

**MILTON JOÃO MARANHO**



**ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DE PRODUTOS NA INDÚSTRIA MOVELEIRA:  
RESTRIÇÕES E OPORTUNIDADES DE BENEFÍCIOS NA IMPLANTAÇÃO**

Trabalho apresentado para obtenção parcial do título de MBA em Gestão Ambiental no curso de Pós-Graduação em MBA em Gestão Ambiental Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra Ghislaine Miranda Bonduelle.

**CURITIBA**

**2011**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha orientadora Prof. Ghislaine Miranda Bonduelle - UFPR pela sua paciência e colaboração que muito me ajudou na elaboração deste projeto.

Agradeço também à Prof. Cassia Marie Ugaya - UTFPR e Prof. Sandro Bittencourt UFPR cujos ensinamentos específicos ao tema foram de essencial importância para o entendimento do tema abordado.

Ao amigo e empresário do setor moveleiro Aurelio Santana da Movelaria Paranista de Curitiba pela sua paciência e colaboração.

Aos profissionais das empresas contatadas Sr. Luis Fernando Tedeschi – INFORLINE, Sr. Emilson – FLEXIV, Sr. Luciano - Móveis Maragno.

## RESUMO

O presente trabalho visa apresentar a técnica da análise do ciclo de vida de produtos como uma ferramenta de gestão ambiental para suporte a decisões relativas a políticas de produtos e planejamento estratégico nas empresas produtoras de móveis de madeira. Esta ferramenta envolve uma análise de todos os insumos da cadeia produtiva, bem como o levantamento das variáveis causadoras de qualquer impacto que tenha influência sobre o meio ambiente. O atual estágio de desenvolvimento tecnológico deste segmento industrial, torna-se um fator limitante para a completa elucidação do uso desta ferramenta de gestão. No tocante a fase de levantamentos de dados de processos, no setor produtivo dos móveis, existem muitas carências o que impedem quantificar a abrangência e a magnitude dos impactos ambientais observados. Em função destas limitações o projeto apresenta a visão geral do uso da ferramenta ACV e recomenda estudos que poderão complementar o estágio atual de conhecimento das variáveis causadoras de impactos ambientais bem como a real dimensão destes. O projeto mostra também oportunidades de benefícios decorrentes da adoção desta ferramenta como fonte de informações para base de dados para planejamento de políticas de novos produtos e novo sistema de gestão com foco nos aspectos ambientais, SGA.

Palavras-chave: Análise do ciclo de vida, meio ambiente, sistema de gestão ambiental, ciclo de vida de móveis.

## **ABSTRACT**

This paper presents a technical analysis of the life cycle assessment of products as an environmental management tool to support policy decisions with respect to product and strategic planning in companies producing wooden furniture. This tool involves an analysis of all inputs in the production chain, and the lifting of the variables causing any impact that has on the environment influences. The current stage of technological development of this industry segment, it becomes a limiting factor and restrictives for the complete elucidation of the use of this management tool. Regarding the phase of data collection processes in the productive sector of the furniture, there are many needs which prevents quantify the extent and magnitude of environmental impacts observed. In function of these limitations the project presents the overview of the LCA tool use and recommends studies that will complement the current state of knowledge of the variables that cause environmental impacts as well as the actual size of these. It also shows some opportunities for benefits arising from the adoption of this tool as a database for planning of new products and a new management system with focus on environmental aspects EMS (environmental management system).

**Key words:** Life cycle assessment, environment, environmental management system, life cycle furniture.

## LISTA DE ABREVIATURAS

ACV	Análise do Ciclo de Vida de Produtos
APLs	Arranjos Produtivos Locais
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Sócio Econômico
E M S	<i>Environmental Management System</i>
ICV	Inventário do Ciclo de Vida de Produtos
LCA	<i>Life Cycle Assessment</i>
MDF	<i>Medium Density Fiberboard</i>
MDP	<i>Medium Density Particle</i>
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
OMS	Organização Mundial da Saúde
PMEs	Pequenas e Médias Empresas
P&D	Pesquisas e Desenvolvimento
PS	Poliestireno
PVC	Cloreto de Polivinila
SCM	<i>Supply Chain Management</i>
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
VOCs	<i>Volatile Organic Compounds</i>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma Estrutura da ACV .....	26
Figura 2 - Cadeia Produtiva de Móveis de Madeira .....	26
Figura 3 - Processo Produtivo de Móveis.....	27
Quadro 1– Matriz do Inventário .....	36
Quadro 2– Categoria de Impactos ISO (14040) .....	36
Quadro 3 – Classificação dos Principais Impactos Observados na Cadeia-Móveis..	37

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>11</b>
2.1	CONCEITOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	11
2.2	CONCEITOS DE CICLO DE VIDA DE PRODUTOS.....	12
2.3	CONCEITOS DE ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DE PRODUTOS .....	15
2.4	NORMAS INTERNACIONAIS PARA A ACV - ISO SERIE-14040.....	17
2.5	PERFIL DO SETOR MOVELEIRO NO BRASIL E SUA RELAÇÃO COM A SUSTENTABILIDADE.....	18
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>22</b>
3.1	DEFINIÇÃO DO OBJETIVO E DO ESCOPO DO PROJETO (NBR-ISO 14040).....	24
3.2	ANÁLISE DO INVENTÁRIO.....	24
3.3	ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	25
3.4	INTERPRETAÇÃO.....	25
3.5	DESCRIÇÃO DAS FASES DA CADEIA PRODUTIVA.....	27
3.5.1	Projeto ou <i>Design</i> .....	28
3.5.2	Recepção de Materiais.....	28
3.5.3	Corte.....	28
3.5.4	Colagem de Borda.....	29
3.5.5	Furação.....	29
3.5.6	Acabamento.....	29
3.5.7	Desengraxe e Fosfatização (Metalurgia).....	30
3.5.8	Pintura.....	30
3.5.9	Separação.....	30
3.5.10	Embalagem.....	30
3.5.11	Expedição.....	31
3.5.12	Consumo.....	31
3.5.13	Pós Uso.....	31
<b>4</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>32</b>
4.1	INVENTÁRIO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS.....	32
4.1.1	Projeto ou <i>Design</i> .....	32
4.1.2	Recepção (Estoques).....	32

4.1.3	Corte e Usinagem dos Painéis e Madeira (Marcenaria) .....	33
4.1.4	Corte/Usinagem/Acabamento (Metalúrgica) .....	34
4.2	COLAGEM DE BORDAS .....	34
4.2.1	Limpeza .....	34
4.3	INTERPRETAÇÃO DOS IMPACTOS .....	37
<b>5</b>	<b>INTERPRETAÇÃO/CONSIDERAÇÕES.....</b>	<b>38</b>
<b>6</b>	<b>CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>7</b>	<b>VIABILIDADE ECONÔMICA.....</b>	<b>40</b>
<b>8</b>	<b>RESULTADOS ESPERADOS.....</b>	<b>41</b>
<b>9</b>	<b>RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>42</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>43</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O tema proposto para este projeto visa explorar a utilização da técnica ACV (Análise do Ciclo de Vida de Produto) como ferramenta de planejamento e controle em sistema de gestão ambiental, onde o objetivo central é desenvolver produtos dentro dos conceitos de sustentabilidade, no segmento da indústria do mobiliário. Este tema trata principalmente da aplicação desta ferramenta para levantamento de dados e informações que servirão para entender como se dá o desempenho ambiental dos produtos, suas inter-relações com todos os agentes envolvidos ao longo da cadeia produtiva e com o meio ambiente. Esta ferramenta utilizada no sistema de gestão ambiental, serve para prever ou se antecipar a eventos e impactos ambientais a jusante e a montante do processo produtivo. As informações disponibilizadas pela ACV servirão para todo o planejamento estratégico de produtos, envolvendo as áreas de marketing, planejamento estratégico, P&D e engenharia de produtos.

O crescimento da sociedade industrializada e os seus hábitos de consumo, fizeram com que após os anos 60 as questões relativas às relações entre homem e meio ambiente tomassem forma e, a partir daí, as questões ambientais passaram a ser vistas com preocupações por toda a sociedade. Surge então, o conceito de desenvolvimento ecologicamente sustentável, proposto pela UNESCO em 1967, na Conferência inter-governamental para uso e conservação racional da biosfera. Outras iniciativas surgiram falando sobre o tema ecologia e sustentabilidade, a medida que a consciência sobre o esgotamento dos recursos naturais do planeta, tomava corpo, aparecendo assim o conceito de desenvolvimento sustentável, interpondo-se a este conceito, a relação homem e meio ambiente.

Atualmente as condições desta relação, trazem muitas preocupações, pois aproxima-se do limite, onde o desequilíbrio leva a uma série de impactos ambientais negativos, comprometendo todo o ecossistema que aqui se traduz pelo conjunto de seres vivos e suas relações com o meio onde vivem. O equilíbrio nas relações homem e meio ambiente é fundamental para a qualidade de vida no planeta, a qual se relaciona a três elementos básicos: população, capacidade de consumo e impactos ambientais da sociedade causados ao meio. As ações antrópicas geram impactos ambientais a medida que cada novo produto gerado é colocado a

disposição desta sociedade para seu conforto e bem estar. A partir destas constatações torna-se necessário rediscutir novas orientações para o sistema produtivo e novas formas de consumo, levando-se em consideração outros fatores que tornam possível conciliar desenvolvimento econômico com aspectos sócio-ambientais. Isto traduz se pelo conceito básico da gestão ambiental onde a nova postura da administração de negócios deverá interpor no dia a dia as preocupações de conteúdo sócio-ambientais das empresas para com seus produtos e em relação a toda a sociedade envolvida; só assim esta nova postura empresarial torna possível planejar garantias de recursos para as futuras gerações em nosso planeta.

