

## Ecologia industrial aplicada à indústria moveleira

*Industrial ecology applied to the furniture industry*

Grégory Adad Kravchenko<sup>1</sup>, Antônio Pasqualetto<sup>2</sup> e Evaldo de Melo Ferreira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mestre, Engenharia de Produção, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, GO, Brasil

<sup>2</sup>Doutor, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, GO, Brasil

### Resumo

*As indústrias moveleiras utilizam como matérias-primas insumos que provêm de recursos naturais renováveis como as madeiras, fibras naturais, couros e também de materiais não renováveis como os metais, vidros e polímeros. Todos estão diretamente relacionados a geração de resíduos pós-produção pelas indústrias, podendo causar contaminações do solo, dos mananciais hídricos ou gerando poluentes atmosféricos. Utilizando como premissas os conceitos ambientais da Ecoeficiência, Ecodesign e de Sistema de Gestão Ambiental, foi realizada a revisão da literatura com o objetivo de conhecer as estratégias e as ferramentas relevantes para os processos industriais, subsidiando a realização de uma pesquisa quantitativa com o setor produtivo de móveis do Estado de Goiás.*

**Palavras-chave:** *Produção sustentável; Engenharia de Produção; Sistemas ambientais*

### Abstract

*The furniture industries use as raw inputs that come from renewable resources such as wood, natural fibers, leather and non-renewable materials such as metals, glass and polymers. All are directly related to the generation of post-production waste by industries, may cause contamination of soil, water or air pollutant generating sources. Using as premises the environmental concepts of eco-efficiency, Ecodesign and Environmental Management System, the literature review with the aim of knowing the strategies and tools relevant to industrial processes was performed by subsidizing conducting quantitative research with the productive sector furniture of the State of Goiás.*

**Keywords:** *Sustainable production; Production Engineering; Environmental systems.*

## 1 Introdução

A Ecologia Industrial estuda de forma sistemática os materiais, fluxos de energia e observa as fábricas como sistemas industriais de economia globalizada. Allenby (2006) pode completar a teoria informando que é o tipo de estudo que busca entender o comportamento emergente de complexos sistemas integrados entre o homem e a natureza.

Conceitos da Ecologia Industrial foram baseados no estudo de sistemas e na Termodinâmica, Almeida e Giannetti (2012): “relatam que as metodologias para o estudo de sistemas foram utilizadas para simular a degradação ambiental do planeta, alertando para a insustentabilidade do sistema industrial atual”.

Se comparado com outras abordagens estudadas, a Ecologia Industrial é muito recente, foi conhecida e popularizada através da publicação do artigo de Frosch e Gallopoulos (1989), onde argumentavam ser possível desenvolver métodos de produção industrial com redução de impacto ambiental, chamados de ecossistemas industriais, substituindo os processos isolados por sistemas integrados. Existe, no entanto, relatos anteriores de vários autores com esta mesma abordagem de integração, porém com outras nomenclaturas e dispersas pelos estudos variados da ecologia fundamental, estes não foram alvo deste referencial teórico por distanciarem muito do objetivo proposto.

O desenvolvimento da Ecologia Industrial conta com a participação de grandes pensadores que mesclam conhecimentos originários do meio acadêmico com vivências e práticas do processo produtivo industrial. Estas análises apresentam o grande potencial frente aos problemas ambientais, pelo vasto campo de ações e possibilidades de soluções que exploram os recursos e os resíduos, possibilitando formatar uma rede de processos industriais com menos desperdícios. Estes processos são baseados no princípio que recursos e capital de investimento circulem através do sistema, e os resíduos possam se tornar insumos para novos processos, podendo eliminar etapas de processamento, reduzindo custos operacionais, custos com matérias-primas e diminuindo ou eliminando os rejeitos industriais.

A Ecologia Industrial não é uma técnica de final de tubo (*end of pipe*) que se preocupa somente com o tratamento dos resíduos industriais, também procura evitar ou diminuir a quantidade de descarte na fonte produtora. Almeida e Giannetti (2012) apresentam a visão que os sistemas sociais e tecnológicos são limitados dentro da biosfera e não existem fora dela, baseiam na hipótese de que, usando-se princípios semelhantes aos sistemas naturais, os sistemas industriais podem ser melhorados para também reduzir seu impacto sobre o ambiente natural.

