora a dualidade positiva entre sistema industrial e natural. O sistema industrial é considerado como certo tipo de ecossistema industrial, descrito como distribuição específica de fluxos de materiais, energia e informação. Isso implica em que todo sistema industrial depende de recursos e serviços prestados pelo sistema natural, do qual não podem ser dissociados.

Para Chertow (2000) Ecologia Industrial define-se como uma visão sistêmica do sistema industrial que permite analisá-lo de forma integrada aos subsistemas que o compõem e aos subsistemas que estão ao seu redor. Busca otimizar os fluxos de materiais, desde matérias-primas virgens, materiais processados, componentes, subprodutos a produtos obsoletos e/ou descartados.

A Ecologia Industrial sugere interação dos sistemas industriais com a biosfera e a utilização do design dos ecossistemas para orientar o redesign dos sistemas industriais. A ideia é que uma teia de interações entre empresas se estabeleça de tal forma que as perdas produtivas de uma venham a se tornar matéria-prima para outra. As interações migram para além da planta industrial e dos limites intra-empresa e atinge o universo de relações entre empresas. Tudo isso mediado por estratégias de Produção mais Limpa. Os ecossistemas industriais conduzem a Produção mais Limpa para interações das empresas (em uma região específica ou parque industrial) com o ecossistema local e o global. O objetivo é conseguir melhor desempenho industrial, associado a limitações do território (CHERTOW, 2000; LOWE; EVANS, 1995).

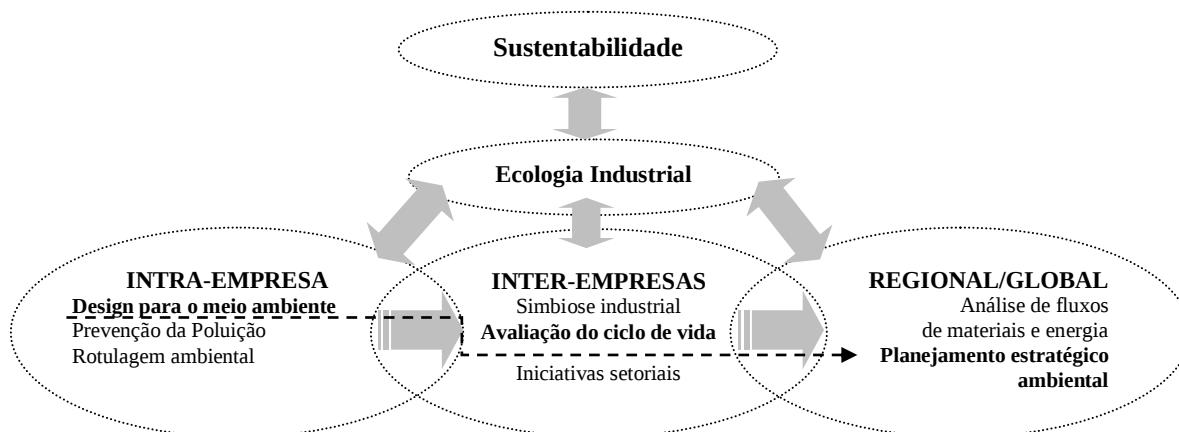


FIGURA 1 – Níveis de atuação da Ecologia Industrial

Fonte: Adaptado de Chertow (2000)

A Ecologia Industrial atua em três níveis: intra-empresa, inter-empresas e regional-global, conforme ilustra a Figura 1 (CHERTOW, 2000). Com base nessa figura, observa-se que a transição de insustentável para sustentável é um processo evolutivo gradual e mais provável de ser introduzido ao nível local. Isto é, no nível intra-empresa, migrando posteriormente e de forma programada para os demais níveis. Principalmente, se considerarmos empresas de micro e pequeno porte, agrupadas em Arranjo Produtivo Local (ou APL).

Aqui se destaca a possível contribuição do APL como célula indutora de transformação social, ambiental, econômica e organizacional para melhoria do desempenho das empresas nos níveis: [a] intra-empresa, através do Design para o meio ambiente + Avaliação do ciclo de vida (ACV); e [b] inter-empresas, por intermédio de Simbiose industrial + ACV; e, por consequência gradual, no nível local-regional-global, via Planejamento estratégico ambiental (observe seta tracejada na Figura 1). Contudo, para que isso aconteça, é fundamental que haja uma visão estratégica e cooperativa consistente entre empresas para a gestão e produção no âmbito do

APL, bem como mecanismos de eficiência coletiva e de governança local (OLAVE; AMATO NETO, 2001). Em síntese, as oportunidades de melhoria transitam no diálogo entre Produção mais Limpa, Ecologia Industrial e as ferramentas de design; dentre elas, o Design do Ciclo de Vida (LCD ou DfE ou ainda Ecodesign).

Pêgo et al. (2012) e Pigosso et al. (2010) destacam que o Ecodesign (terminologia européia) ou *Design for Environment* – DfE (terminologia dos EUA) visa melhorar o desempenho ambiental do produto, cujo processo de desenvolvimento alinha-se aos conceitos de desenvolvimento sustentável e de ciclo de vida. Ainda para os autores, pode ser visto como atividade de design estratégico estabelecido para conceber e desenvolver soluções sustentáveis para sistemas de produtos e serviços. E ainda como uma abordagem de gestão pró-ativa que dirige o desenvolvimento de produtos para redução de impacto ambiental em todo o seu ciclo de vida, sem comprometer outros critérios como desempenho, funcionalidade, estética, qualidade e custo.

Diante do exposto, este artigo apresenta os primeiros resultados obtidos com a análise preliminar do processo de fabricação de estofados no APL de Móveis situado na região do Agreste do Estado de Alagoas (Brasil), a partir dos conceitos de Ecologia Industrial, Produção mais Limpa e Design do Ciclo de Vida do Produto, aplicados em estudo de caso em uma pequena empresa estofadora do APL. Além disso, integra o conjunto de atividades de pesquisa de doutorado em andamento, desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial (PEI) da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia (UFBA).

2 Metodologia

Os procedimentos metodológicos iniciam com a revisão dos resultados obtidos em pesquisa exploratória de abordagem qualitativa (MIGUEL, 2010), realizada através de estudo de caso em empresa de estofados do Arranjo Produtivo Local de Móveis do Agreste do Estado de Alagoas, Nordeste do Brasil, mais especificamente na cidade de Arapiraca. Embora o polo moveleiro seja de construção recente, datado de 2004 aos dias atuais, a produção de móveis no Agreste do Estado de Alagoas (Brasil) é uma das mais tradicionais atividades econômicas da região. Sua origem vem desde a criação e comercialização de móveis populares da Feira Livre de Móveis, há cinquenta anos. A produção moveleira local passou por toda uma trajetória de produção artesanal das fabriquetas e marcenarias familiares e de fundo de quintal até as atuais oficinas e fábricas de pequeno porte das empresas moveleiras, de produção artesanal e/ou semi-industrial.

Esse polo moveleiro contempla cerca de 60 empresas de micro e pequeno porte, atuantes principalmente nos setores de móveis de madeira e estofados na cidade de Arapiraca. O setor de estofados apresenta 12 empresas, sendo nove formalizadas e três não formalizadas. Embora o setor de móveis de madeira seja o mais expressivo no APL moveleiro do Agreste de Alagoas (NE, Brasil), o setor de estofados agrega maior número de materiais e produtos intermediários na produção dos produtos; como por exemplo, a própria madeira serrada e a placa compensada, espuma e fibra sintéticas, molas, percintas elásticas e/ou de borracha de pneu, tecidos (naturais

e/ou sintéticos) para avaliação dos impactos ambientais associados à produção.

A empresa do estudo de caso foi selecionada por meio de uma amostragem não probabilística, mas intencional, visando privilegiar a coleta qualitativa de informações, que garantissem consistência significativa à análise diagnóstica desse estudo. Para a seleção, foram utilizados dados constantes no cadastro 2010 do Programa de Arranjos Produtivos Locais do Estado de Alagoas (PAPL), fornecidos pela Gestão Local desse polo moveleiro; e, consulta à Associação dos Moveleiros do Agreste do Estado de Alagoas (AMAGRE), quanto às empresas associadas de pequeno porte e formalizada.

Por um lado, o cruzamento dos dados institucionais sinalizou para a existência de apenas uma empresa na categoria de Empresa de Pequeno Porte (EPP), vinculada às duas Entidades e que se disponibilizou a participar do estudo, como empresa caso. Por outro lado, além dessa empresa, convém destacar que há mais oito empresas de móveis estofados participantes do APL de Móveis que são formalizadas e de micro porte. Em visita técnica de sondagem foi observado que a empresa caso é a que se mostra mais estruturada no que se refere ao processo produtivo. Ela se revela inclusive como referência local às demais empresas do setor. A tendência investigativa é que essas empresas se constituam em novos estudos de caso para a validação interna do roteiro de análise e ampliação do escopo iniciado nesse estudo.