Atualmente as organizações trabalham com conceitos de economia de mercado, onde o planejamento estratégico para políticas de novos produtos, baseia-se em *inputs* e *outputs* originados de eventos puramente econômicos e financeiros, ficando ainda os *inputs* sócio-ambientais com menor peso na decisão sobre os novos produtos. Este fato, aliado a práticas de marketing de consumo, que exploram o planejamento de produtos de curto ciclo de vida, isto é, planejados para ocorrer a substituição destes bens a curto prazo com o objetivo de aumentar o consumo em escala, provocam o fenômeno do super consumismo, com conseqüências desastrosas para o meio ambiente, pois, na fase do pós uso, o acúmulo destes bens, nas mais diversas formas que são descartados, sem a menor preocupação com a forma correta de destinação final, geram impactos ambientais aos quais chamamos de poluição, atingindo o solo, a água e o ar. Outro impacto irreversível gerado pelo planejamento de substituição de bens a curto prazo, é o esgotamento das fontes de recursos naturais, pois todos os bens produzidos são originários de fontes minerais, vegetais e animais, além de toda energia necessária para a transformação, transportes e distribuição destes no mercado.

Assim caracterizado de forma geral este problema potencial de esgotamento de recursos naturais, e acúmulo de poluição provocada pelo descarte excessivo de bens, o tema do projeto visa explorar a aplicação da ACV (Análise do Ciclo de Vida de Produto) como ferramenta de gestão ambiental a ser aplicada na indústria do mobiliário, objetivando apresentar como justificativa deste projeto o atendimento aos requisitos da PNRS (Política Nacional de Resíduos Sólidos), a nova Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010, que define responsabilidades compartilhadas entre os geradores de produtos, distribuidores, revendedores e até consumidor final pelo ciclo de vida e logística reversa destes após o seu uso. Esta lei deverá ter

desdobramentos em leis municipais que também vão na mesma direção das responsabilidades, caracterizando assim a necessidade das empresas geradoras de resíduos, seus distribuidores, revendedores se adaptarem às novas exigências e requisitos legais. Como exposto acima a nova legislação, torna o gerador do produto responsável pelo bom desempenho ambiental deste ao longo do seu ciclo de vida e, a ferramenta ACV, trata exatamente do levantamento de informações e dados para toda a cadeia produtiva, com o objetivo de prever ou se antecipar á eventos que possam de alguma forma provocar impactos negativos causados pelos produtos, tanto ao meio ambiente como á sociedade em geral. A aplicação desta técnica ACV, compreende uma análise de dados, desde a formação do conceito de produto, passando pela exploração de fontes primárias de matérias primas, energia, projeto de desenvolvimento com geração de protótipos, processos produtivos, embalagens, transportes, armazenamento, distribuição, uso e pós uso. Após esta análise crítica de dados ,inicia-se a fase do planejamento de produtos, utilizando estas informações para desenvolver produtos seguros em todas as suas dimensões, quanto ao atendimento as normas de qualidade,ambientais e também aos princípios de sustentabilidade ,envolvendo o consumo de água,energia,segurança na saúde humana e segurança ao meio ambiente.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CONCEITOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Segundo Manzini e Vezzoli (2008), o desenvolvimento sustentável trata-se da capacidade de suprir as necessidades do homem, danificando o mínimo o seu meio ambiente, e pensando no bem estar social das gerações atuais e futuras e ainda pensando em conciliar a produtividade e crescimento econômico. Já de acordo com o Relatório Brandtland, o desenvolvimento sustentável deve satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades (WCED, 1987).

Também estão embutidos neste conceito de desenvolvimento dois importantes princípios; o de necessidades e o de limitação. O primeiro trata das necessidades essenciais e o segundo refere-se às limitações que o estágio da tecnologia e da organização social determina ao meio ambiente. (WCED, 1991, p. 46). Ainda do mesmo relatório pode entender que as necessidades humanas são determinadas social e culturalmente, isto requer a promoção de valores que mantenham os padrões de consumo dentro dos limites das possibilidades ecológicas de suportar os impactos gerados por esse padrão de consumo.

O desenvolvimento sustentável significa conciliar o crescimento econômico com desenvolvimento humano e qualidade ambiental. Portanto o desenvolvimento sustentável preconiza que as sociedades atendam as necessidades humanas em dois sentidos; aumentando o potencial de produção e assegurando á todos as mesmas oportunidades (gerações presentes e futuras). Então à luz de todas estas colocações pode-se entender que o desenvolvimento sustentável é um modelo econômico, político, social, cultural e ambiental equilibrado que, além de suprir as necessidades das gerações atuais e futuras no planeta terra, impõe uma mudança de postura comportamental de toda a sociedade, quer nos hábitos de consumo, ações, pensamentos e tudo mais que se relaciona á vida na terra (WCED, 1991).

## 2.2 CONCEITOS DE CICLO DE VIDA DE PRODUTOS

Entende-se como ciclo de vida de um produto, aqui especificado como ciclo físico, a seqüência das fases que compõem desde a sua concepção, ou seja, seu projeto, passando pelas fases de origem e transformação de matérias primas e energias através de processos produtivos originando um produto final definido, e na seqüência a embalagem, a distribuição, a comercialização, o uso e o pós uso ou destinação final. Por isso este conceito também é definido como (*cradle to grave*), ou seja, do berço ao túmulo. O berço trata-se do meio ambiente de onde são extraídas os recursos naturais como matérias primas, energia, água que são transformados e o túmulo é o próprio meio ambiente enquanto destino final de resíduos de produção, e do próprio produto após a fase da vida útil quando não se pensou em reciclo ou reuso. (SIMPO I, 2009).

Ainda segundo Dantas, Kertsnetzky e Prochnik (2002, p. 37) o ciclo de vida de um bem ou serviço abrange a totalidade da sua cadeia produtiva, que é um conjunto de etapas consecutivas pelas quais passam e vão sendo transformados os vários insumos, e a cada nova etapa de transformação recursos são utilizados, gerando também novos resíduos. Fazem parte destas fases os transportes de toda natureza, os retornos de produtos para reciclagem ou reuso e a remoção de resíduos. Para reduzir a necessidade de extração de recursos naturais e a geração de resíduos não aproveitados, torna-se necessário conhecer os impactos ambientais específicos de cada etapa da cadeia produtiva. Como os problemas ambientais são transferidos de uma etapa para outra, é falso concluir que eles podem ser resolvidos por uma só unidade produtiva.

A visão de ciclo de vida permite agir de forma mais eficaz sobre os problemas ambientais, tanto na concepção dos produtos e processos como na prevenção de impactos, ou seja, na redução de resíduos antes mesmo de serem gerados. Esta visão atua de forma preventiva e não busca a solução apenas de tratar os resíduos após sua geração, isto é trata o problema antes que ele ocorra ao invés de buscar solução após o impacto ter ocorrido.

Devido a esta nova visão, o uso de ferramentas de gestão ambiental como a ACV análise do ciclo de vida passa a ser muito importante para o desenvolvimento e controle em políticas estratégicas de novos produtos, quando se quer obter produtos

ambientalmente corretos. Repensar o ciclo de vida de produtos e materiais diversos, não é uma tarefa muito fácil, pois requer conhecimentos multidisciplinares e informações diversas que nem sempre estão disponíveis e que devem ser buscados caso a caso para cada projeto individual. A busca por novos materiais ou produtos finais com menor impacto ambiental para serem colocados no mercado, substituindo materiais existentes ou entrando como um novo produto, devem conter características não apenas de reciclabilidade, mas também de eco-eficiência. A eco-eficiência é a principal característica da sustentabilidade. De acordo com o WBCSD (*World Business Council for Sustainable Development*), existem alguns critérios associados à sustentabilidade de um produto:

- a) Desmaterialização ou redução da intensidade de uso de matérias primas;
- b) Baixo conteúdo energético próprio ou indutor de redução de energia em bens gerados a partir deste;
- c) Reciclabilidade ou indutor desta característica em outros produtos derivados deste;
- d) Eliminação de substâncias tóxicas em materiais e produtos;
- e) Durabilidade, provocando a extensão do ciclo de vida de produtos derivados;
- f) Intensificação da prestação de serviços, privilegiando o compartilhamento ou uso coletivo.

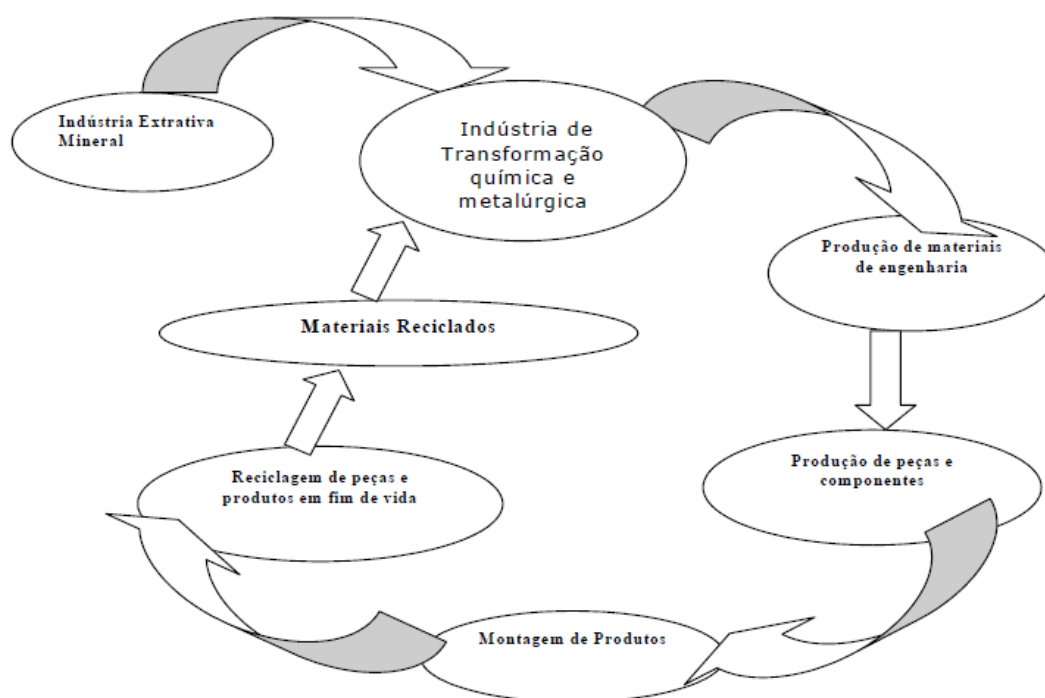
Portanto, a sustentabilidade é um conceito múltiplo e global. Múltiplo porque compreende quatro dimensões; a econômica, a ambiental, a técnica e a cultural. Global devido a sua abrangência desde a exploração de matérias primas até a reciclagem ou reuso destes materiais após a vida útil do ciclo do produto em que estes estão agregados.