A *International Society for Industrial Ecology* (2014) surgiu gradativamente e garante a atualização de uma rede de informações dinâmica e importante para o meio acadêmico internacional da Ecologia Industrial, documentando o impacto da indústria, da tecnologia, das mudanças associadas da sociedade, da economia sobre o meio ambiente biofísico, apresentando os usos e os fluxos de materiais e de energia em produtos, processos, setores industriais e economias. Foca no papel potencial da indústria na redução dos encargos ambientais ao longo do ciclo de vida do produto e mantém vínculos internacionais entre pesquisadores com estudo realizados com os seguintes tópicos:

- Fluxos de material e energia (metabolismo industrial);
- Desmaterialização e descarbonização;
- Mudanças tecnológicas e do meio ambiente;
- Planejamento, concepção e avaliação do ciclo de vida;

- Projeto para o ambiente (ecodesign);
- Responsabilidade expandida do produtor e administração de produtos;
- Eco-parques industriais (simbiose industrial);
- Produto orientado pela política ambiental;
- Ecoeficiência.

Utilizando uma visão holística, integrando questões sociais com meio ambiente e sistemas técnicos produtivos, a Ecologia Industrial busca soluções de envolvimentos sistêmicos e integrados para o perfeito funcionamento do que Ayres (1994) chamou de metabolismo industrial. O presente trabalho concentrou os estudos da Ecologia Industrial nas subáreas da Ecoeficiência, do Ecodesign e do Sistema de Gestão Ambiental (SGA), consistindo no estado da arte das temáticas anteriormente citadas.

### **Ecoeficiência**

Devido à utilização de variados componentes e tipos diversos de matéria-prima, a indústria moveleira é responsável pela dispersão de diversas substâncias através de emissões gasosas, efluentes líquidos e resíduos sólidos. A Ecoeficiência indica caminhos que desassocia o crescimento econômico das indústrias com o impacto ambiental e promove ações com redução no uso de energia e de reservas naturais consumidas por matérias-primas, melhorando a eficiência dos processos.

Almeida e Giannetti (2012) escrevem que a Ecoeficiência é uma filosofia proativa, que pode ser utilizada em todos os setores industriais por trazer vantagens competitivas quando as empresas precisarem lidar com regulamentações ambientais severas, pressões das comunidades por desempenho ambiental e demanda constante de produtos ambientalmente corretos.

Buscando apresentar aos consumidores esta preocupação, empresas buscam investir em selos verdes e certificações ambientais de processos e produtos que apresentam menor impacto no meio ambiente em relação a outros produtos comparáveis e disponíveis no mercado. Segundo Pereira (2003), estas empresas certificadas podem facilitar a decisão de escolha na hora da compra pelos consumidores, o que impacta diretamente na visibilidade da empresa distribuidora, que então começa a exigir as certificações pelos fornecedores. Neste momento a necessidade das licenças e certificações fazem os diferenciais para o crescimento da indústria e garantem a competitividade e sobrevivência no mercado.

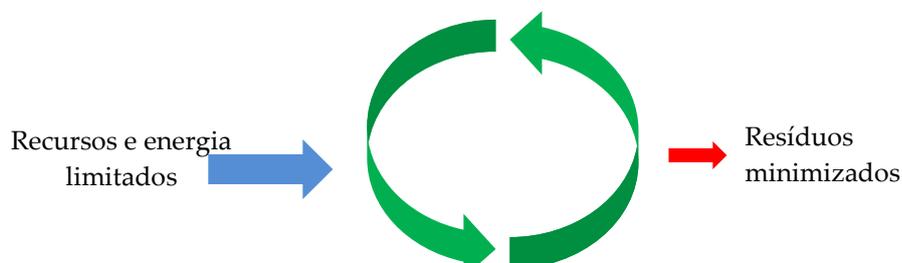
A *World Council for Sustainable Development* (2013) é um conselho que discute sobre questões estratégicas ligadas ao desenvolvimento sustentável, seus membros são na maioria líderes empresariais de várias partes do mundo que analisam e debatem suas experiências em todos os aspectos do desenvolvimento sustentável, mas que associam a Ecoeficiência ao impacto dos negócios. Suas premissas de produção possuem sete regras básicas:

- Reduzir a quantidade de matéria-prima em produtos acabados;
- Reduzir a quantidade de energia empregada para a produção;
- Reduzir a emissão de material tóxico;
- Aumentar a reciclagem de material;
- Maximizar o uso de fontes renováveis;
- Aumentar a usabilidade dos produtos;
- Aumentar a quantidade de produtos produzidos.

Estes conceitos da *World Council for Sustainable Development* (2013) fornecem estratégias que podem ser utilizadas simultaneamente para melhorar o desempenho e a interação do ambiente operacional com a cadeia de recursos. Portanto, a empresa produz maior quantidade de produtos com menos energia, utilizando o mínimo possível de matérias-primas, gerando pouco resíduo e agregando grande valor aos seus insumos.

Teixeira (2005) relata que o Planeta Terra é gerador de recursos e de energia, mas se obtidos de maneira eficiente e sustentável. Esses recursos devem ser usados ao máximo das possibilidades num circuito fechado de aproveitamento de insumos entre indústrias, diminuindo sua demanda. No caso de geração de resíduos, estes devem ser mínimos, ecologicamente compatíveis e não poluentes, minimizando os impactos ambientais negativos, conforme apresentado pela Figura 01.

Figura 1 – Gráfico conceitual da Ecoeficiência. Fonte: Adaptado de Teixeira, 2005.



Um exemplo Ecoeficiente da ação direta no processo industrial é a utilização da energia limpa, podendo ser hídrica, pela movimentação das águas por gravidade ou pela movimentação das ondas do mar, gerando movimento diretamente nas máquinas ou no funcionamento de gerador instalado na empresa para a produção de energia elétrica. Outras fontes de energias limpas seriam as eólicas, térmicas e solares, comumente implantadas para melhorar o conforto térmico, aquecer águas e gerar energia elétrica, respectivamente. Utilizar a iluminação natural ou implantar sistemas automáticos de iluminação, que induzem ao baixo consumo de energia elétrica, minimizam os gastos supérfluos e também fazem parte de ações apoiadas pela Ecoeficiência.

A Ecoeficiência está diretamente ligada ao desempenho ambiental e financeiro, porém o seu principal objetivo é reduzir a utilização das reservas naturais na forma de energia, desde a água até as matérias-primas, sempre de forma mais eficiente e econômica. Estes fatores tornam-se relevantes no processo de adequação da postura das indústrias frente aos problemas ambientais. Segundo Teixeira (2005) a Ecoeficiência está fundamentada nos princípios: econômicos, social e ambiental e tem como meta a rentabilidade econômica, a compatibilidade ambiental e a justiça social. A Tabela 01 apresenta os fatores para a Ecoeficiência.

Tabela 01 – Fatores para a Ecoeficiência. Fonte: Adaptado de Teixeira, 2005.

Fatores	Descrição
<b>Ênfase na qualidade de vida</b>	Produtos que atendam necessidades reais dos consumidores
<b>Visão do ciclo de vida</b>	Análise do ciclo de vida dos produtos para gerenciar a fabricação
<b>Possibilidade ecológica</b>	Respeito aos limites suportados pelos meios naturais

### Ecodesign

Os impactos ambientais não são resultados somente das etapas de produção, devem somar também as influências da escolha da matéria-prima, do tipo de projeto do produto, sua forma de fabricação e do descarte posterior ao uso. A *International Society for Industrial Ecology* (2014) nomeia *ecodesign* como: projeto para o meio ambiente (*design for the environment*) e acrescenta que deve se examinar todo o ciclo de vida de um produto e propor alterações no projeto, de forma a minimizar o impacto ambiental, da fabricação ao descarte. A preocupação com o projeto do produto deve ser mais abrangente e precisa estar na capacitação dos desenhistas industriais para iniciar o projeto com premissas que delimitem e incorporem o conceito do Ecodesign.