Definida a empresa caso, foram identificados materiais e insumos, fases e etapas do processo de desenvolvimento de sofá (fabricação de produto novo), perdas e emissões. Entradas, fluxos e saídas foram mapeados e sintetizados em fluxogramas, tabelas e/ou quadros sinóticos que podem ser verificados detalhadamente nos estudos de Rapôso et al. (2010a, 2010b).

O método aplicado nesse mapeamento foi o da UNIDO-UNEP (SENAI-RS, 2003) para implantação de Programas de Produção mais Limpa, a partir de modelo simplificado de relatório da Rede de Tecnologias Limpas da Bahia (TECLIM), Escola Politécnica da UFBA. Esse modelo é validado pelas recomendações do Manual intitulado “*Implementação do Programa de Produção mais Limpa*” do Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL, SENAI-RS).

A empresa selecionada para estudo de caso atua na fabricação de estofados novos e na recuperação de estofados usados. Atende a demanda de mobília de consumidores das classes A, B e C, eventualmente da classe D, de acordo com a classificação da Tabela 1.

Especificação da classe	Faixa de Renda Mensal (R\$)
Classe A	Acima de 15.300,00
Classe B	De 7.650,00 a 15.300,00
Classe C	De 3.060,00 a 7.650,00
Classe D	De 1.020,00 a 3.060,00
Classe E	Até 1.020,00

TABELA 1 – Classes sociais no Brasil segundo renda total familiar por mês

Fonte: Adaptado de IBGE (citado por COELHO, 2010)

Esse estudo investigativo privilegiou nessa etapa de análise apenas o processo de fabricação de estofado novo, deixando o de recuperação (reforma) para etapa posterior. Os resultados obtidos na pesquisa exploratória, cuja ênfase foi voltada aos aspectos organizacionais da linha de produção, constituem-se em objeto de análise diagnóstica do presente trabalho, adicionados aos aspectos ambientais potenciais de produto e processo. Além disso, essa etapa de análise observou as relações do processo intra-empresa. Não integra essa fase do presente estudo as relações inter-empresas. Contudo, no item ‘*Diagnóstico e implicações práticas*’, faz-se uma análise preliminar da importância de se fortalecer a cooperação no âmbito do APL.

Para a análise, foram utilizados como aporte teórico os conceitos do Design do Ciclo de Vida do Produto citados por (VEZZOLI, 2010; PIGOSSO et al., 2010; PÊGO et al.; MANZINI; VEZZOLI, 2005; KAZAZIAN, 2003; KIPERSTOK et al., 2002; PAPANÉK, 1995), os princípios da Ecologia Industrial apresentados por (CHERTOW, 2000) e da Produção mais Limpa sintetizados por (EPA-CP, 2008, KIPERSTOK et al., 2008; KIPERSTOK, 2000; MELLO; NASCIMENTO, 2002; CALIA; GUERRINI, 2006; SILVA; MEDEIROS, 2006, LAGREGA et al., 1994). Convém ressaltar que uma versão parcial dos resultados desse estudo foi apresentada a comunidade acadêmica em Rapôso et al. (2012, 2011).

O estudo estabelece interseções teóricas e práticas com os estudos de (DOMINGUES; PAULINO, 2009; CALIA; GUERRINI, 2006; JABBOUR; SANTOS, 2006; SILVA; MEDEIROS, 2006) no âmbito da P+L e da Gestão Ambiental; e de (OLAVE; AMATO NETO, 2001) no que compete a estudo aplicado a grupos produtivos de pequeno porte e/ou Arranjos Produtivos Locais (APL). Estabelece ainda conexões com os estudos de (DE TONI et al., 2011; RIBEIRO; CAIXETA FILHO, 2000; MORÁBITO, 1994), enquanto estudos de caso do setor moveleiro. Do ponto de vista de métodos, estratégias e ferramentas de Design do Ciclo de Vida aplicadas ao design de produtos e ao setor moveleiro, dialoga com os estudos de (PÊGO et al., 2012; PEREIRA, 2012; CHAVES, 2010).

3 Resultados e discussões

3.1 A Cadeia Produtiva de Madeira e Móveis no Brasil e no Estado de Alagoas

Guéron e Garrido (2004) e Moraes (2002) situam a indústria de madeira e móveis no Brasil como parte do sistema industrial de base florestal. Após primeiro processo de transformação industrial, ela se desdobra na indústria de serrados, painéis de madeira reconstituída e remanufaturados; papel e celulose e lenha e carvão. Para os autores citados, a indústria de móveis compreende o segundo processo de beneficiamento industrial da madeira, originando produtos de maior valor agregado, conforme ilustra a Figura 2 (vide área cinza).

Hillig et al. (2009) e Moraes (2002) sintetizam o subsistema da indústria moveleira (cf. Figura 3) como dependente a montante da: indústria de processamento da madeira, fornecedora de serrados, lâminas, compensados, aglomerados, MDF e fibras; indústria siderúrgica, fornecedora

de metais para móveis; indústria química, fornecedora de colas, tintas, PVC, vernizes, vidro, entre outros; indústria têxtil e de couros, fornecedora de tecidos para estofados e outros materiais de recobrimento; e, da indústria de equipamentos, fornecedora de maquinários e ferramentas. A jusante pode-se inferir, com base na Figura 3, que a indústria moveleira alimenta os subsistemas atacadista e varejista de móveis no mercado interno e externo até o consumidor final (MORAES, 2002).

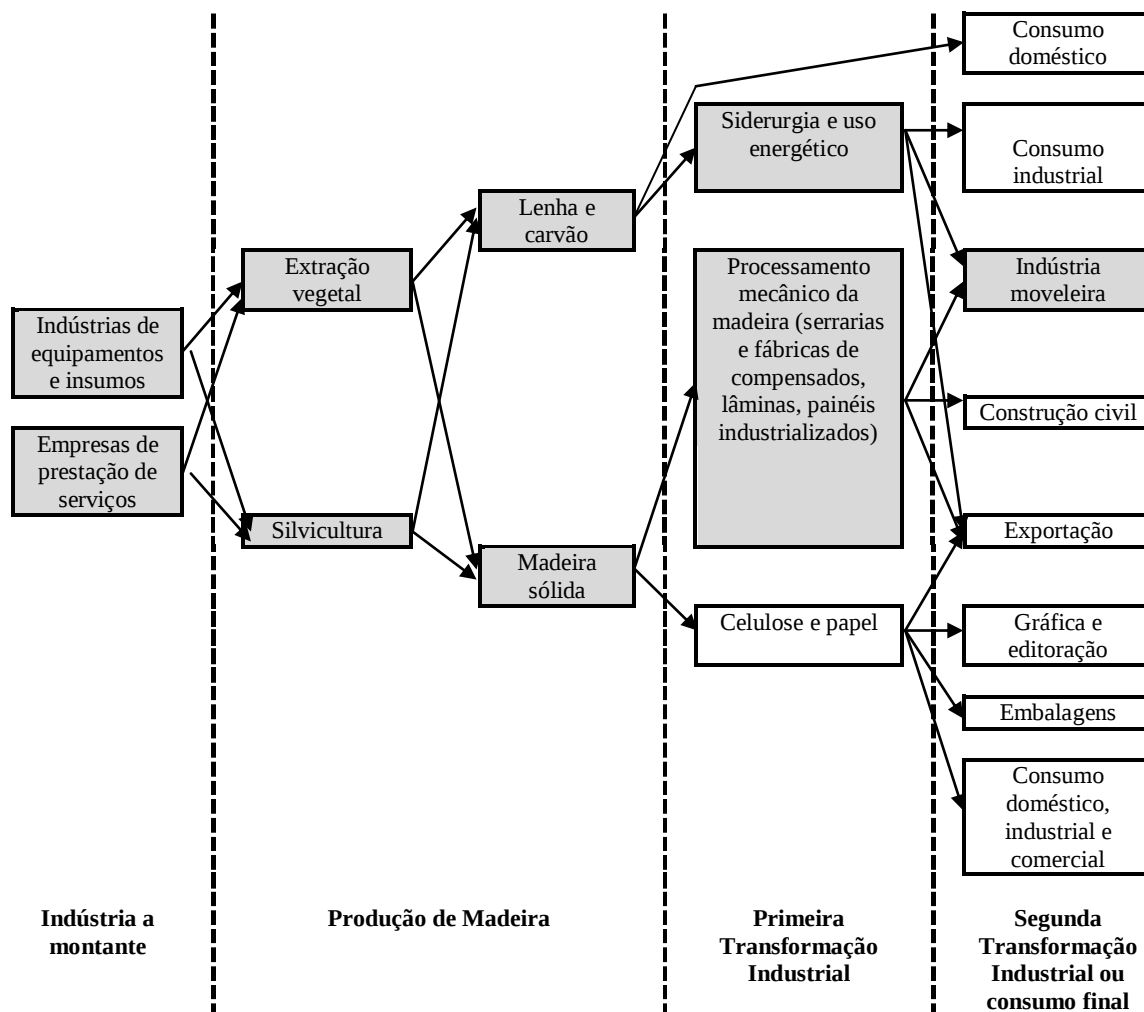


FIGURA 2 – Sistema Industrial de Base Florestal

Fonte: Adaptado de MORAES (2002)

Estudos técnicos sobre os requisitos ambientais na indústria de madeira e móveis, embora recentes (últimos dez anos), têm sido crescentes nos países em desenvolvimento como o Brasil, com variados focos de análise (FERREIRA et al., 2008; BACHMANN ASSOCIADOS, 2007; GUÉRON; GARRIDO, 2004; MORAES, 2002; Brasil-IPT, 2002; RIBEIRO; CAIXETA FILHO, 2000). Essas iniciativas ambientais constituem-se em instrumentos efetivos para desenvolver a consciência ambiental de produtores, colaboradores da Cadeia Produtiva e consumidores.