Portanto, um produto só pode ser considerado sustentável se todos os seus componentes tiverem sido selecionados entre as melhores alternativas ambientais disponíveis e isto deve ocorrer, em cada fase do seu ciclo de vida desde a concepção do conceito de produto, passando pela seleção das matérias primas, produção, seleção do processo produtivo, embalagens, usos e até a reciclagem ou reuso dos seus componentes após sua vida útil, segundo conceitos da engenharia reversa.

Segundo Graedel (1998) a gestão sustentável da produção e uso de materiais requer um amplo sistema de informações que abrangem cinco grandes fases ou etapas da vida de um produto:

- a) exploração de fontes primárias de matérias primas;
- b) tratamento ou transformações e fabricação de peças;
- c) embalagem, distribuição e vendas;
- d) uso ou consumo;
- e) descarte ou reciclagem.

O ideal seria que todo o ciclo de produção e uso de materiais fechasse, de modo a se recuperar todos os componentes de um produto, ficando a entrada de novas matérias primas somente quando houvesse crescimento geral do volume produzido. Novos conceitos de modelos de produção já são citados por autores modernos como Bellmann e Kare (2000) que a partir de um estudo da reciclagem de veículos após fim de vida, propõem maximizar o aproveitamento econômico de materiais em um fluxo aberto linear para um fluxo circular fechado, como ocorre atualmente. Como ilustrado na figura abaixo, representativa da cadeia produtiva mineral, pode-se estabelecer um comparativo com o fluxograma produtivo da indústria de móveis de madeira.



**Figura 1 – Fechando o Ciclo dos Materiais pela Reciclagem**

Fonte: Medina (2006)

## 2.3 CONCEITOS DE ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DE PRODUTOS

Para podermos falar em análise do ciclo de vida de produtos temos que entender inicialmente o conceito de cadeia produtiva que segundo os autores como (DANTAS; KERTSNETZKY; PROCHINIK, 2002), definem como sendo um conjunto de etapas consecutivas pelas quais passam e vão sendo transformados os diversos insumos, serviços e recursos, gerando assim em cada etapa novos resíduos. Apesar do conceito de ciclo de vida referir-se à cadeia produtiva, a sua operacionalização acontece na cadeia de suprimentos (*supply chain*), que pode ser entendida como uma segmentação longitudinal da cadeia produtiva na qual cada etapa representa uma ou mais empresas que participam de um acordo de produção. Os autores ainda falam na existência de um conjunto de três ou mais entidades (organizações ou indivíduos) diretamente envolvidos nos fluxos à montante e à jusante, de produtos, serviços, recursos financeiros e ou informações desde a fonte até o consumidor.

Para Chopra e Meindl (2003, p. 3) a cadeia engloba todos os estágios envolvidos direta ou indiretamente no atendimento de um pedido de um cliente, como fornecedores, fabricantes transportadores, armazenadores, distribuidores, varejistas e o próprio cliente. Assim a gestão da cadeia de suprimento (*supply chain management*) implica nos esforços para interligar todas estas etapas para alcançar os resultados esperados. A gestão da cadeia de suprimentos não se restringe à logística, pois esta é uma das interpretações usuais, mas trata-se de visão limitada, o *supply chain management* trabalha com a gestão focada no ciclo de vida dos produtos.

O modelo de gestão baseado no ciclo de vida de produtos, por definição aplica-se à cadeia de suprimentos e, portanto, é um modelo de gestão da cadeia de suprimento com foco no cuidado com o meio ambiente. Esse tipo de cadeia tem recebido diversas denominações como cadeia de suprimentos verde (*green supply chain*), por exemplo. Para distinguir a gestão da cadeia de suprimento convencional, daquela que considera os impactos do meio ambiente ao longo do ciclo de vida, esta será denominada de, cadeia de suprimentos orientada pelo ciclo de vida.

A gestão da cadeia de suprimentos que leva em conta o ciclo de vida do produto, requer conhecimentos quantificados sobre os impactos ambientais pontualmente localizados nas diversas etapas da cadeia para orientar decisões



sobre produtos e processos que serão implementados por diferentes instrumentos de gestão, isto não é tarefa fácil. Em 2002 a *Associate of Environmental Toxicology and Chemistry* (SETAC) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) criaram uma iniciativa voluntária (*Life Cycle Initiative*) para estimular e difundir ferramentas práticas para avaliar oportunidades, riscos e compensações associados á produtos e serviços durante todas as etapas do ciclo de vida. Essa iniciativa criou a Associação Internacional do Ciclo de Vida de participação voluntária que desenvolve três programas, 1-Gestão do Ciclo de Vida, 2-Inventário do Ciclo de Vida e 3-Avaliação do Impacto do ciclo de Vida (UNEP, 2007). A AVC é um dos vários instrumentos para a gestão do ciclo de vida. Segundo os autores Barbieri e Cajazeira (2009) SIMPOI o conceito dos 6Rs conhecidos como: Repensar, Reparar, Reusar, Reduzir, Reciclar e *Replace* (substituir), fazem parte da filosofia da gestão da cadeia de suprimentos com foco no ciclo de vida.

A Análise do Ciclo de Vida de produto significa toda a integração entre o produto e o meio ambiente em que este é gerado e consumido, onde se avalia todos os aspectos e impactos ambientais associados ao ciclo de vida deste bem. A ACV trata de todas as etapas que compreendem desde a conceituação do produto em função de necessidades de mercado, exploração de fontes de matérias primas, recursos diversos, passando pelos processos industriais produtivos e indo até a fase de consumo e disposição final após o uso, quando termina sua vida útil (CHEHEBE, 1998).

A avaliação ambiental do ciclo de vida ou análise do ciclo de vida, constitui um aspecto central na busca de sustentabilidade das empresas, pois conduz à eficiência energética, e a alta produtividade dos locais de trabalho, bem como é crucial para fabricação produtos ambientalmente responsáveis, que utilizem processos de produção limpos. Pode-se considerar que a análise do ciclo de vida é uma ferramenta de gestão ambiental que envolve um inventário completo de todos os aspectos e impactos ambientais relativos ao produto, gerando assim balanços de massa e energia necessários para conhecer as emissões gasosas, efluentes diversos, resíduos sólidos e rejeitos gerados ao longo de todo o ciclo de vida do produto em análise (KBA, 2000).

Esta ferramenta também permite comparar o impacto ambiental de diferentes produtos com funções similares. Também é muito utilizada na área de gestão ambiental para comparar o impacto ambiental de diferentes tipos de

tratamento de resíduos (incineração x aterro sanitário), por exemplo, ou seja, o impacto ambiental de diferentes destinações de um mesmo resíduo. Ainda segundo (DONNELLY et al., p. 1359) a ACV é utilizada para identificar aspectos ambientais no nível de produtos para identificar áreas alvo de melhorias ambientais com vistas a um novo produto com por exemplo reciclabilidade ou redução de consumo; no nível dos componentes para auxiliar a seleção de materiais e fornecedores e como ferramenta de benchmarking para demonstrar a evolução do produto em termos ambientais.

Por isso a ACV é parte integrante de modelos de gestão ambiental centrados no projeto do produto, tais como *Design for Environment* ou *Eco-design* e ecologia Industrial, como mostram Graedel, Allenby (1995), Fiksel (1997) e Donnelly et al. (2006) entre outros. Os modelos de gestão ambiental centrados na produção, como o modelo de produção limpa (*Clean Production*), também se beneficiam da ACV, pois esta fornece informações valiosas para ações corretivas e preventivas. O uso da ACV além de motivar para o atendimento à legislação ambiental, busca melhorias contínuas nos sistemas de gestão ambiental que trabalha com normas da *International Organization for Standardization (ISO)*, *British Standard (BS)* e *European Eco Management and Audit (EMAS)*, e podem ser muito útil como ferramenta de marketing para política de certificações e rotulagem ambiental.

A aplicação da ACV em sistemas de gestão ambiental utiliza as normas internacionais série ISO 14000 especificamente ISO 14040, consolidadas a partir de 2006 em 14040 (2006) e 14044 (2006), compreendendo as normas anteriores 14040, 14041, 14042, 14043. Segundo Mourad (2002) a maior contribuição para a padronização da técnica do ACV, foi iniciativa da *Society of Environment Toxicology and Chemistry (SETAC)* que também posteriormente orientou os trabalhos de normatização ISO, de onde originou-se normas da série 14040 relativas à ACV.

## 2.4 NORMAS INTERNACIONAIS PARA A ACV - ISO SERIE-14040

1997-ISO 14040 - *Environmental Management – Life Cycle Assessment-Principles and Framework* - trata dos princípios básicos da ACV e requisitos para a

aplicação desta técnica. Apresenta os principais termos e descreve os objetivos desta técnica e identifica as fases da ACV.

1998-ISO 14041-*Environmental management-Life Cycle Assessment-Goals and scope definition and inventory analysis*. Estabelece os requisitos para definir objetivos e o escopo de um estudo de ACV. Detalha as etapas de uma análise de inventário.