Esta preocupação foi apresentada inicialmente por Papanek (1971), onde foi descrita a consciência do impacto ambiental dos produtos e expressou a preocupação da relação homem e natureza com a possibilidade da influência do design ecológico para um consumo consciente. Neste caso o designer pode ter, além de um papel tecnológico de otimização de custos e processos dentro das indústrias, influência positiva na formação do consumo dos produtos com reduzido impacto ambiental, pois conscientiza o consumidor sobre as relações do produto com o meio ambiente, nas etapas de concepção, produção, utilização e descarte.

Através das considerações de Papanek (1971) pode se concluir que para considerar os impactos ambientais que um produto pode causar, o designer deve ter conhecimento no fluxo total da extração a produção das matérias-primas, analisar de forma sistemática qual a melhor forma de desenvolvimento do produto e adequar a produção efetiva para que o produto tenha possibilidade operacional de fabricação com influência positiva também no pós consumo com a reciclagem e o reaproveitamento de todos os componentes utilizados.

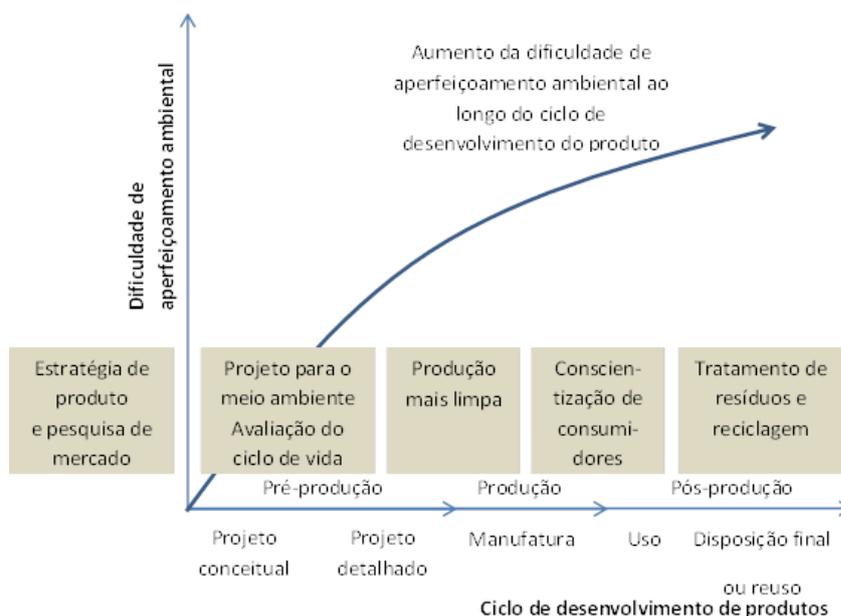
Os impactos ambientais podem ocorrer em todo o ciclo de vida dos produtos, variando na intensidade de acordo com as fases. Gertsakis e Lewis (2001) explicam que, independentemente de qual fase de impacto se encontra o produto, a maior parte pode ser eliminada desde a fase de projeto quando os materiais são selecionados e a performance do produto pode ser determinada.

Quando um projeto leva em conta o ciclo de vida de produtos em uma análise mais completa, envolve todas as etapas de produção, inclui fatores que não estão ligados diretamente no processo produtivo como o transporte, armazenagem, uso, reuso, reciclagem e descarte deste produto.

Cada produto fabricado possui um grau de impacto relativo para o meio ambiente. A definição desses impactos, a fase do ciclo de vida em que ocorrem, a forma como são medidos e as possibilidades existentes para reduzir são questões muito complexas. Todavia, a mitigação desta problemática é essencial, pois as pressões sobre o meio ambiente aumentam devido aos nossos modelos de consumo, produção e ao estilo de vida humano. A utilização dos vários instrumentos disponíveis pode ajudar a identificar medidas verdadeiramente funcionais, proporcionando benefícios ambientais e econômicos para as empresas e para os consumidores.