Contudo, os maiores esforços de estudos sobre a produção moveleira no Brasil concentram-se

na indústria de beneficiamento da madeira a exemplo dos estudos de (PEREIRA, 2012; PÊGO, 2010; HILLIG et al., 2009; TEIXEIRA, 2005; CÉSAR, 2002; MORÁBITO, 1994). Ainda são poucos os estudos que avaliam o processo de desenvolvimento de móveis como, por exemplo, de (PÊGO; PEREIRA; CARRASCO, 2012; OLIVEIRA; ARAÚJO, 2011; CHAVES, 2010; AZEVEDO; NOLASCO, 2009a e 2009b; FIALHO et al., 2008).

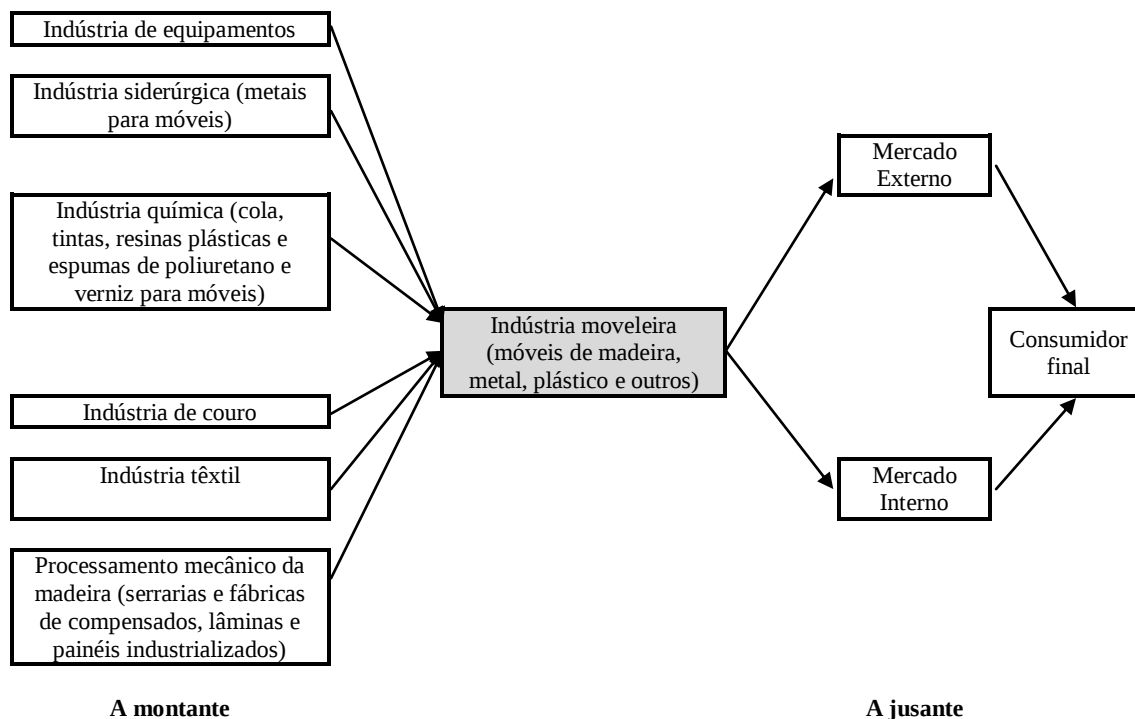


FIGURA 3 – Subsistema da Indústria Moveleira

Fonte: Adaptado de MORAES (2002)

Durante essa investigação, foi verificada também uma significativa lacuna de literatura sobre este tipo de mobiliário – estofados – que possa apoiar o processo de design e/ou redesign, especialmente em relação à questão do design do ciclo de vida. Praticamente não se tem registro de trabalhos brasileiros sobre a produção de estofados, a exceção de experiência registrada por Pereira et al. (2006) no APL moveleiro de Ubá, Estado de Minas Gerais, região sudeste do Brasil, referente à normalização da produção; e de pesquisa desenvolvida por Fialho (2011), voltada à avaliação ergonômica de produtos e processos na fabricação de estofados.

Em nível internacional, foram encontrados ainda poucos estudos em mini-survey realizada, como por exemplo, os de (MARTINI et al., 2010; SPANGENBERG et al., 2010; CHIVAS et al., 2009; BOVEA; CHAVES, 2008 e 2007; VIDAL, 2004); e considerando o foco de discussão desse artigo. O que reforça a contribuição desse estudo para a transferência de conhecimento científico nessa temática no âmbito acadêmico. Além é claro, de sua contribuição para associações e adaptações em outras realidades locais similares enquanto estudo de caso aplicado. Sua singularidade reside na análise de realidade local de produção – produção moveleira – balizada no contexto econômico e sociocultural de micro e pequenos negócios e não de grandes indústrias de transformação da Cadeia Produtiva.

No caso da Cadeia Produtiva de Madeira e Móveis, aplicar princípios da Produção mais Limpa para otimizar o uso das matérias-primas, sobretudo as não renováveis, e.g. a madeira nativa e a espuma (derivada do petróleo); e, reduzir a geração de perdas (subprodutos não processados), significa melhorar a eficiência produtiva. Calia e Guerrini (2006), com base em UNEP (2006), afirmam que a Produção mais Limpa “é a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva aos processos, produtos e serviços, a fim de aumentar a eficiência total e de reduzir riscos aos seres humanos e ao ambiente”. A Produção mais Limpa visa atender a necessidade de produtos de forma sustentável, o que significa usar com eficiência os recursos materiais, hídricos e energéticos disponíveis. Para isso, considera os sistemas de produção e seus processos como cíclicos, capazes de utilizar menor número de materiais, menos água e energia (EPA-CP, 2008; SENAI-RS, 2003).

Os diferentes tipos de materiais que são utilizados na Cadeia Produtiva de Madeira e Móveis podem ser observados no fluxograma da Figura 4 (vide insumos/matérias-primas).

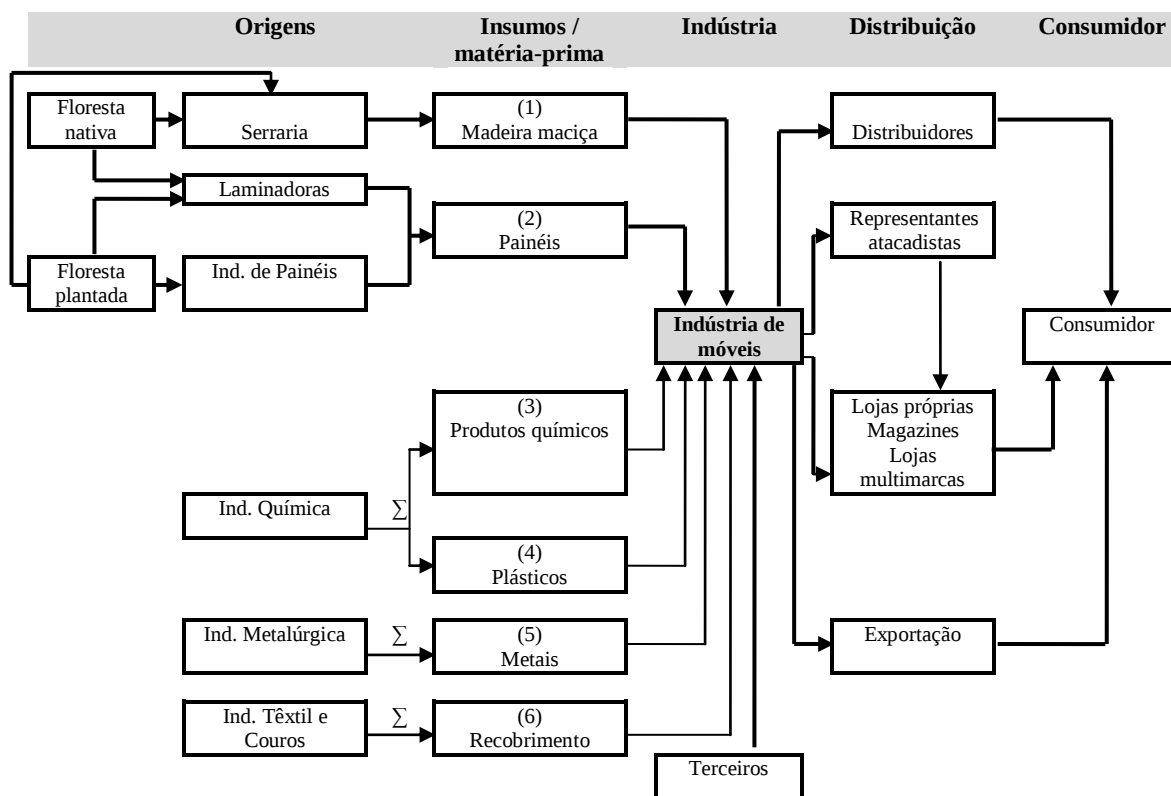


FIGURA 4 – Fluxograma da Cadeia Produtiva de Madeira e Móveis

Fonte: Brasil-IPT (2002)

De acordo com Guéron e Garrido (2004) a cadeia produtiva de móveis no Brasil compõe-se por micro, pequenas e médias empresas, que operam com elevado número de informalidade e baixa inovação tecnológica. Caracterizam-se pela forte fragmentação, diversidade tecnológica e verticalização, devido à ausência e/ou ao número reduzido de fornecedores de partes e componentes para móveis.