2000-ISO 14042-*Environmental Management –Life cycle assessment –Life cycle impact assessment*. Apresenta as regras para avaliações de impacto, os requisitos obrigatórios, as classes de impacto e descreve as etapas de classificação.

2000-ISO 14043-*Environmental Management-Life Cycle Assessment-life Cycle interpretation*. Faz recomendações para interpretações dos resultados das análises de inventário e/ou avaliação de impactos. Descreve os pontos relevantes de um estudo, fala da análise de sensibilidade e qualidade de dados obtidos.

A partir de 2006 estas normas foram consolidadas em duas, 14040 (2006) descreve os princípios e orientações, incluindo a definição de objetivos, escopo da Análise de ciclo de vida, o inventário das fases do ciclo e a análise de impacto das fases. Discorre também sobre as limitações e relacionamento entre as fases.

ISO 14044 (2006) trata do inventário do ciclo, mas não descreve uma metodologia nem uma técnica em detalhes para uma fase individual.

Ainda existem, uma série de relatórios técnicos, ISO TR-14047- Dá exemplos de aplicação da ISO 14042, TR 14048- apresenta a formatação de documentos para apresentação de da dose a ISO TR 14049 que dá exemplos de aplicações da ISO 14041 para definir objetivos, escopo e análise de inventário

## 2.5 PERFIL DO SETOR MOVELEIRO NO BRASIL E SUA RELAÇÃO COM A SUSTENTABILIDADE

A indústria moveleira no Brasil, considerada como de base florestal, apresenta um cenário de crescimento acentuado, pois é puxada por uma expansão de outros segmentos líderes da economia brasileira, como a construção civil, o crédito de massa, e em função do próprio consumismo devido a entrada das classes sociais como, D e E para o consumo de mercado. Devido à estes fatos esta indústria

tem apresentado recordes de crescimento nos últimos três ou quatro anos. Esta indústria é composta na sua maioria por empresas de pequeno e médio porte de âmbito nacional.

A localização está distribuída entre sul, sudeste e parte do nordeste com predominância na organização de APLs (Arranjos Produtivos Locais) em função de facilidades e/ou sinergias de matérias primas, mão de obra e até mercados consumidores. Este segmento de mercado por ser formado na sua grande maioria por pequenas e médias empresas têm algumas dificuldades para crescimento, pois a falta ou a burocracia do crédito, a falta de capacitação de recursos humanos, de recursos de gestão adequada e até de conhecimento de mercados faz com que estas empresas fiquem fragmentadas, isto é, não existe uma organização de classe que possa torná-las forte diante de um mercado potencialmente em franco crescimento.

A gestão ambiental para estas empresas aparece como uma condição essencial de sobrevivência e competitividade diante de um mercado cada vez mais exigente e num momento em que as questões ambientais já fazem parte das grandes vitrines da competitividade de mercado. (SEBRAE, 2010).

A manutenção e o crescimento destas empresas significa a inclusão de muitos empregos e renda na economia brasileira, mas o problema limitante como sempre nas PME's (Pequenas e Micro Empresas), torna-se a tecnologia e a gestão capacitada entre outros desafios a serem vencidos. As questões ambientais e até de organização formal destas pessoas jurídicas, também são fatores muito limitantes para o seu desenvolvimento, o que atualmente as tornam vulneráveis diante de um mercado que considera e busca qualidade e requisitos de sustentabilidade em produtos de base florestal.

Produtos como móveis diversos que têm sua origem em matérias primas extraídas de recursos naturais, como florestas seja de fontes de reflorestamento ou não, estão cada vez mais na mira do consumidor e da sociedade em geral que ao mesmo tempo que valoriza atitudes pró-ativas de preservação e cuidados com a vida e o meio ambiente, também podem deixar de valorizar produtos que não contenham este conteúdo de requisitos ambientais bem percebido (MARION; SONAGLIO, 2009).

De acordo com o SEBRAE, é nas PME's, aquelas que mais necessitam de crescer, onde estão os maiores problemas, como a falta de recursos e de

conhecimento dos empresários do que pode e deve ser feito para o desenvolvimento destas. A questão da inovação é determinante para a sobrevivência das empresas pequenas, e a gestão ambiental e suas ferramentas é uma das oportunidades de inovar, principalmente em produtos e processos (SEBRAE, 2010).

A indústria moveleira no Brasil compõe-se aproximadamente 13.500 unidades na sua grande maioria, médias, pequenas e micro empresas, de caráter familiar com 100% de capital nacional, empregando um grande contingente de mão de obra de 300.000 trabalhadores diretos, gerando cerca de 1.500.000 de empregos diretos, indiretos e correlatos (PINHEIRO, 2007, p. 1).

O relatório anual de informações setoriais (RAIS/TEM apud FERREIRA et al., 2008) indicam um universo de 18.000 empresas fabricantes de móveis, sendo destas 74,3% são microempresas e 23,8% são empresas de pequeno porte, sendo que 98% destas empregam menos de 100 funcionários e a grande maioria emprega menos de 30 funcionários.

Isto reforça o que foi citado acima sobre as dificuldades de investimentos em inovações e baixa competitividade em seus produtos. Segundo Gorini (2007), o setor de móveis se caracteriza pela predominância de pequenas e médias empresas que atuam em um mercado muito segmentado e ainda intensiva em mão de obra e apresenta baixo valor agregado (por unidade de mão de obra) em comparação com outros setores. Os dados revelam a elevada pulverização da estrutura produtiva da indústria brasileira de móveis marcada pela predominância das micros familiares com recursos muito limitados de capacitação, gerencial e financeiros para se apropriar de vantagens gerenciais competitivas.

Aparece então a necessidade de se agruparem em APLs (Arranjos Produtivos Locais) para sobreviverem, onde algumas interações entre estas empresas, tais como difusão de conhecimentos, sinergia em termos logísticos de matérias primas e produtos acabados e também mercados consumidores, tornam-se estratégico para os seus negócios. Seguem abaixo os principais APLs existentes no Brasil: Bento Gonçalves-RS, São Bento-SC, Araçatuba-PR, Grande São Paulo-SP, Mirassol-SP, Votuporanga-SP, Ubá-MG e Linhares-ES.

Ainda segundo Gorini (2007) a competitividade desta indústria está ligada a fatores como matérias primas, *design*, especialização de produtos e estratégia de marketing. Pode-se observar que a participação deste segmento nas exportações é baixa e torna-se possível alterar este cenário se a indústria buscar obter

certificações, principalmente nas suas matérias primas mais significativas como a madeira ou produtos derivados desta.

Um fator determinante para a competitividade tanto nos mercados interno como nas exportações, são as certificações de qualidade e ambiental, ISO (9000) e ISO (14000), é a partir desta constatação que a gestão ambiental através de suas ferramentas poderá contribuir de forma consistente para o crescimento e consolidação deste segmento. A utilização da ACV análise do ciclo de vida de produtos, poderá auxiliar no desenvolvimento de novos produtos com maiores possibilidades de certificação e conseqüente aumento de competitividade no mercado, além de atender á legislação ambiental vigente.

Autores como Cassiolato, Vargas e Britto (2005 apud MARION; SONAGLIO, 2010) citam a inovação tecnológica como fator de desenvolvimento de competitividade e daí podemos entender que ferramenta como a ACV dentro de um conceito de gestão ambiental moldado para o porte destas empresas, constituem fatores de inovações para este segmento industrial. Para Kaplan e Norton (2004) que corroboram com a importância da inovação para a competitividade, também confirmam o que os autores acima citados indicam.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia deste projeto será estruturada da seguinte forma:

1-Pesquisa bibliográfica através da web, edições especializadas no tema, periódicos técnicos, artigos técnicos de congressos, seminários, teses e dissertações disponíveis.. Será utilizado também entrevistas com especialistas no tema.

2-Leitura, entendimento e formação de resumo para montagem da revisão bibliográfica que embasará a proposta do projeto.

3-Montagem do projeto conforme objetivos especificados, envolvendo;

3.1-Conceituação de Ciclo de Vida de Produtos

3.2-Conceituação de Análise de Ciclo de Vida de Produtos (normas ISO-14040 e14044).

3.3-Conceituação de cadeia produtiva e *supply chain*.

3.4-Descrição das etapas de análise do ciclo de vida de produtos.

3.5-Descrição do ciclo produtivo e cadeia de suprimentos da indústria do mobiliário.

3.6-Detalhamento dos requisitos ou fluxograma das análises em cada fase do ciclo produtivo, distribuição, transportes, uso e pós uso dos produtos mobiliários.

3.7-Interpretações e considerações dos dados levantados sobre a fase pós uso dos mobiliários.

3.8-Conclusões e recomendações.

O objetivo geral do trabalho é apresentar a análise do ciclo de vida de produtos do mobiliário que tenham como principal matéria prima na cadeia produtiva a madeira ou painéis derivados desta, abrangendo todas as suas etapas da cadeia, desde a recepção da matéria prima até a fase do pós uso ou destinação final.

E seus objetivos específicos são:

- a) Detalhar todas as fases do processo de produção de móveis de madeira;
- b) Detalhar todas as fases do ciclo de vida dos móveis de madeira;
- c) Realizar o inventário dos aspectos ambientais de cada fase do ciclo de vida do móvel de madeira;

- d) Realizar a análise dos fatores de riscos e impactos ambientais em cada fase do ciclo de vida;
- e) Interpretar os impactos identificados e indicar meios de mitigação dos mesmos.
- f) montar a matriz de aspectos x impactos;
- g) Classificar os impactos segundo a metodologia usual
- h) Mostrar os fatores limitantes e restritivos á completa implantação da ACV.
- i) Fazer recomendações sobre a utilização da ACV na indústria de móveis.

O projeto da aplicação da ACV na cadeia produtiva da indústria do mobiliário de madeira utilizará como metodologia inicialmente, a pesquisa bibliográfica para identificação do estado da arte da aplicação desta ferramenta em processos, ou melhor, em cadeias produtivas, visando o entendimento através de exemplos já publicados por outros setores da indústria no Brasil, uma vez que esta técnica aplicada á gestão ambiental é relativamente nova em nossa realidade empresarial.