A Figura 02 apresenta as estratégias de aperfeiçoamento ambiental que são facilmente implementadas se inseridas desde o momento da criação do produto e na fase de pré-produção, pois ainda não existem restrições operacionais e possuem mais liberdade de direcionamento.

Figura 02 – Relação entre o aperfeiçoamento ambiental e as fases de desenvolvimento de produtos. Fonte: Adaptado de Gertsakis e Lewis, 2001.



Almeida e Giannetti (2012) atentam para a necessidade da análise do ciclo de vida do produto e apresentam as seguintes considerações para o desenvolvimento de novos projetos:

- O produto deve ser ambientalmente correto por todas as etapas do seu ciclo de vida;
- A escolha das matérias-primas empregadas deve ser baseada na análise do ciclo de vida;
- Analisar o consumo de energia, procurando priorizar fontes renováveis;
- Maximizar a utilização do produto;
- Minimizar a quantidade de materiais e não utilizar materiais escassos;
- Maximizar a utilização de matérias-primas recicladas ou reutilizadas, reduzindo ou eliminando a utilização de materiais de primeiro uso;
- Minimizar a utilização de materiais potencialmente tóxicos, inflamáveis e explosivos para qualquer etapa do ciclo de vida do produto resultante;
- Seguir e superar as metas regulamentadoras;
- Minimizar materiais com potencialidade de degradação do meio ambiente para qualquer etapa do ciclo de vida do produto resultante;
- Melhorar a logística de distribuição, minimizando a necessidade de transporte.

Segundo a *United Nations Environment Programme* (2006), a inovação de produtos está se tornando uma das principais estratégias para as indústrias atuais, através de estudos e avanços tecnológicos que possibilitem o melhor convívio com o meio ambiente e trazendo desafios competitivos de mercado, obrigando as empresas a se adaptarem. A principal rede de estudos deste grupo de pensadores é denominada de Design para a Sustentabilidade (*Design for Sustainability - D4S*) e define a ampla ação pelas indústrias com elementos chaves na estratégia de inovação de produtos sustentáveis. Isto implica que as empresas necessitam incorporar fatores ambientais e sociais para as análises de ciclos de vida no desenvolvimento de produtos. O Ecodesign pode efetivamente contribuir para a melhoria contínua do desempenho ambiental das empresas, antecipando a evolução das legislações ambientais, das exigências de mercado e da rápida evolução do conhecimento científico.

Conforme os conceitos do Design para a Sustentabilidade da *United Nations Environment Programme* (2006), as concepções dos produtos com integração da dimensão meio ambiente diferem dos procedimentos usuais do design industrial, pois os atributos ambientais são considerados também como objetivos e oportunidades, orientando no seu todo o processo da criação. Isto é, o ambiente adquire o mesmo estatuto que os critérios tradicionais de tomada de decisão, nomeadamente eficiência, qualidade, funcionalidade, estética, imagem, ergonomia e custo. A Tabela 02 apresenta critérios usados pelo Ecodesign durante as ações.

Tabela 02 – Critérios do Ecodesign e possibilidade de ações. Fonte: Teixeira, 2005, p.43.