Contudo, dados oficiais do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio do Brasil indicam que o setor moveleiro é um dos mais importantes da Indústria de Transformação do País, devido ao relevante valor de sua produção e ao seu potencial de geração de empregos. Nos últimos dez anos, o setor moveleiro nacional cresceu cerca de 200%. Em 2010, foram registradas 15,25 mil indústrias no setor, com 275,6 mil empregados formais e faturamento de 29,72 bilhões de reais. O valor total de exportações neste mesmo ano foi de US\$ 789,3 milhões (MDIC, 2011).

No Estado de Alagoas, situado na região nordeste do Brasil, observa-se quadro similar ao da cadeia nacional moveleira: composta em sua maioria por empresas de micro e pequeno porte, informais e fragmentadas, sobretudo nos segmentos de móveis de madeira e estofados.

Embora se verifique a presença de empresas moveleiras em grande parte do território alagoano, é na região do agreste que a produção moveleira se concentra e mantém o APL. Ele foi criado em 2004 pelo Programa dos Arranjos Produtivos Locais (PAPL) do Estado de Alagoas e fixado nos municípios de Palmeira dos Índios e Arapiraca. Contudo, é na cidade de Arapiraca, sede do município homônimo, que se concentram o maior número de empresas, incluindo a empresa caso desse estudo. O PAPL tem proporcionado mecanismos de capacitação, através do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Estado de Alagoas (SEBRAE-Alagoas); e de apoio logístico, para o qual contou com a parceria da Prefeitura de Arapiraca.

O SEBRAE-Alagoas tem atuado junto ao APL na realização de ações voltadas ao desenvolvimento do associativismo, estratégias de promoção, marketing e tecnologia, incluindo capacitações e consultorias sobre melhoramento da produção, segurança no trabalho, acabamento de móveis, entre outros. O objetivo é orientar e instrumentalizar com noções básicas os pequenos produtores quanto à necessidade de melhorias do ambiente produtivo de suas empresas. Houve consultorias de Tecnologia Industrial Básica (TIB), 5S, P+L e Programa de Excelência na Qualidade em algumas empresas consideradas com maior nível de desenvolvimento local, como é o nível da empresa caso (PAPL, 2009).

Mesmo com os esforços já empreendidos, em geral, os processos de gestão e produção do referido polo apresentam baixo e/ou médio potencial tecnológico e necessitam de todo tipo de intervenção nos sistemas de produtos para melhoria da gestão ambiental, sobretudo na etapa de produção. Convém ressaltar que Jabbour e Santos (2006, p. 437), com base em Rohrich e Cunha (2004), definem que a gestão ambiental consiste no

[...] conjunto de políticas e práticas administrativas e operacionais que levam em conta a saúde e a segurança das pessoas e a proteção do meio ambiente por meio da eliminação ou mitigação de impactos e danos ambientais decorrentes do planejamento, implantação, operação, ampliação, realocação ou desativação de empreendimentos ou atividades, incluindo-se todas as fases do ciclo de vida do produto.

Corazza (2003, apud JABBOUR; SANTOS, 2006, p. 440) afirma que “normalmente, a área de produção, por sua natureza transformadora de recursos, é a de maior impacto ambiental e, portanto, aquela onde o envolvimento com a gestão ambiental é mais explícito”.

Por seu posicionamento geográfico privilegiado, na região central do território do Estado de Alagoas, o polo moveleiro atende demandas de praticamente todas as localidades vizinhas, principalmente da capital Maceió. O supracitado polo moveleiro apresenta como foco estratégico as seguintes ações:

- (a) Fortalecimento da cooperação;
- (b) Aumento da produtividade e redução de custos (matéria-prima, insumos e logística);
- (c) Desenvolvimento de produtos com qualidade e design;
- (d) Aumento da venda dos produtos;
- (e) Divulgação dos produtos e da marca do APL;
- (f) Aumento da renda dos produtos moveleiros e, por fim,
- (g) Geração de emprego e trabalho especializado (Sigeor-SEBRAE, 2009).

As discussões deste trabalho, a partir do produto estofado, abrem novas perspectivas de avaliação das ações relativas aos itens (a), (b), (c) e (g), que podem vir a impulsionar outras reflexões futuras, associadas aos itens de (d) a (f).

3.2 O estofado do polo moveleiro do Estado de Alagoas e a fabricação de sofá

O móvel estofado do tipo sofá apresenta em sua composição três tipos de materiais predominantes ou de primeira ordem:

- (1) *Madeira*, elemento estruturante e formador da grade do modelo (Figura 5(a));
- (2) *Espumas e fibras sintéticas*, elementos estofadores dos encostos, braços e almofadas, cujas densidades variam entre D23 e D28 para encosto e assento (Figura 5(b));
- (3) *Tecidos*, elemento responsável pelo recobrimento e acabamento da peça estofada, que podem ser naturais e/ou sintéticos (Figura 5(c)).



FIGURA 5 – Materiais predominantes no sofá da empresa caso

Fonte: Levantamento fotográfico feito por Rapôso no período de 2009-2011

Além desses materiais, existem outros de segunda ordem como molas e/ou percintas elásticas, como ilustra a Figura 5(a). Esses materiais exercem papel significativo na sustentação inferior e

superior das almofadas de assento e encosto. Além disso, manta de ráfia e/ou tecidos de algodão cru são utilizados como forros e auxiliam o acabamento das peças no recobrimento inferior. Rodízios, braços e pés em madeira e/ou metal, entre outros materiais de acabamento, constituem-se em elementos compositivos no âmbito estético-formal e ergonômico da unidade estofada, enquanto produtos intermediários.

Dada à representatividade cotidiana que o sofá exerce junto ao seu potencial consumidor-usuário no atendimento das necessidades humanas particulares de sentar, relaxar e/ou descansar, nos diversos tipos de ambientes residenciais, comerciais e/ou corporativos, esse produto revela-se em significativo modelo de referência para análise dos aspectos ambientais e organizacionais da produção moveleira, através do Design do Ciclo de Vida do Produto.

A Figura 6 apresenta dois tipos de sofá, produzidos no polo moveleiro do Agreste do Estado de Alagoas pelas empresas de móveis estofados da cidade de Arapiraca. A Figura 6(a) ilustra modelo de design retilíneo em padrão similar aos produtos encontrados no mercado local. A Figura 6(b) mostra modelo projetado para demandas mais específicas do consumidor-usuário quanto ao design da peça, com características estilísticas diferenciadas do convencional, o que demonstra a diversificação dos estilos de mobiliário na produção local, conforme foi indicado por Gaia et al. (2010).



(a) Sofá de dois assentos em modelo convencional, em que a função sentar é evidenciada, exposto em loja da empresa caso (2010)



(b) Sofá de múltiplos assentos em modelo modulado, cuja personalização da extensão de assento possibilita o uso simultâneo das funções sentar, relaxar e descansar, em Exposição de móveis em Arapiraca (2009)

FIGURA 6 – Modelos de sofá produzidos no polo moveleiro em análise

Fonte: Levantamento fotográfico feito por Rapôso no período de 2009-2011

3.3 P+L e Design do Ciclo de Vida do Produto no estofado do agreste alagoano

Tomando-se Kiperstok et al. (2008, 2002), Calia e Guerrini (2006), Silva e Medeiros (2006) e Mello e Nascimento (2002) por referência, entende-se que a Produção mais Limpa, em correspondência à Prevenção a Poluição (LAGREGA, 1994), consiste em técnica que previne a geração de resíduos (aqui vista como perdas do processo produtivo), efluentes e emissões. Corrobora-se com os autores de que a implantação de técnicas de Produção mais Limpa deve sensibilizar e mobilizar a empresa em todos os seus setores e atores envolvidos, não apenas no setor de produção. O que também solicita o repensar do processo e/ou do produto em todas as etapas de seu desenvolvimento.