Será também utilizada pesquisa de caráter exploratório para levantamento de dados sobre o processo produtivo e demais fases da cadeia produtiva, bem como uma pesquisa de campo através de um roteiro estruturado de entrevistas com representantes de algumas empresas, previamente selecionadas e indicadas como representativas do setor no estado do Paraná, seja pelo conteúdo tecnológico de seus processos de trabalho, seja pelo fato de terem em sua administração uma postura em prol da gestão ambiental de seus produtos.

Os assuntos de interesse da pesquisa foram levantados nas entrevistas com os especialistas das empresas abordadas, e também identificados nos cases publicados por outros setores da indústria com maior familiaridade ao tema. O inventário dos aspectos ambientais ao longo da cadeia produtiva contou com a colaboração de diversas fontes como bibliografia especializada, empresas e especialistas da área, compreendendo fornecedores de matérias primas, especialistas em projetos de móveis e gestores das empresas abordadas. A metodologia de aplicação da ACV de produtos envolve as seguintes etapas.



### 3.1 DEFINIÇÃO DO OBJETIVO E DO ESCOPO DO PROJETO (NBR-ISO 14040)

O objetivo de aplicação da ACV deve declarar de forma inequívoca a aplicação pretendida, as razões para conduzir o estudo e o público alvo - (ISO 14040)

O projeto apresenta como objetivo a aplicação da ferramenta ACV na cadeia produtiva de móveis de madeira com razões explícitas de conhecer os impactos ambientais gerados nesta atividade. O público alvo são as empresas deste segmento no estado do Paraná e mais precisamente na região metropolitana de Curitiba. Aqui destacam-se os seguintes aspectos que definem o escopo do projeto;

1-Limite Temporal – ano 2011.

2-Limite Geográfico - Região Metropolitana de Curitiba

3-Escopo técnico - O processo produtivo de móveis de madeira com a tecnologia disponível atualmente.

A partir do inventário dos aspectos ambientais levantados em cada fase do processo produtivo, no universo de quatro empresas previamente selecionadas e os consequentes impactos ambientais associados a estas fases, embora não se consiga chegar á detalhes mais profundos sobre seus efeitos, buscou-se ter a máxima abrangência em torno dos principais riscos identificados e, a partir destes, montar os diagramas aspectos versus impactos e a classificação dos impactos ao longo da cadeia produtiva. A profundidade e o detalhamento do inventário e a própria interpretação correta dos impactos ambientais só será conseguida a partir de um trabalho de pesquisa mais profundo, que tenha uma base de dados já montada e disponível. Assim considera-se que este projeto de aplicação da ACV seja um embrião para projetos futuros com maior detalhamento utilizando a mesma ferramenta.

### 3.2 ANÁLISE DO INVENTÁRIO

Nesta etapa deverá ser detalhada toda a cadeia produtiva onde deve ser construído o inventário de todos os *inputs* (aspectos ambientais) e os *outputs*

(impactos ambientais) relativos ao uso de materiais, energia, insumos diversos, geração de resíduos de toda natureza, emissões e tudo que impactar em alteração das condições ambientais até o momento conhecidos. Nesta etapa o inventário deverá quantificar na medida do possível os aspectos e impactos para se formar a base de dados que servirá de apoio a todas as ações que serão tomadas no futuro, aqui com o objetivo de subsidiar política de produtos ambientalmente sustentáveis.

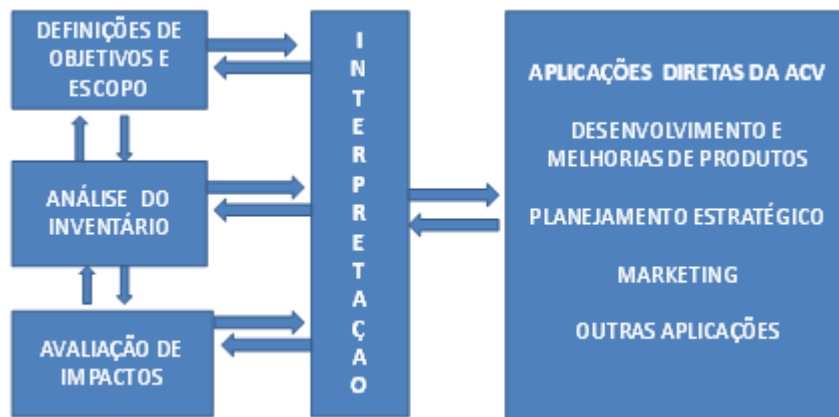
### 3.3 ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Esta etapa caracteriza-se como a mais importante e a mais difícil no processo de aplicação da ACV. É nesta etapa que deverão ser identificados os impactos ambientais associados aos aspectos ambientais que constam no inventário ao longo de toda a cadeia produtiva. Aqui existem muitas carências de dados e informações, o que demandará diversos estudos científicos para elucidação da real extensão, profundidade e gravidade destes impactos observados. Portanto torna-se prematuro dizer que seja possível elucidar de forma quantitativa todos os impactos ambientais na real dimensão que ocorrem nesta cadeia produtiva, mas a análise deverá abranger o máximo possível em função das informações disponíveis até o momento de realização das pesquisas.

### 3.4 INTERPRETAÇÃO

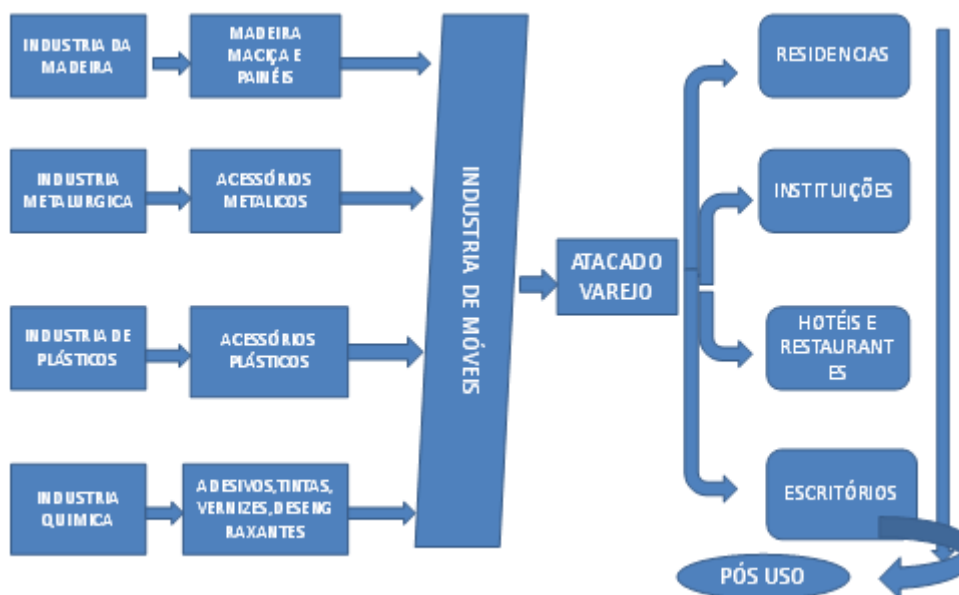
Trata-se de dar sentido prático às observações colhidas nas fases 2 e 3. É a avaliação da consistência e da segurança dos resultados obtidos na etapa 3. É a avaliação da validade e da consistência das hipóteses formadas a partir das observações dos impactos associados aos aspectos ambientais. Aqui o senso de subjetividade em torno das interpretações torna-se um fator limitante para a consistência e a validade dos resultados obtidos da análise.

Abaixo segue o fluxograma da metodologia da ACV.



**Figura 1 – Fluxograma Estrutura da ACV**

Fonte: ISO 14040-2006.

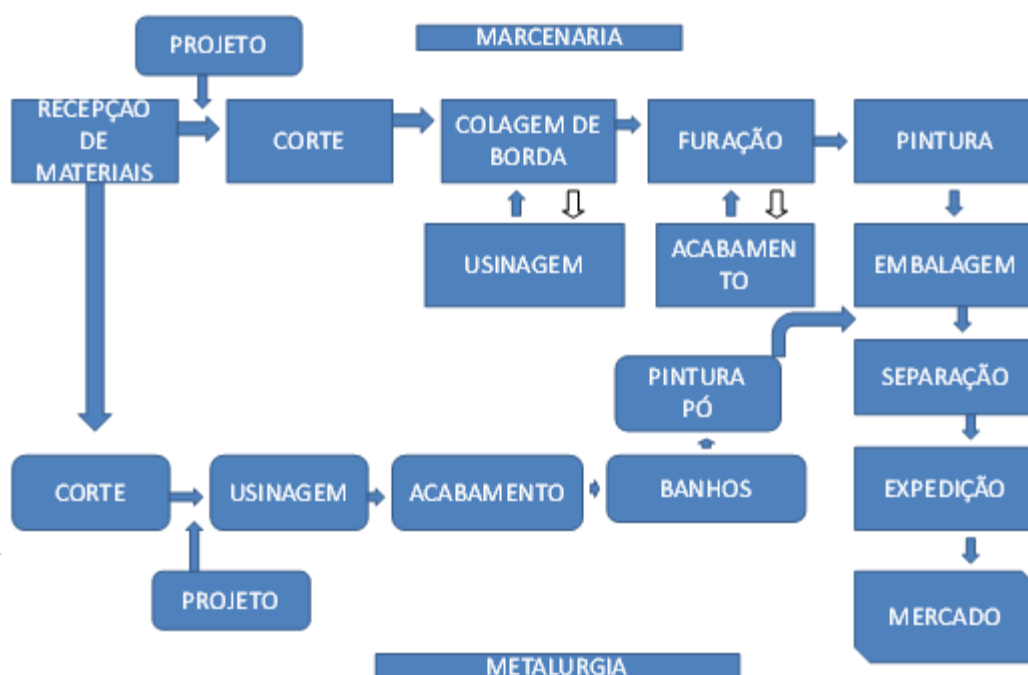


**Figura 2 - Cadeia Produtiva de Móveis de Madeira**

Fonte: O autor.