Critérios	Ações
<b>Redução no uso de recursos naturais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Simplificação da forma;</li> <li>▪ Agrupar funções / multi-funcionalidade / multi-configuração / modularidade;</li> <li>▪ Evitar superdimensionamentos;</li> <li>▪ Diminuir volume e peso;</li> <li>▪ Diminuir uso de água;</li> <li>▪ Usar materiais vindos de fontes abundantes;</li> <li>▪ Usar materiais abundantes e sem restrição de uso;</li> <li>▪ Reduzir o número de tipos de material de fabricação.</li> </ul>
<b>Redução no uso de energia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reduzir energia na fabricação;</li> <li>▪ Reduzir energia na utilização do produto;</li> <li>▪ Reduzir a energia no transporte;</li> <li>▪ Usar fontes de energia alternativas, renováveis e limpas.</li> </ul>
<b>Redução na geração de resíduos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Usar materiais reciclados e recicláveis;</li> <li>▪ Usar materiais compatíveis entre si;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Usar materiais que provenham de refugos de processos produtivos;</li> <li>▪ Evitar material que produza emissões, resíduos ou efluentes tóxicos;</li> <li>▪ Usar tecnologias e processos produtivos de baixo impacto e ecoeficientes.</li> </ul>
<b>Aumento da durabilidade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Facilitar manutenção e substituição de peças;</li> <li>▪ Incentivar mudanças culturais.</li> </ul>
<b>Projetar para o reuso</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Na mesma função ou em outras funções;</li> <li>▪ Possibilidade para reconhecer peças e materiais;</li> <li>▪ Possibilidade para um segundo ciclo de vida;</li> <li>▪ Projeto para revenda, redistribuição.</li> </ul>
<b>Projetar para a remanufatura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Facilitar desmontagem;</li> <li>▪ Possibilidade de ser adequado, sofrer adaptações melhorias e atualizações tecnológicas; <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Projetar intercâmbio das peças.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Projetar para a reciclagem</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Facilitar desmontagem;</li> <li>▪ Identificar diferentes materiais;</li> <li>▪ Agregar valor estético aos materiais reciclados.</li> </ul>
<b>Otimizar a logística</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Projeto para facilitar transporte e armazenamento;</li> <li>▪ Projeto para logística reversa, facilitando a recolha e transporte do produto após o uso, para reuso ou reciclagem; <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Projetar para que os produtos usem menos embalagem ou mesmo não usá-las;</li> <li>▪ Produção na exata demanda do consumo;</li> <li>▪ Trocar produtos por serviços.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Planejamento da vida útil dos produtos e materiais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Utilizar materiais biodegradáveis e/ou compostáveis em produtos de vida útil breve;</li> <li>▪ Possibilidade de ser usado como matéria prima para outros processos produtivos; <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Utilizar materiais que possam ser incinerados para a geração de energia sem que produzam emissões tóxicas.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Leis e normas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alcançar ou exceder metas regulatórias;</li> </ul>
<b>Projetar para a sustentabilidade socioambiental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Preservar culturas, desenvolvendo produtos que preservem os recursos culturais e naturais locais;</li> <li>▪ Gerar trabalho e empregos;</li> <li>▪ Buscar a manutenção de recursos humanos e econômicos nas comunidades locais, principalmente em zonas mais pobres evitando o êxodo para zonas ricas e populosas; <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Contribuir para a educação socioambiental dos usuários e seus vizinhos;</li> <li>▪ Ser benéfico à saúde dos seres vivos e do ecossistema.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Diminuição de custos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Promover custos competitivos sendo alternativa a produtos similares convencionais; <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Permitir ser testado nos mesmos parâmetros técnicos de produtos convencionais;</li> <li>▪ Economizar custos finais da produção.</li> </ul> </li> </ul>

Através da união dos conceitos do design para a sustentabilidade e de Gertsakis e Lewis (2001), pode se perceber que o Ecodesign perscruta os materiais no desempenho da matéria-prima para a usabilidade, funcionalidade do produto, custos e riscos. A vertente da redução na quantidade de tipos

de materiais empregados elimina processos, energia dispendida e resíduos tanto na fabricação, quanto na última etapa do ciclo de vida, o descarte, contribuindo para diminuir impactos ambientais.

Segundo Almeida e Giannetti (2012) a Ecologia Industrial, através da subárea do Ecodesign, visa diminuir a utilização de recursos naturais por meio da desmaterialização, que é a redução relativa da quantidade de material por unidade de produto, sem comprometer o desempenho, aumentando a competitividade e a circulação de material no sistema antes do descarte final.