A Produção mais Limpa une-se ao Design do Ciclo de Vida do Produto para viabilizar uma ação mais eficiente, em que o design estabelece a conexão entre o mundo da produção e o do consumidor-usuário (VEZZOLI, 2010; MORELLI, 2006). Manzini e Vezzoli (2005) afirmam que o Design do Ciclo de Vida do Produto mostra-se mais avançado quanto à definição de conceitos a serem seguidos do que em relação às aplicações práticas. Principalmente, se considerarmos as produções em negócios de pequeno porte, como é o caso do setor de estofados do polo moveleiro. No âmbito da sustentabilidade, o Design do Ciclo de Vida do Produto assume uma abordagem sistêmica que ultrapassa o conceito de produto e assume o conceito de Sistema de Produto-Serviço (UNEP, 2002; MONT, 2002). O Sistema de Produto-Serviço visa otimizar ao máximo os recursos disponíveis em seu sistema para minimizar o impacto ambiental. Envolve desde a engenharia de manufatura, a escolha dos materiais, os fornecedores, o uso, o pós-uso do produto, assim como todas as etapas que possam incorporar a questão ambiental no desenvolvimento de um produto durante todo seu ciclo de vida (MONT, 2002; MORELLI, 2006; PIGOSSO et al., 2010).

O processo de mapeamento dos fluxos de insumos e matérias-primas, etapas e operações, perdas produtivas e emissões do sistema de fabricação de sofá na empresa estofadora selecionada do polo moveleiro, encontra-se detalhadamente descrito em Rapôso et al. (2010a, 2010b). Os principais resultados obtidos nesse mapeamento quanto às matérias-primas, aos tipos de perdas, às suas destinações, aos usos dos subprodutos, ao processo de fabricação propriamente dito, à linha de montagem e às relações de entradas/saídas (E/S) encontram-se sintetizados nos Quadros 1 e 2.

Matérias-primas (E)	Tipos de Perdas (S)	Destinação	Uso (Subproduto)
Madeira certificada (Eucalipto ou Pinus)	Aparas de madeira	Venda ou doação para Padarias e Olarias	Queima em fornos
	Pó de serra	Venda para Granjas	Forração de camas de galinha
Percinta elástica (percinta de nylon)	Aparas de percinta	Descartados no lixo comum	Sem uso
Manta de ráfia	Aparas de manta	Descartados no lixo comum	Sem uso
Espuma selada	Aparas de espuma	Reprocessamento em flocos	Acabamento (recheio de almofadas)
	Flocos de espuma	Reinserção no processo de fabricação (Etapa 3)	Aplicação em almofadas de assento e encosto
		Venda do excedente	Outras empresas e/ou artesãos
Tecidos	Retalhos de tecidos e tubos de papelão	Descartados no lixo comum	Sem uso
	Tecidos pós-uso (reforma)	Reuso	Forração de mesas de trabalho (reuso interno)
			Doação para catadores
Aviamentos (costura em geral)	Resíduos	Descartados no lixo comum	Sem uso
		Descartados no lixo comum	Sem uso

QUADRO 1 – Tipos de Entradas (E), tipos Saídas (S), destinações das perdas e usos dos subprodutos

Fonte: Elaborado com base em Rapôso et al. (2010b, 2010a)

De acordo com o Quadro 1, as principais matérias-primas utilizadas pela empresa caso são:

madeira certificada (Eucalipto ou Pinus), percinta elástica (percinta de nylon), espuma selada (de vários tipos e espessuras), manta de rafia, tecido (dos mais variados tipos e fibras), flocos de espuma (subproduto/insumo interno derivado da espuma residual) e aviamentos de costura em geral. Os elementos de acabamento das peças estofadas – rodízios, pés, por exemplo – não foram considerados nesse mapeamento, por se constituírem em produtos intermediários (componentes secundários) e não insumos.

Quanto às perdas, foram identificadas (Quadro 1): aparas de madeira, pó de serra, aparas de percinta, aparas de manta, aparas de espuma, flocos de espuma, retalhos de tecidos, tubos de papelão dos tecidos e bobinas de aviamentos, além de embalagens em geral. As aparas de madeira são, em geral, vendidas e/ou doadas para uso em fornos de Padarias e/ou Olarias e o pó de serra/serragem é vendido para a forração de “camas de galinhas” na produção avícola local.

Quanto às perdas, foram identificadas (Quadro 2): aparas de madeira, pó de serra, aparas de cinta, aparas de manta, aparas de espuma, flocos de espuma, retalhos de tecidos, tubos de papelão dos tecidos e bobinas de aviamentos, além de embalagens em geral. As aparas de madeira são, em geral, vendidas e/ou doadas para uso em fornos de Padarias e/ou Olarias e o pó de serra é vendido para a forração de “camas de galinhas” na produção avícola local. Não há um acompanhamento por parte da empresa caso com relação às rotas e destinações finais das perdas e/ou dos subprodutos depois que saem de seu ambiente produtivo, nem uma quantificação precisa do volume de perdas gerado. O Quadro 2 sintetiza os principais entraves observados no chão de fábrica da empresa caso quanto à fabricação de sofá.

Processo	Linha de montagem	Entradas e Saídas (E/S)
Fluxos de diferentes materiais em sua linha de produção	Materiais utilizados em um produto, não são necessariamente os mesmos utilizados no seguinte	Ausência de esforços/planejamento para eliminação das perdas
Alterações constantes em função da linha de produção por pedido (fluxo diário não contínuo)	Linha de montagem única para dois fluxos distintos de produção: (1) fabricação e (2) restauração	Iniciativas incipientes de aproveitamento das saídas em subprodutos do processo e de outros
Arranjo físico da área não planejado para processo-produção	Espaço disponível solicita rearranjo físico para melhoria do processo	Faltam avaliação e controle das rotas e destinações das entradas e saídas e/ou dos subprodutos
Demanda de revisão do layout dos setores e compartimentos de produção, estoque e expedição	Desperdício e subutilização interna e/ou externa de materiais e subprodutos do processo	Falta de planejamento para reduzir ou reinserir as perdas na produção ou em outros processos

QUADRO 2 – Diagnóstico dos processos, linha de montagem e E/S da fabricação de sofá na Empresa caso

Fonte: Elaborado com base em Rapôso et al. (2010b, 2010a)

Com base nos dados dos Quadros 1 e 2, foi elaborado o fluxograma do processo de fabricação de sofá que tanto representa as interações de materiais e operações, serviços e atores envolvidos, quanto permite que sejam localizados de forma clara os pontos de desperdício e as áreas de oportunidades de melhoria. Oferece, por conseguinte, uma visualização geral do estado atual do processo em análise para aplicação futura da Produção mais Limpa e do Design do Ciclo de Vida do Produto. A Figura 7 representa o referido fluxograma, tomando-se a empresa do estudo de caso como referência (MACHADO et al., 2008).

3.4 Diagnóstico e implicações práticas

Conforme ilustra a Figura 7, o fluxo interno de produção apresenta etapas que vão do atendimento às necessidades do cliente quanto aos requisitos do produto até a sua produção propriamente dita e expedição. Ou seja, demonstra as etapas do ciclo de vida do produto intra-empresa (ou como é mais conhecido no âmbito do Design do Ciclo de Vida do Produto, do portão ao portão).