### 3.5 DESCRIÇÃO DAS FASES DA CADEIA PRODUTIVA

Esta cadeia produtiva tem início na fase de projetos ou design de móveis, passando pela seleção e recepção dos principais insumos que compõe o produto MÓVEL DE MADEIRA, a saber, madeira maciça e painéis proveniente da indústria madeireira, acessórios metálicos provenientes da indústria metalúrgica, acessórios de plásticos provenientes das indústrias transformadoras de plásticos, tintas, vernizes, adesivos, solventes e removedores vindos da indústria química. A partir da recepção dos materiais forma-se o estoque que irá alimentar o processo produtivo, como descrito abaixo. Após a fase produtiva tem-se as fases da distribuição via varejo ou atacado até a fase de consumo ou uso quando chega ao consumidor final. Após temos a fase da destinação final ou pós uso quando termina a vida útil do produto e também a cadeia encerrando assim a análise do ciclo de vida deste produto.



**Figura 3 - Processo Produtivo de Móveis**

Fonte: O autor.

### 3.5.1 Projeto ou *Design*

Os móveis são projetados de acordo com uma série de requisitos sem função de diversas variáveis como, tendências de época e moda no uso de materiais, novos materiais lançados pelo mercado de madeira, e também já se utilizam conceitos de ECODESIGN, onde se busca a sinergia entre eficiência produtiva, qualidade de produto e conceitos de gestão ambiental com o foco na sustentabilidade.

### 3.5.2 Recepção de Materiais

- a) Painéis (MDF\MDP e compensado OSB), madeira serrada seca, Pinus e eucalipto, sempre de origem de reflorestamentos .
- b) Painéis MDF com revestimentos melamínicos;
- c) Fitas de borda (PVC, PS );
- d) Acessórios de metais e plásticos (puxadores, corrediças, dobradiças, parafusos e diversos acabamentos ferramentas e lixas;
- e) Perfis metálicos, tubos e chapas;
- f) Adesivos, tintas, vernizes, solventes, desengraxantes e fosfatizantes;
- g) Papelão, filmes plásticos;
- h) EPIs diversos;
- i) Acessórios (ferragens, plásticos);
- j) Adesivos, tintas e vernizes, removedores;
- k) Embalagens-filmes termo encolhíveis, plástico bolhas, papelão.

### 3.5.3 Corte

Marcenaria: Nesta etapa são usinadas as chapas ou painéis de acordo com o projeto de design para o produto em produção. Aqui são gerados resíduos como

sobras de chapas e pó de usinagem e serragem. Utiliza-se nesta fase serras circulares de mesa.

Metalúrgica: Os tubos, perfis e chapas são cortados conforme o projeto integrado com o setor de marcenaria.

#### 3.5.4 Colagem de Borda

A colagem é feita por máquinas com fitas de PS (poliestireno) ou PVC que, geram retalhos e tiras que devem ser segregadas como resíduos classificados para destinação.

#### 3.5.5 Furação

Marcenaria: Nesta etapa as chapas recebem a furação em máquinas com controle por CNC, gerando pó fino pela ação das brocas.

Usinagem - Metalúrgica: Os perfis, tubos e chapas são usinados, furados e soldados conforme projeto.

#### 3.5.6 Acabamento

Após a furação procede-se á limpeza das partes das chapas usinadas, sendo aqui utilizado produtos químicos como removedores de resíduos de cola. Esta limpeza é feita com pedaços de tecidos, que após o seu uso, ou seja quando estes estão bem contaminados são destinados para uma empresa prestadora de serviços de lavagem que retorna estes materiais descontaminados para reuso.

### 3.5.7 Desengraxe e Fosfatização (Metalurgia)

Os materiais após o acabamento passam por um banho de desengraxe químico e posterior fosfatização para dar proteção ao metal como *primer* da pintura.

### 3.5.8 Pintura

Marcenaria: Em caso de chapas de painéis de madeira não revestidos com lâminas melamínicas de acabamento, procede-se á pintura geralmente com tinta á base d'água.

Metalúrgica: Após a preparação da superfície metálica os tubos, perfis e chapas recebem pintura pó ou líquida com aplicação de tintas coloridas e vernizes, conforme designação do projeto.

### 3.5.9 Separação

Após a limpeza as chapas são separadas e agrupadas de acordo com a necessidade de montagem.

### 3.5.10 Embalagem

As partes são embaladas com papelão e filmes de termo-encolhíveis para a devida proteção durante o transporte e distribuição ao consumo.

### 3.5.11 Expedição

Os móveis após embalados são enviados ao mercado varejista ou atacadista para distribuição aos consumidores.

Após a expedição dos móveis, estes serão distribuídos no mercado via sistema comercial de varejo ou atacado. A partir desta fase estes chegam até o consumidor final que fará uso destes bens até o final da sua vida útil. A partir desta fase inicia-se a fase da destinação final ou descarte.

### 3.5.12 Consumo

Os móveis são desembalados para o uso gerando resíduos de embalagens como papelão, filmes plásticos, filmes bolhas que geralmente são descartados através do lixo público. Ao longo da vida útil destes móveis ocorre emissões normais de formaldeído para o ambiente onde estão dispostos. Estas emissões especificadas conforme normas europeias apenas são controladas pelos fabricantes de painéis de madeira quando da sua produção.

### 3.5.13 Pós Uso

Ao final da vida útil os móveis serão descartados sendo na grande maioria, destinados para revenda, quando não há mais condições de uso ocorre o descarte sem muitos cuidados onde e como destiná-lo.



## 4 RESULTADOS

### 4.1 INVENTÁRIO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS

#### 4.1.1 Projeto ou *Design*

O projeto do móvel é o início da cadeia produtiva, nesta etapa utiliza-se informações como tendências em materiais e moda, cores, formas e ergonomia, bem como diversas outras informações para desenvolver o produto desejado pelo mercado. Mais recentemente já se pensa em conceitos de ECODESIGN, isto é, pensa-se em sinergias entre eficiência produtiva de materiais, processos fabris e conceitos de gestão ambiental aplicados ao desenvolvimento do projeto e também, na gestão da produção, sempre buscando conceitos de sustentabilidade nos novos produtos. Nesta fase pode-se minimizar impactos ambientais significativos, planejando na engenharia construtiva do móvel, racionalização de processos, de materiais e uso racional de energias, enquanto o design já prevê para a fase do pós uso a desconstrução do produto para destinação como reciclagem ou descarte adequado. O projeto do móvel também deverá prever facilidades de desmontagem, pois o transporte para a reciclagem ou reuso que já são debatidos na PNRS (política nacional de resíduos Sólidos) através da adoção da logística reversa, faz parte do contexto da análise do ciclo de vida de produtos.

#### 4.1.2 Recepção (Estoques)

Nesta fase os insumos são apenas recebidos e cadastrados no controle de estoques. Aqui não se verifica impactos significativos, apenas a emissão de formaldeído originária dos painéis MDF e MDP, porém esta emissão segundo as especificações dos fabricantes, está dentro dos limites seguros, pois estes produtos

são classificados na categoria E-1, ou seja o índice de emissões está abaixo de 8 mg de formaldeído/100gr de painéis seco. Isto está de acordo com as normas europeias de segurança de produtos emissores de compostos (norma E-117 e-E 120). Este índice de emissões se dará durante todo o ciclo de vida do móvel que utiliza os painéis. Os demais insumos como água e energia elétrica provém da rede pública de abastecimento, e, o impacto identificado aqui observado, é o consumo do recurso natural (água) que é utilizado para a geração da energia elétrica e para o próprio consumo humano.

#### 4.1.3 Corte e Usinagem dos Painéis e Madeira (Marcenaria)

Nesta etapa o projeto de *design* é colocado em prática e daí vem o corte dos painéis revestidos ou não com melamina. Durante o corte que se realiza em serras circulares, observa-se a geração de pó que contém também resíduos de formaldeído desprendido da madeira reconstituída, que leva em sua composição resinas uréia – formol. A geração de ruídos originados pelas serras, geralmente estão acima dos limites de exposição considerados audíveis 85 dB (A) limite especificado por normas NR-15 nos aspectos de insalubridade editada pelo MTE ( Ministério do Trabalho e Emprego),1978. O ruído e a geração de pó trazem impactos significativos na saúde dos trabalhadores ao atingir as vias auditivas e respiratórias. Tem se a presença de resíduos de formol, produto considerado como carcinogênico pela OMS. Além das emissões especificadas pelas normas europeias, o desprendimento dos componentes da resina uréia formol reforça a presença deste componente indesejável no ambiente.

Apesar de se observar a utilização de exaustores para a coleta do pó gerado, o ambiente industrial ainda é muito impregnado por este poluente. Quanto ao ruído, a utilização de protetores auriculares em todas as empresas visitadas, faz com que se reduza o impacto deste poluente ,mas não se tem comprovações de quanto isto é possível.

#### 4.1.4 Corte/Usinagem/Acabamento (Metalúrgica)

Nesta etapa os perfis, tubos e chapas são preparados conforme projeto; cortados, soldados, furados e lixados, gerando assim resíduos sólidos de aço com retalhos, limalhas e demais partes, estes resíduos são totalmente pesados e segregados para a reciclagem.

## 4.2 COLAGEM DE BORDAS

Nesta etapa os painéis de madeira revestidos recebem as fitas de colagem para acabamento, ou seja, revestimento das bordas das peças usinadas. Esta operação envolve a colagem das fitas em máquinas que aplicam estes adesivos. As vezes é gerado resíduos de fitas de PVC ou PS, além de retalhos de fitas com adesivos. Após esta colagem estas peças são encaminhadas para a operação de limpeza.