A preocupação com a fabricação de produtos com multifunção e o prolongamento da vida útil de produtos também fazem parte dos estudos relacionados com a Ecodesign, que tenta adaptar o reuso, a remanufatura e a reciclagem para atingir o descarte zero. Almeida e Giannetti (2006) complementam que a estratégia para obter sucesso com a escolha correta dos materiais é a busca de componentes que possam ser desmontados ou separados para a transformação ou reutilização. Fator que deve ser considerado no momento da concepção do produto, juntamente com os custos operacionais para o descarte zero.

Nascimento e Venzke (2002) apresentam algumas alternativas tecnológicas em termos ambientais após pesquisa em empresas moveleiras utilizando conceitos do Ecodesign. Recomendaram criar produtos diferenciados, que atendam tanto aos requisitos ambientais como aos econômicos, utilizando madeira certificada, diminuindo resíduos, reciclando resíduos metálicos, controlando o consumo de energia elétrica, utilizando iluminação natural, exaustores eólicos e utilizando componentes desmontáveis que aumentam a capacidade no transporte, diminuindo o consumo de combustíveis.

### **Sistema de Gestão Ambiental (SGA)**

A crescente comunicação globalizada contribuiu com o aumento do nível de informação dos consumidores sobre as questões ambientais, exercendo influência sobre o mercado, justificando pesquisas que identifiquem os níveis de preocupação ambiental da população.

Morett (2002) relata que as pressões das normas ambientais, internacionais e nacionais, e a tendência de privatização dos serviços coletivos de fornecimento de água, esgoto e coleta de lixo, levaram as indústrias a investirem em tecnologias de proteção ambiental incorporando soluções e equipamentos antipoluentes.

Com o intuito de controlar e avaliar os impactos ambientais de um setor produtivo ou indústria, Bertotto Filho *et al.* (2003) cita que o SGA, pode delimitar um conjunto de diretrizes que especificam competências, comportamentos, procedimentos e exigências necessárias para o melhor funcionamento das atividades.

Além de visar à melhoria do desempenho ambiental da empresa, um SGA é parte do sistema administrativo geral. Morett (2002) relata que a eficiência do SGA traz contribuição para as organizações ao programar suas ações em busca da excelência ambiental, pois trazem incentivos através da competição do mercado e do reconhecimento dos órgãos governamentais.

Bertotto Filho *et al.* (2003) citam que, dentro do mercado industrial moveleiro os fatores coercitivos como as regulamentações, multas, barreiras comerciais e licenças, são os principais a estimularem uma ação reativa em favor da utilização de um SGA. Complementam ainda que os fatores econômicos são ligados a competitividade pela preservação e conscientização ambiental, como por exemplo, a responsabilidade e ética, levando a uma ação proativa.

A gestão ambiental pode levar ao resgate da responsabilidade subjacente à aplicação de soluções que contenham crescente diferenciação tecnológica no desafio da preservação ambiental. Isto pode dar-se com a redução de custos com material, água, energia, tratamento e disposição de resíduos, custos junto aos órgãos reguladores, satisfação dos consumidores e, como consequência, aumento da competitividade.

De acordo com Almeida (2009), estes aspectos são relevantes para avaliar o grau de envolvimento das empresas com o desenvolvimento sustentável e para analisar os ganhos obtidos com as modificações feitas. As empresas necessitam ir além da prevenção da poluição, atentando também

para os impactos ambientais relacionados com o ciclo de vida do produto. O princípio do descarte zero, a redução do consumo de materiais e de geração de resíduos exigem mudanças fundamentais nos produtos e processos. Relativamente aos resíduos sólidos, a redução na origem é determinante para a eficiência do SGA. Por outro lado, a reutilização e a reciclagem, assim como a recuperação de matéria e energia agregada aos resíduos podem trazer benefícios ambientais e econômicos. Os aspectos normativos para a gestão ambiental numa sociedade globalizada incentivam a minimização e a não geração de resíduos.

Outros princípios básicos citados por Bertotto Filho *et al.* (2003) e que orientam um SGA são: a definição da política ambiental, o planejamento, a implantação, a mediação e a coordenação das ações corretivas e preventivas. Dando ênfase na importância do planejamento para a forma de implementação do SGA, onde deve se identificar os aspectos ambientais que são os elementos da atividade empresarial que podem interagir com o meio e as modificações que os impactos ambientais podem provocar.