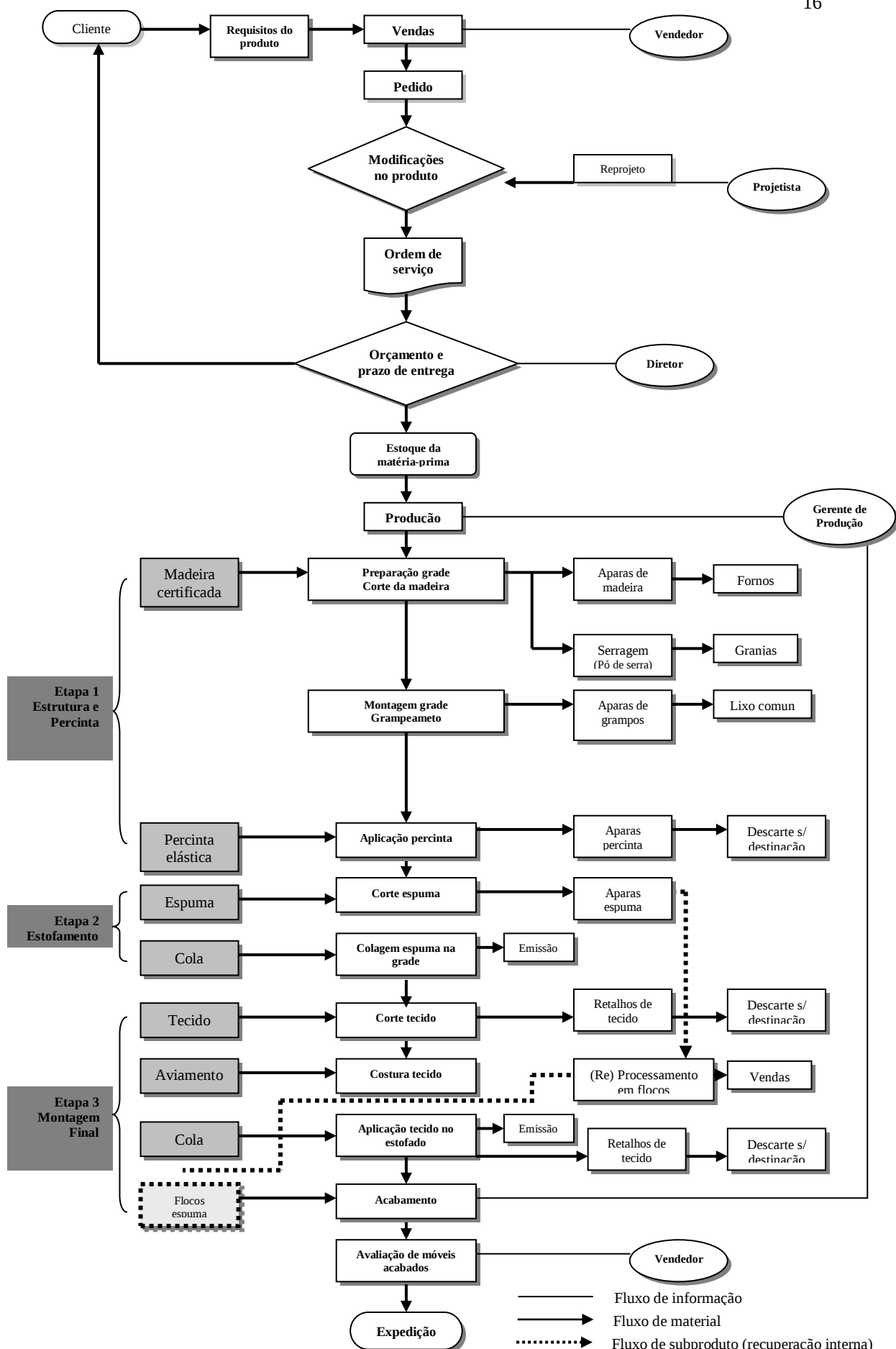


FIGURA 7 – Fluxograma da Fabricação de Estofados na Empresa caso (Alagoas, Brasil)

Fonte: Elaborado com base em Rapôso et al. (2010b, 2010a)

Verificam-se ainda na Figura 7 que as perdas produtivas são consideradas como resultados próprios do processo produtivo e minimizadas de forma reativa (após serem geradas). O que indica nível ainda incipiente no tocante à Prevenção à Poluição e à Produção mais Limpa (EPA-CP, 2008; LAGREGA, 1994) e ao Design do Ciclo de Vida do Produto (PÊGO et al., 2012; PIGOSSO et al., 2010; CHAVES, 2010; MANZINI; VEZZOLI, 2005; PAPANEEK, 1995).

Design de produtos e processos: qualidade ambiental e trabalho especializado

Parte desse contexto motiva-se pela reduzida transferência de conhecimento entre o setor responsável pelo desenvolvimento do produto (designer/projetista) e a produção (gerente de produção). O cenário se agrava pela pouca profissionalização dos funcionários no que se refere ao gerenciamento e à sustentabilidade no processo de desenvolvimento de produtos e processos, o que dificulta o investimento em tecnologias limpas.

As capacitações promovidas pelo SEBRAE-Alagoas têm auxiliado gradativamente na sensibilização de empreendedores e também de funcionários, mas sua abrangência ainda não é suficiente para a promoção de ações mais pró-ativas, sobretudo pela mão de obra.

Isso se soma a configuração de uma linha de produção de base tecnológica semi-industrial, com subutilização do potencial operativo dos maquinários e equipamentos existentes, além de arranjo físico inadequado ao fluxograma do processo de fabricação praticado.

As empresas estofadoras percebem como importante a incorporação de requisitos ambientais na fabricação de seus produtos, mas poucas investem ou exploram as inovações estratégicas e tecnológicas disponíveis. O distanciamento que essas empresas ainda mantêm das instituições de ensino e pesquisa também contribui para essa lacuna de informações especializadas no tocante às práticas ambientais e organizacionais mais amplas.

Matérias-primas, insumos e logística

Embora não haja um planejamento específico para ações mais efetivas de remanufatura interna e/ou externa, não se pode ignorar as ações incipientes na linha de produção no sentido de recuperar algumas das perdas pelo seu processamento como subproduto de outra etapa do processo ou para etapas de processos de outras empresas, subsistemas, sistemas e cadeias – e.g. aparas de madeira para queima; pó de serra/serragem como material orgânico para forração de camas de galinhas; e, aparas de espuma como flocos de espuma para acabamento das almofadas de assento e para venda (excedente).

O que demonstra uma implantação indireta de princípios da Produção mais Limpa. Resultado direto de iniciativas realizadas de forma espontânea e individualizada por parte do empresário/pequeno produtor, que respondeu positivamente às orientações dadas nas contínuas e sistemáticas capacitações do SEBRAE-Alagoas, com resultados positivos. No entanto, os

impactos ambientais potenciais associados a essas destinações não foram ainda avaliados. Muito menos, um mapeamento das rotas a montante e a jusante do subsistema intra-empresa.

Além disso, não se pode deixar de considerar que há perdas ainda sem destinações a serem trabalhadas – aparas de manta, aparas de cinta e retalhos de tecidos, além das embalagens (descartados no lixo comum) – e emissões a serem neutralizadas ou eliminadas – e.g. controle do material particulado em dispersão e controle de toxicidade.

O que abre perspectivas positivas nesse sentido para a proposição futura de Avaliação do Ciclo de Vida de uma unidade de móvel estofado do tipo sofá, que permita ampliar o escopo analítico iniciado nesse trabalho no âmbito do Design do Ciclo de Vida do Produto (PIGOSSO et al., 2010; VEZZOLI, 2010; MANZINI; VEZZOLI, 2005; KIPERSTOK et al., 2002; PAPANEEK, 1995).

Fortalecimento da cooperação

O exemplo clássico de Ecologia Industrial de Kalundborg na Dinamarca – parque eco-industrial – em que diferentes empresas encontram-se integradas e utilizam resíduos umas das outras, como fonte de energia e de matéria-prima, resultou de um processo industrial simbiótico não planejado, cujo desenvolvimento ocorreu de forma gradual através da cooperação entre empresas da região e a cidade. Kalundborg demonstrou que o reaproveitamento das perdas tanto diminui o impacto ambiental das empresas sobre o meio ambiente quanto gera oportunidades de negócios e lucros (CHERTOW, 2000; LOWE; EVANS, 1995; CÔTÉ; HALL, 1995).

É possível verificar que há certa semelhança à Kalundborg no que se refere a uma futura implantação da Ecologia Industrial em longo prazo e de forma gradual, adaptada ao contexto produtivo regional do agreste de Alagoas. Apesar das alternativas de recuperação interna e/ou externa das perdas produtivas (resíduos) observadas não derivarem de um conhecimento científico mais amplo no que tange à Ecologia Industrial. Mas, de ação empírica concreta, derivada de noções básicas de Produção mais Limpa e da visão empresarial empreendedora de um pequeno produtor (empresa caso).

De fato, o que existe hoje são iniciativas que são incipientes e reativas; mas, de certo modo, mostram-se pró-ativas ao que se refere à recuperação do que é produzido e não utilizado de forma eficiente.

De forma implícita, já existem interações voluntárias junto às empresas de outros setores do comércio de serviços – padarias, olarias – e junto aos produtores agrícolas locais. Empresas integrantes de outros subsistemas e sistemas industriais. Essas interações podem ser otimizadas no sentido de ampliar oportunidades de negócios e lucros, além de reduzir desperdícios e melhorar a qualidade ambiental entre elas.

Para isso, será necessário o fortalecimento da cooperação, inicialmente, intra-empresa e inter-empresas do APL, seja de mesmo setor produtivo ou de setores produtivos complementares e/ou

diferentes. Em seguida, será necessário um longo processo de preparação, estudos, pesquisas e transferência de conhecimento entre instituições de ensino e pesquisa, empresas dos diversos setores e a cidade de Arapiraca, cidade polo do APL.

4 Conclusões

A demanda crescente das empresas moveleiras quanto à necessidade de adequar seus produtos às exigências legais e comerciais de implantação de requisitos ambientais, as tem motivado a reavaliarem os seus sistemas produtivos do ponto de vista da sustentabilidade, mais especificamente quanto às estratégias de recuperação aplicada.

Contudo, as ações mais praticadas ainda transitam nas etapas e subetapas de descarte, com ênfase na correção do processo na fase final de produção, através de destinações reativas para as perdas e/ou para os subprodutos excedentes, como exemplificado no estudo de caso desse trabalho em pequena empresa de estofados do Arranjo Produtivo Local de Móveis do Agreste do Estado de Alagoas (Brasil).