### 4.2.1 Limpeza

#### a) Marcenaria:

Aqui as peças recebem limpeza através de tecido e solventes para remoção dos resíduos de adesivos decorrentes da fase de colagem de bordas. Gera-se aqui VOCs, vapores de solventes e conseqüentemente tecidos contaminados que são encaminhados para a lavagem em empresa especializada, devidamente autorizada pelo órgão ambiental responsável, que prestam serviço de reciclagem e destinação destes materiais.

#### b) Metalúrgica:

Após a usinagem os perfis, tubos e chapas passam pelo banho de desengraxe químico e fosfatização para proteção da superfície antes da pintura. Nesta fase são utilizados componentes químicos de caráter ácido e sais de fósforo

que certamente causam impactos ao meio onde são utilizados tanto por contaminação no solo, na água como no contato pelo pessoal de quem manipula estas substâncias.

c) Pintura-1 Marcenaria

As peças que são usinadas de painéis sem revestimento melamínico ou de madeira maciça são pintadas com tinta epóxi ou base d'água. A operação de pintura geralmente é realizada em cabines de pintura com ventilação forçada, porém não existe limpeza dos gases contaminados que carregam solventes e resinas removidos da secção de pinturas. Aqui os impactos avaliados são muito significativos para a área da saúde ocupacional da indústria. Nesta fase o levantamento de dados relativos aos limites de exposição das pessoas aos VOCs necessita de estudos de pesquisa in loco, ficando assim comprometido este trabalho pela carência de dados necessários para o entendimento da extensão destes impactos. Esta constatação caracteriza-se como um fator limitante á implantação da ferramenta ACV neste processo produtivo.

d) Pintura-2

Os perfis, chapas e tubos de aço recebem pintura com tintas no sistema líquido ou pó onde a exposição do pessoal por menor que seja, deve ser muito controlada. Os vapores de compostos orgânicos estão presentes nos ambientes de pintura, mesmo com cabines de pintura. Nesta etapa observa-se impactos causados tanto pelo risco da saúde humana pelo contato com os VOCs (Compostos Orgânicos Voláteis), e também pela poluição gerada pelos efluentes da água circulante nas cabines de pintura. As empresas não têm controle do grau de saturação de orgânicos nos ambientes de pintura.

e) Separação

Nesta etapa as peças pintadas ou revestidas são separadas e identificadas para facilitar a na etapa de montagem do móvel. Aqui nesta fase não se observa impactos significativos que possam constar neste levantamento.

f) Embalagem

Após a separação das partes estas são embaladas em papelão e filmes plásticos, gerando assim diversos resíduos destes materiais que são todos encaminhados para a reciclagem em empresas autorizadas pelo órgão ambiental competente.

g) Expedição

Nesta etapa os móveis já embalados são carregados em caminhões que irão transportá-los até o mercado para a distribuição ao consumo. Aqui pode se observar como impactos o consumo de energia de origem fóssil e suas emissões de correntes da queima do combustível (óleo diesel) e lubrificantes diversos.

#### h) Consumo

Nesta etapa os móveis após serem entregues, são desembalados, gerando assim resíduos de papelão e filmes plásticos e até resíduos de madeira, quando estes são produzidos sob medida. Estes resíduos têm como impacto associado o descarte para a coleta urbana pública que, acabam chegando aos aterros municipais. Geralmente não são encaminhados para a reciclagem.

#### i) Pós-Uso

Em geral nesta fase concentra-se problemas diversos, pois os móveis que se encontram muito desgastados geralmente não são enviados para reciclagem ou para reuso e sim destinados para os lixos públicos. Os impactos associados a esta etapa são diversos, pois constata-se o descarte destes em terrenos á céu aberto, rios quando não são queimados sem qualquer cuidado.

**Quadro 1– Matriz do Inventário**

Fase	Aspectos	Impactos Associados
Geral	Geração de emprego\renda	Melhorias sócio econômicas
1	Projeto conceitual - ACV	Redução de impactos previsíveis
2	Emissões de formaldeído (painéis)	Saúde ocupacional / risco
3	Consumo de energia Ruídos e poeira	Consumo de rec. naturais Desconforto no Ambiente\saúde
4	Aplicação de colas	Resíduos de fitas e colas (classe-1)
5	Geração de VOCS Uso de materiais de limpeza	VOCS Risco/Saúde Geração de resíduos classe-1
6	Geração de VOCS	Risco/saúde Geração de resíduos classe-1
7	Geração de água contaminada	Poluição das águas e solo
8	Geração de res. papel\plástico	Reciclagem total
9	Consumo de energia fóssil	Consumo de rec. não renováveis Emissões de GEES (gases de efeito estufa)
10	Geração de resíduos sólidos	Descarte não adequado-poluição
11	Geração de resíduos sólidos	Poluição – solo-águas

**Quadro 2– Categoria de Impactos ISO (14040)**

1	Mudanças climáticas
2	Redução de recursos naturais

3	Acidificação
4	Nutrição/eutrofização
5	Formação de fumaça fotoquímica
6	Toxicidade humana
7	Ecotoxicidade
8	Uso do espaço para disposição final
9	Uso da terra

**Quadro 3 – Classificação dos Principais Impactos Observados na Cadeia-Móveis**

Consumo de energia	(2)
Consumo de comb. Fósseis	(1), (2)
Geração de poeira	(6)
Geração de ruídos	(7)
Geração de VOCS	(1), (6), (7)
Geração de resíduos classe	(3), (8), (9)
Geração de água contaminada	(4), (7), (6)
Geração de resíduos sólidos	(8), (9)

#### 4.3 INTERPRETAÇÃO DOS IMPACTOS

Segundo a metodologia de Inventário para ACV, os impactos devem ser quantificados em relação a uma base mensurável definida para a cadeia produtiva do produto em estudo. No caso desta cadeia, adotou-se como base o consumo de 1 m<sup>2</sup> de painel de madeira processado. A quantificação dos diversos insumos entrantes na cadeia e as respectivas saídas de resíduos, emissões, poeira, e demais fontes causadoras de impactos sobre o meio ambiente devem ser quantificadas proporcionalmente à esta base determinada. O levantamento relativo dos agentes causadores de impacto neste projeto, fica muito comprometido pela falta da base de dados confiável e disponível que contenha informações sobre a quantificação média de emissões e contaminantes presentes na atmosfera local da cadeia produtiva em estudo. Contatou-se alguns bancos internacionais como o *Ecoinvent* (Suíça) que apesar de acessível, necessita-se de muito cuidado e treinamento para seu uso, não encontrou-se informações na sua base relativas à esta cadeia produtiva. No Brasil já existe um trabalho de intercâmbio com diversos bancos de dados internacionais para a montagem de uma base de dados brasileira para subsidiar as aplicações de ACV em diversos segmentos de mercado como é o caso do setor de móveis.

As emissões de ruído e poeira são indicadas na NR-15(anexo-1) que trata-se de uma norma de aspectos de insalubridade, editada pelo MTE (Ministério do Trabalho e Emprego) de 1978.

No anexo -1 desta norma, trata-se dos limites de tolerância, que no caso de ruídos, o nível é de 85 dB (A) para exposição de 8 horas de trabalho.

No processo produtivo de móveis a maioria das máquinas utilizadas atualmente estão acima deste limite de emissão, portanto detecta-se aqui um impacto sobre a saúde ocupacional dos trabalhadores neste ambiente.

Outro aspecto é o problema do pó da madeira e de painéis, gerado durante as fases de corte, furação e lixamento, que não existe nenhum controle do nível de exposição do trabalhador no local. A NR-9 também norma de aspectos de insalubridade do M T E, sempre remete aos limites constantes noACGIH (*American Conference of Governement Industrial Hygienists*), que trata-se de um conjunto de normas para higiene e saúde ocupacional. Não temos normas brasileiras de regulamentação de poeira em ambiente industrial.

## **5 INTERPRETAÇÃO/CONSIDERAÇÕES**

A avaliação dos impactos ambientais identificados na cadeia produtiva de móveis, nos leva a entender que do ponto de vista dos riscos apresentados, o maior deles é em relação a saúde ocupacional no ambiente do processo produtivo. A presença de poeira gerada pelo processo produtivo, deve ser controlada e mitigada ao máximo, porém estudos da qualidade do ar neste ambiente deverão ser elaborados.

O controle de emissão de ruídos no setor de corte e lixamentos mostra-se fora dos limites de aceitação normatizados pelo MTE (Ministério do Trabalho e Emprego). As emissões de formaldeído decorrentes da utilização dos painéis de madeira, especificadas por normas européias, encontram-se dentro dos limites de segurança para a saúde humana.

O fator mais crítico constatado neste processo produtivo, é a exposição dos trabalhadores na fase de aplicação de pintura com tintas e vernizes. A exposição diária á vapores de compostos químicos orgânicos como solventes e diluentes,

apesar de não se dispor de dados que mostrem a qualidade ambiental do ar, deve ser monitorada e estudada para a formação do banco de dados sobre este aspecto.

A geração de resíduos de classe-1 não se apresenta como um fator de grande significância nesta cadeia produtiva, pois além de baixo índice de geração todo este material é destinado de forma adequada para tratamento. Os resíduos de filmes plásticos , papéis , embalagens de tintas,colas e solventes são corretamente destinados através de empresas, devidamente licenciadas pelo órgão ambiental responsável. Este fato foi observado na amostra das quatro empresas visitadas.

A geração de águas contaminadas originada na fase de pintura e desengraxe tem como impacto a poluição do solo e de águas por contaminantes químicos orgânicos, que, na amostra das quatro empresas visitadas ainda não possuem tratamento adequado para a solução deste efluente;isto é, adequá-lo aos padrões de deságüe autorizado pela legislação estadual vigente .