Um órgão competente que normatiza as ferramentas do SGA é o *International Organization for Standardization (ISO)*, que estabelece procedimentos através da série de normas ISO 14.000. Consiste em um conjunto de atividades formalmente planejadas por um comitê gestor da ISO e que as indústrias podem contratar consultorias especializadas para implantação e gerir a relação com o meio ambiente de forma abrangente, destacando ações de avaliação do ciclo de vida, Ecodesign, SGA, entre outras.

A norma ISO 14.001 auxilia as indústrias a implantar o SGA efetivo e traz os requisitos para que o SGA capacite a empresa a desenvolver e implementar políticas e objetivos que levem em consideração requisitos legais e aspectos ambientais com significâncias relevantes, como por exemplo, a verificação e ação corretiva e a melhoria constante da qualidade. (Oriented Strand Board)

## 2 Conclusões

Uma das principais indústrias que movem a economia do Brasil é a de móveis. Essas geram resíduos, consomem energia, água e diversas outras matérias primas. Os aspectos ambientais devem ser administrados da melhor forma possível, sendo algumas das ferramentas para a concretização disso: Ecoeficiência, Ecodesign e também o SGA (normatizado pela série ISO).

## 3 Referências bibliográficas

- ALLENBY, B. The ontologies of industrial ecology. **Journal: Progress in Industrial Ecology**, USA: Inderscience Enterprises, 2006, Vol.3, No.1/2, pp.28-40.
- ALMEIDA, C. M. V. B e GIANNETTI, B. F. **Ecologia industrial**. 3ª. Reimpressão. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2012, 109p.
- ALMEIDA, F. **Experiências empresariais em sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2009, 256p.
- AYRES, R. U. **Industrial Metabolism: Theory and Policy**. The Greening Industrial Ecosystems. Washington-USA: National Academy Press, 1994, pp.23-37.
- BERTOTTO FILHO, L. A.; HILLIG, E.; PAVONI, E. T.; RIZZON, M. R.; SCHNEIDER, V. E. Gerenciamento ambiental na indústria moveleira. In: **Anais...** XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP. Ouro Preto: ABEPRO, 2003.
- FROSCHE, R. A e GALLOPOULOS, N. E. Strategies for Manufacturing. *Scientific American*. USA: **Nature America**, Vol. 261, No.3, pp.144-152, 1989.

- GERTSAKIS, J e LEWIS, H. **Design + Environment**: a global guide to designing greener goods, Greenleaf Publishing Limited, Reino Unido, 2001, 200 p.
- INTERNATIONAL SOCIETY FOR INDUSTRIAL ECOLOGY. Disponível em: <<http://www.is4ie.org>>. Acesso em: 20 jul. 2014.
- MORETT, A. J. **Um estudo para ajuste na metodologia de gerenciamento de processo inserindo os fatores legal, social e ambiental em sua análise**. Dissertação apresentada no curso de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002, 203p.
- NASCIMENTO, L. F. M e VENZKE, C. S., O Ecodesign no setor moveleiro do Rio Grande do Sul. **Revista Eletrônica de Administradores - READ**. Rio Grande do Sul, Edição Especial 30 Vol.8 No. 6, 2002.
- PAPANEEK, V. **Design for the Real World: Human Ecology and Social Change**. New York-USA, Pantheon Books, 1971, 394p.
- PEREIRA, A. F. Ecodesign: a nova ordem da indústria moveleira desafios e limites de projeto. In: **Anais... II Seminário de produtos sólidos de madeira de eucalipto**, Belo Horizonte, 2003.
- TEIXEIRA, M. G. **Aplicação de conceitos da Ecologia Industrial para a produção de materiais ecológicos: O exemplo do resíduo de madeira**. Dissertação apresentada no curso de Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo da Universidade Federal da Bahia – Escola Politécnica, Salvador, 2005, 159p.
- United Nations Environment Programme. **Design for Sustainability**. A Practical Approach for Developing Economies. France: SCP Publications, 2006. 130p.