Com base na análise diagnóstica e nas implicações práticas levantadas para a produção de móveis estofados a partir do contexto observado na empresa caso, pode-se inferir que:

1. Lacunas de interação entre os atores envolvidos no processo produtivo foram observadas, sobretudo – no âmbito interno – no sentido projeto-produção; e impedem a otimização do uso das matérias-primas, dos insumos e seus subprodutos, através do Design do Ciclo de Vida do Produto para a não geração de perdas;
2. Ações estratégicas para implantação gradativa de oportunidades de Produção mais Limpa em um nível mais desejável do ponto de vista organizacional e ambiental – como por exemplo, planejamento para redução e/ou controle na fonte – devem começar a fazer parte do repertório evolutivo de inovações do setor de móveis estofados do polo moveleiro e podem ser iniciadas a partir de mudanças simples nas condições operacionais, no layout e no manuseio dos materiais, bem como com maior participação de pesquisadores na empresa para transferência de tecnologia (conhecimento);
3. Estudo de Avaliação do Ciclo de Vida em uma unidade de produto estofado da empresa caso pode ampliar o escopo analítico aqui iniciado no sentido de indicar e avaliar os principais impactos do processo, viabilizando ações futuras e planejadas em curto, médio e longo prazos para melhorias potenciais do produto e do processo para a não geração de perdas e para melhor desempenho ambiental.

5 Agradecimentos

Ao Programa Institucional de Qualificação Docente para a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (PIQDTEC/CAPES/IFAL) pelo fomento aos estudos integrados à pesquisa doutoral, com a concessão de bolsa de pesquisa.

6 Referências Bibliográficas

AZEVEDO, P. S. de; NOLASCO, A. M. Fatores de incorporação de requisitos ambientais no processo de desenvolvimento de produtos em indústrias de móveis sob encomenda. In **Ciência Rural**, Vol. 39, No. 8, 2009a, p. 2422-2427.

_____. Environmental Requirements on the Product Process Development Applied in Furniture Industries. In **Proceedings of 2nd International Workshop Advances in Cleaner Production**. São Paulo, 2009b. Disponível em: <<http://www.advancesincleanerproduction.net/second/files/sessoes/4b/1/P.%20A.%20Azevedo%20-%20Resumo%20Exp.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2011.

BACHMANN ASSOCIADOS. **Levantamento dos Gargalos Tecnológicos Cadeia Produtiva de Madeira e Móveis**. Curitiba: Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Paraná - SEBRAE-PR, 2007.

BOVEA, M. D.; VIDAL, R. Materials selection for sustainable product design: a case study of wood based furniture eco-design. In **Journal of Materials and Design**, 25, 2004, p. 111-116.

Brasil-IPT. **Prospectiva Tecnológica da Cadeia Produtiva Madeira e Móveis**. Brasília: Divisão de Produtos Florestais do Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio, 2002. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl1196944420.pdf>>. Acesso em: mai. 2010.

CALIA, R. C.; GUERRINI, F. M. Estrutura organizacional para a difusão da Produção mais Limpa: uma contribuição da metodologia Seis Sigma na constituição de Redes Intra-Organizacionais. In **Gestão & Produção**, v. 13, n. 3, p. 531-543, set.-dez. 2006.

CÉSAR, S. F. **Chapas de madeira para vedação vertical de edificações produzidas industrialmente – projeto conceitual**. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Produção. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

CHAVES, L. I. Design para a sustentabilidade ambiental: estratégias, métodos e ferramentas para o setor de móveis. In **Estudos em Design**. Revista (online). Rio de Janeiro: v. 18, nº 1, 2010, p. 1-14.

_____. Design para a sustentabilidade ambiental: estratégias, métodos e ferramentas para o setor de móveis. In **Product: Management & Development**. Revista (online), v. 6, nº 2, dez. 2008, p. 167-171.

_____. **Design for Environmental Sustainability: design strategies, methods and tools in the furniture sector**. 2007. 262 f. Thesis (Doctorate in Disegno Industriale e Comunicazione Multimediale) – Politecnico di Milano University, Milan, Italy, 2007.

CHERTOW, M. R. Industrial symbiosis: literature and taxonomy. In **Annu. Rev. Energy Environ.** 25:313–37. Annual Reviews, 2000.

CHIVAS, C.; GUILLAUME, E.; SAINRAT, A.; BARBOSA, V. Assessment of risks and benefits in the use of flame retardants in upholstered furniture in continental Europe. In **Fire Safety Journal**, 44, 2009, p. 801-807.

COELHO, L. R. 2010. O Brasil, suas classes sociais e a implicação na economia. In Portal **Logística descomplicada**. Disponível em: <<http://www.logisticadescomplicada.com/o-brasil-suas-classes-sociais-e-aimplicacao-na-economia/>>. Acesso em: jun. 2011.

CÔTÉ, R.; HALL, J. Industrial parks as ecosystems. In **J. Cleaner Prod.**, vol. 3, nº 1-2, 1995, p. 41-46.

DE TONI, D.; MILAN, G. S.; REGINATO, C. E. R. Fatores críticos para o sucesso no desempenho de novos produtos: um estudo aplicado ao setor moveleiro da Serra Gaúcha. In **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 18, n. 3, p. 587-602, 2011.

DOMINGUES, R. M.; PAULINO, S. R. Potencial para implantação da produção mais limpa em sistemas locais de produção: o polo joalheiro de São José do Rio Preto. In **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 16, n. 4, p. 691-704, out.-dez. 2009.

EPA-CP. **Principles of Pollution Prevention and Cleaner Production: an international training course. Participant's manual**. United States Environmental Protection Agency, Region III, 2008. Disponível em: <<http://www.cleanerproduction.com/Pubs/EPA%20p2-CP%20training>>. Acesso em: out. 2010.

ERKMAN, S. Industrial Ecology: a new perspective on the future of the industrial system. In **SWISS MED WKLY**; 131:531-538, 2001.

FIALHO, P. B. **Avaliação ergonômica de processos e produtos na fabricação de estofados**. 2011. 180 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa (MG), 2011.

FIALHO, P. B.; SOUZA, A. P. de; MINETTE, L. J.; SILVA, J. de C. Comparação entre parâmetros dimensionais e antropométricos na avaliação ergonômica de guarda-roupas fabricados no polo moveleiro de Ubá, MG. In **Estudos em Design**. Revista (online). Rio de Janeiro: v. 16, n. 1, 2008, p. 1-22.

FERREIRA, M. J. B.; GORAYEB, D. S.; ARAÚJO, R. D. de; MELLO, C. H.; BOEIRA, J. L. F. **Relatório de acompanhamento setorial indústria moveleira**. Vol. I. Campinas: Núcleo de Economia Industrial da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP; Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI, 2008.

GAIA, R. V.; RAPÔSO, A.; SILVA, A. M. F. da; MIRANDA, C. G. de. Design, cultura e produtos moveleiros alagoanos: do design anônimo ao desenho contemporâneo. In **Anais do V Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**, 2010. Disponível em: <<http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/view/1442>>. Acesso em: fev. 2011.

GUÉRON, A. L.; GARRIDO, V. Requisitos ambientais, acesso a mercados e competitividade na indústria de madeira e móveis do Brasil. In **Ponto Focal de Barreiras Técnicas às Exportações**. Publicado em 2004. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas>>. Acesso em: jul. 2011.

HILLIG, E.; SCHNEIDER, V. E.; PAVONI, E. T. Geração de resíduos de madeira e derivados da indústria moveleira em função das variáveis de produção. In **Produção**, Vol. 19, No. 2, 2009, p. 292-303.

JABBOUR, C. J. C.; SANTOS, F. C. A. Evolução da Gestão Ambiental na Empresa: uma Taxonomia integrada à Gestão da Produção e de Recursos Humanos. In **Gestão & Produção**, v.13, n.3, p.435-448, set.-dez. 2006.

KAZAZIAN, T. The ecodesign process. In Bourg, D.; Erkman, S. (Ed.). **Perspectives on Industrial Ecology**. Midsomer Norton: Greenleaf Publishing, 2003, p. 82-90.

KIPERSTOK, A. Implementation of cleaner production practices with the support of a diploma course. In **Journal of Cleaner Production**, No. 8-5, 2000, p. 375-379.

KIPERSTOK, A.; COELHO, A.; TORRES, E. A.; MEIRA, C. C.; BRADLEY, S. P.; ROSEN, M. (Orgs.) **Prevenção da Poluição**. Brasília: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Departamento Nacional - SENAI-DN, 2002.

KIPERSTOK, A.; TANIMOTO, A.; FONTANA, D.; COHIM, E. B.; MENDONÇA, J.; PESSOA, L.; PUSTINILKI, L.; CARDOSO, L. F.; KALID, R. DE A.; TEIXEIRA, A. Fundamentos da Produção Limpa. In Kiperstok, A. (Org.). **Prata da casa: construindo produção limpa na Bahia**. Salvador: UFBA, 2008, p. 19-42.

LAGREGA, M. D.; BUCKINGHAM, P. L.; EVANS, J. C. **Hazardous Waste Management: environmental resources management**. New York: McGraw-Hill, 1994.

LOWE, E. A.; EVANS, L. K. Industrial ecology and industrial ecosystems. In **J. Cleaner Prod.**, vol. 3, no. 1-2, 1995, p. 47-53.

MACHADO, M. C.; TOLEDO, N. N. **Gestão do processo de desenvolvimentos de produtos: uma abordagem baseada na criação de valor**. São Paulo: Atlas, 2008.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: EDUSP, 2005.

MARTINI, P.; SPEARPOINT, M. J.; IGHAM, P. E. Low-cost wool-based fire blocking inter-lines for upholstered furniture. In **Fire Safety Journal** 45, 2010, p. 238-248.