A geração de resíduos sólidos (móveis usados) na fase do pós uso trata-se do maior problema, de caráter cultural, que demanda educação ambiental para reverter este processo de descarte. Acredita-se que a implantação de logística reversa através da qual os consumidores possam retornar seus móveis após o uso venha ser uma solução para os problemas de descarte.

## **6 CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO**

Um projeto de ACV caracteriza-se como um evento de longo prazo a ser executado por uma empresa. A sua implantação, depende de formação de cultura organizacional com ênfase em valores ambientais a serem considerados na estratégia da organização. Torna-se difícil definir prazos de ocorrências ou datas de conclusão para especificar este projeto. O que se pode alegar é que este projeto deverá acontecer no horizonte de longo prazo aqui entendendo uma dimensão temporal de anos, e seguramente maior que cinco anos.



## **7 VIABILIDADE ECONÔMICA**

Este projeto visa demonstrar a possibilidade de utilização da ferramenta ACV para o planejamento de políticas de novos produtos do mobiliário de madeira, atingindo-se qualidade sustentável devido aos novos conceitos a serem explorados e adicionados aos produtos. A viabilidade econômica pode ser entendida devido ao fato de que, esta técnica coloca a empresa e seus produtos em mercados diferenciados, que valorizam o conteúdo ambiental declarados nos produtos. Estes mercados, remuneram melhor produtos com estas características, a empresa ganha em reforço de imagem o que se traduz por crescimento de receitas de vendas e margens por unidade de produto vendido.

Torna-se muito prematuro calcular, no momento, uma taxa de retorno para indicar a viabilidade do investimento no projeto ACV, mas pode-se vislumbrar o retorno em termos de crescimento de receitas devido o reconhecimento de categoria de produtos sustentáveis em mercados exigentes e que, seguramente, pagam mais por estes atributos. A comprovação de viabilidade de um projeto de aplicação da ACV deverá ser comprovada a partir dos resultados de crescimento de vendas e rentabilidade de novos produtos que estejam conceitualmente dentro dos parâmetros colocados para um projeto de sustentabilidade.

## 8 RESULTADOS ESPERADOS

Este projeto, de aplicação da ACV na cadeia produtiva de móveis, espera demonstrar a possibilidade de utilização desta nova técnica, como ferramenta de gestão ambiental para as empresas entenderem e planejarem suas ações relativas á política de novos produtos com conteúdo mais sustentável em relação ao *status quo* no planejamento de novos produtos.

Os cuidados com o ambiente dentro e fora dos limites da cadeia produtiva poderão ser monitorados através da aplicação desta técnica. Os resultados pretendidos, estão na assimilação desta técnica que deverá ser utilizada, adaptada e desenvolvida para este segmento de mercado. Apesar dos fatores limitantes á implantação desta técnica como a carência de dados disponíveis para quantificar os impactos ambientais, a implantação de indicadores servirá para entender o desempenho ambiental destas empresas é, isto é uma conseqüência do conceito da ACV no desenvolvimento de produtos. Pode-se citar que existem oportunidades de melhorias, tanto em segurança de processo pelo conhecimento das variáveis causadoras de impactos, como em ganho de imagem de produto e que se traduz por ganho de imagem corporativa a partir de melhorias no conhecimento dos riscos á saúde citados. Espera-se que possam ser elaborados estudos de saúde ocupacional. Outro aspecto muito relevante é a gestão do pós uso através da implantação da logística reversa, que, neste momento está sendo muito debatida dentro da Política Nacional de Resíduos Sólidos ,e que indicará rumos para a implantação desta .

Espera-se que este projeto considerado como um embrião, seja ponto de partida para novos projetos no segmento, onde se busque a formação de massa crítica de gestores aptos a aplicarem esta técnica. Espera-se também que com esta nova ferramenta que as empresa possam implantar de forma mais sólida um sistema de gestão ambiental (SGA), que permita oferecer ao mercado produtos que contenham os requisitos ambientais necessários para se obter o grau de certificação verde, atendendo aos requisitos das normas ISO 14040. Aqui pode-se também vislumbrar a obtenção de selos verdes para estes produtos, o que tornará estas empresas mais competitivas nos seus mercados.

## 9 RECOMENDAÇÕES

A aplicação da ACV, para esta indústria deverá ser entendida e utilizada com um recurso de planejamento de ações estratégicas na gestão de produtos. No caso de móveis, levando-se em consideração o cuidado com as interações desta cadeia produtiva com o meio ambiente. O projeto do produto deverá sempre refletir conceitos de gestão ambiental tanto na concepção do móvel como na gestão da produção, estendendo-se a fase do pós uso. Um ponto que deverá ser enfatizado é a montagem de uma base de dados de processo relativa às características de segurança de uso de todos os insumos da cadeia produtiva. Também a pesquisa de limites de exposição dos vários agentes causadores de impacto ambiental que este processo produtivo está sujeito, como emissões de componentes que colocam em risco a saúde humana conforme mostrado na tabela de impactos observados.

Esta técnica é ainda muito recente no Brasil como ferramenta de gestão, porém o potencial de exploração para utilizá-la em planejamento estratégico em políticas de novos produtos é bastante ampla.

A principal recomendação a ser deixada, é utilizar esta técnica adquirindo conhecimento para adaptá-la e desenvolvê-la. Por se tratar de uma ferramenta de mudança de postura de gestão, recomenda-se também estruturar em paralelo um SGA com foco em decisões apoiadas por conceitos oriundos da ACV.

## REFERÊNCIAS

- ACGIH. **American Conference of Government Industrial Hygienists**. Rio de Janeiro, 1991. 22 p.
- BELLMANN, K.; KHARE, A. Economic issues in recycling end-of-life vehicles. **Thecnovation Eselvier Science**, v. 20, p. 667-690, 2000.
- CHEHEBE, J. R. B. **Análise do ciclo de vida de produtos**: ferramenta gerencial da ISO 14. 000. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.
- CHOPRA. S. ;MEINDL. Gerenciamento da cadeia de suprimentos. S. P. Prentice Hall, 2003.
- DANTAS, A.; KERTSNETZKY, J.; PROCHNIK, V. et al. Empresa, indústria e mercados. In: **Economia industrial**: fundamentos teóricos e práticas no Brasil. Rio de Janeiro: Campus, 2002. p. 37.
- DONNELLY, K. et al. Eco design emplemented through a product-based environmental management system. **Journal of cleaner product**, p. 1359.
- FERREIRA, M. J. et al. **Relatório de acompanhamento setorial da indústria moveleira**. v. I. ABDI (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial NEIT – UNICAMP. Jun. 2008. Disponível em <<http://www.cgimoveis.com.br/economia/documento.2008-11-14.3971286229>> Acesso em: 30 nov. 2010.
- FIKSEL, J. **Design for environment**: creating eco-efficient products and process. New York: Mc Graw–Hill, 1996.
- GORINI, A. P. F. **Panorama do setor moveleiro no Brasil, com ênfase na competitividade externa a partir do desenvolvimento da cadeia industrial de produtos sólidos de madeira**. BNDES. Disponível em: <<http://www.gov.br/sitebndes/export/sites/default/bndes-ptgalerias/arquivos/conhecimento/bnset/set801.pdf>>Acesso em: 26 jul. 2011.
- GRAEDEL, T. E. **Streamlined Life Cycle Assessment**. New Jersey: Prentice Hall, 1998.
- IIDA, I. **Ergonomia**: projeto e produção. São Paulo: Edgard Blucher, 1990. p. 465.
- INTERFACE. **Interface Sustainability**. Disponível em: <<http://www.interface.sustainability.com>>. Acesso em: 10 jul. 2011.
- ISO 14.040. **International Environment Management**: Life cycle assessment-principles and framework. 1997.
- KAPLAN, R. S; NORTON, D. P. **Mapas estratégicos Balance Scorecard**: convertendo ativos tangíveis. 7. ed. Rio de Janeiro: Campus-Eselvier, 2004.

KBA - Karlab Bell and Associates Pty Ltda. **Life cycle assessment for industrial process**. Disponível em: <<http://www.karlab.com/lcaip.htm>>. Acesso em: 10 maio 2011.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: USP, 2008.

MEDINA, Heloisa Vasconcellos de. **Produção e uso sustentável de materiais: gestão ambiental e análise do ciclo da vida**. Disponível em: <<http://www.cetem.gov.br/publicacao/cts/ct2006-049-00.pdf>> Acesso em: 29 jul. 2011.

MOURAD, A. L.; GARCIA, E. E. C.; VILHENA, A. **Avaliação do ciclo de vida: princípios e aplicações**. Campinas: CETEA\ CENPRE, 2002.

NAHUZ, M. A. R.; MIRANDA, M. J. C.; FRANCO, N. Inovações na Fabricação de Móveis. **Revista da Madeira**, Curitiba-Pr, v. 11, n. 63, p. 31-36, 2002.

PASCOAL, J; MARION, F.; SONAGLIO, C. M. **Inovações Tecnológicas na Indústria de móveis: uma Avaliação a partir da concentração produtiva de Bento Gonçalves/RS**. 2009.

\_\_\_\_\_. Produção e uso sustentável de materiais: Gestão ambiental e análise do ciclo de vida. CONGRESSO ANUAL DA ABM, 6. **Anais...** Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais. p. 1781-1790.

PINHEIRO, L. A. F. V. A Indústria Moveleira no Brasil. **Revista da Madeira**, Maio 2007.

SEBRAE. **Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas**. Disponível em: <[www.sebrae.com.br](http://www.sebrae.com.br)> Acesso em: 12 ago. 2011.

SEGURANÇA E MEDICINA NO TRABALHO. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

SIMPO. Simpósio de administração da produção, logística e operações internacionais, 3. São Paulo, EAESP-FGV, 2009. p. 1-16.

UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAM. **Life cycle management: a business guide to sustainability**. Genebra: UNEP, 2007.

WCDE. **World Conference Environment and Development - Our Common Future**. Oxford: Oxford University Press, 1987.

WCED. **Our common future**. 1991.