MDIC. **Cadeias Produtivas. Madeira e móveis**. Brasília: MDIC, 2011. Disponível em: <www.desenvolvimento.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=2&menu=317>. Acesso em: 28 ago. 2011.

MELLO, M. C. C. de; NASCIMENTO, L. F. Produção mais limpa: um impulso para a inovação e a obtenção de vantagens competitivas. In **Anais do XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Curitiba, 2002. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002_TR100_0846.pdf>. Acesso em: dez. 2010.

MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MONT, O. K. Clarifying the concept of product-service system. In **Journal of Cleaner Production**, No. 10, 2002, p. 237-245.

MORÁBITO, R. Modelos de Otimização para o problema de corte nas indústrias de Papel e Celulose e de Móveis. In **Gestão & Produção**, v. 1, n. 1, p. 59-76, abr. 1994.

MORAES, M. A. F. D. **Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impactos das zonas livre de comércio. Cadeia: Madeira e Móveis.** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, Núcleo de Economia Industrial e da Tecnologia - UNICAMP-IE-NEIT, 2002.

MORELLI, N. Developing new product service systems (PSS): methodologies and operational tools. In **Journal of Cleaner Production**, No. 14, 2006, p. 1495-1501.

OLAVE, M. E. L; AMATO NETO, J. Redes de Cooperação Produtiva: uma estratégia de competitividade e sobrevivência para pequenas e médias empresas. In **Gestão & Produção**, v.8, n.3, p.289-303, dez. 2001.

OLIVEIRA, M.; ARAÚJO, F. A. The Cleaner Production Applied to a Small Industry of the Furniture Sector: Economic and Environmental Efficiency. In **Proceedings of 2nd International Workshop Advances in Cleaner Production**. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.advancesincleanerproduction.net/second/files/sessoes/4b/1/M.%20Oliveira%20-%20Resumo%20Exp.pdf>>. Acesso em: 9 nov. 2011.

PAPANEK, V. **Arquitetura e Design. Ecologia e Ética.** Lisboa: Edições 70, 1995.

PAPL. **Plano de Desenvolvimento Preliminar – APL de Móveis do Agreste.** 2009. Disponível em: <www.sebrae.com.br/uf/al> Acesso em 23 de outubro de 2009.

PÊGO, K. A. C. **Guia para inserção de parâmetros ambientais no design de móveis de madeira.** Barbacena (MG): EdUEMG, 2010.

PÊGO, K. A. C.; PEREIRA, A. F.; CARRASCO, E. V. M. Inserção de Parâmetros Ambientais no Desenvolvimento de Produtos: caso categoria móveis de madeira. In **Estudos em Design**. Revista (online). Rio de Janeiro: v. 20, n. 1, 2012, p. 1-24.

PEREIRA, A. F.; ROMEIRO FILHO, E.; CARRASCO, E. V. M.; AVELAR R. DE S. (2006). Product project methodology and the factors standarzing organization and certification: application at sofa furniture. In **Anais do 7º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design – P&D Design 2006**, Curitiba, 2006. Disponível em: <http://andreafranco.com.br/blog/wp-content/uploads/2006_ped_f.pdf>. Acesso em: mar. 2012.

PEREIRA, A. F. Design para a Sustentabilidade: melhoria de produtos e processos e valorização da identidade local. In **Estudos em Design**. Revista (online). Rio de Janeiro: v. 20, n. 2, 2012, p. 1-15.

PIGOSSO, D. C. A; ZANETTE, E. T.; GUELERE FILHO, A.; OMETTO, A. R.; ROZENFELD, H. Ecodesign methods focused on remanufacturing. In **Journal of Cleaner Production**, No. 18, 2010, p. 21-31.

<OMITIDO PARA REVISÃO CEGA>. Cleaner production and life cycle design of upholstered furniture. In: *Int. J. Environment and Sustainable Development*, vol. 11, No. 3, 2012, p.217-237.

<OMITIDO PARA REVISÃO CEGA>. Produção mais limpa e design do ciclo de vida de móveis estofados no Estado de Alagoas, Brasil. In **Proceedings of 3rd International Workshop Advances in Cleaner Production**. São Paulo: UNIP, 2011. Disponível em: <<http://www.advancesincleanerproduction.net/third/ptbr/site/home.asp>>. Acesso em: jun. 2011.

<OMITIDO PARA REVISÃO CEGA>. Produção mais Limpa e estofados: oportunidades para fabricação de sofá em microempresa do APL de Móveis do Agreste alagoano. In **Anais do V**

Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação – V CONNEPI, Maceió, 2010b. Disponível em: <http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/867/602>. Acesso em: fev. 2011.

<OMITIDO PARA REVISÃO CEGA>. Identificação de oportunidades de produção mais limpa na fabricação de sofá em microempresa moveleira do APL de Móveis do Agreste do Estado de Alagoas. In **Anais do XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, São Carlos (SP), 2010a. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STO_121_788_16612.pdf. Acesso em: nov. 2010.

RIBEIRO, B. de A. M.; CAIXETA FILHO, J. V. Coordenação vertical do transporte de madeira: análise empírica dos arranjos institucionais existentes na indústria brasileira de celulose. In **Gestão & Produção**, v. 7, n. 1, p. 1-16, abr. 2000.

SENAI-RS. Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL). **Implementação de Programas de Produção mais Limpa**. Porto Alegre: SENAI-RS/UNIDO/UNEP, 2003. Disponível em: http://www.ifm.org.br/moodle/file.php/19/CNTL_guia_P_L.pdf. Acesso em: 22 set. 2011.

Sigeor-SEBRAE Sistema de Informação da Gestão Estratégica Orientada para Resultados. **Projeto: APL Móveis Agreste**. 2009. Disponível em: www.sebrae.com.br. Acesso em: abr. 2010.

SILVA, G. C. S. da; MEDEIROS, D. D. de. Metodologia de Checkland aplicada à implementação da Produção mais Limpa em serviços. In **Gestão & Produção**, v.13, n.3, p.411-422, set.-dez. 2006.

SPANGENBERG, J. H.; FUAD-LUKE, A.; BLINCOE, K. Design for Sustainability (DfS): the interface of sustainable production and consumption. In **Journal of Cleaner Production**, 18, 2010, p. 1485-1493.

TEIXEIRA, M. G. **Aplicação de conceitos da ecologia industrial para a produção de materiais ecológicos: o exemplo do resíduo de Madeira**. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo). Salvador: Universidade Federal da Bahia; Escola Politécnica, 2005, 159p.

VEZZOLI, C. **Design de sistemas para a sustentabilidade: teoria, métodos e ferramentas para o design sustentável de “sistemas de satisfação”**, Salvador: Edufba, 2010.

UNEP. United Nations Environment Programme. **Product-Service Systems and Sustainability: Opportunities for Sustainable Solutions**. UNEP, 2002. Disponível em: <http://www.unep.fr/scp/design/pdf/pss-imp-7.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2011.

UNEP. United Nations Environment Programme. **Understanding Cleaner Production**. Disponível em: http://www.uneptie.org/pc/cp/understanding_cp/home.htm. Acesso em: 8 mar. 2006.

Sobre os autores

Áurea Rapôso

Arquiteta e Urbanista pela Universidade Federal de Alagoas (1996), Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Alagoas (2002) e Doutoranda

em Engenharia Industrial (PEI), Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. Professora da Educação Básica, Técnica e Tecnológica do Departamento de Infra-estrutura e Design/Coordenadoria de Design do Instituto Federal de Alagoas. Pesquisadora e líder do Grupo Design e Estudos Interdisciplinares (CNPq-IFAL). Pesquisadora do Laboratório de Madeiras (LABMAD/EP-UFBA) e da Rede de Tecnologias Limpas (TECLIM/EP-UFBA).

Telefone: +55 71 9291-2466 | +55 82 9976-6253

E-mail: aurearaposo@ig.com.br

Asher Kiperstok

Engenheiro Civil pelo TECHNION – Instituto Tecnológico de Israel (1974). Mestrado e Doutorado em Engenharia Química/Tecnologias Ambientais pela Universidade de Manchester, Reino Unido (1996). Professor do Departamento de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica Universidade Federal da Bahia (UFBA). Coordenador da Rede de Tecnologias Limpas – TECLIM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia.

Telefone: +55 71 3283-9798

E-mail: asher@ufba.br

Sandro Fábio César

Arquiteto e Urbanista pela Universidade Estadual de Londrina (1986), Mestre em Arquitetura e Urbanismo pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (1991) e Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade de Santa Catarina (2002). Professor do Departamento de Construção e Estruturas da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia (UFBA). Coordenador do LABMAD – Laboratório de Madeiras da Escola Politécnica da UFBA. Professor do Mestrado em Engenharia Ambiental e Urbana da UFBA. Professor colaborador do Doutorado em Engenharia Industrial da UFBA. Pesquisador de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) da Companhia de Energia Elétrica do Estado da Bahia (COELBA) e da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Telefone: +55 71 3283-9738

E-mail: sfcesarpaz@uol.com.br