

Sustentabilidade ambiental das organizações através da produção mais limpa ou pela Avaliação do Ciclo de Vida

Roberta Tomasi Pires Hinz

Especialista em Gestão Empresarial e Mestranda em Ciência e Engenharia de Materiais pela UDESC.
Centro de Ciências Tecnológicas, Campus Universitário Prof. Avelino Marcante s/n,
Bairro Bom Retiro, Joinville, SC, Brasil, CEP 89223-100
roberta_pires@sociesc.com.br

Luiz V. Dalla Valentina

Doutor em Engenharia de Produção pela UFSC, professor do Departamento de Engenharia Mecânica e do Programa de Mestrado de Ciências e Engenharia de Materiais da UDESC.
Centro de Ciências Tecnológicas, Campus Universitário Prof. Avelino Marcante s/n,
Joinville, SC, Brasil, CEP 89223-100
dem2ldv@joinville.udesc.br

Ana Claudia Franco

Estudante do Curso de Engenharia Mecânica da UDESC e bolsista de iniciação científica do CNPq.
Centro de Ciências Tecnológicas, Campus Universitário Prof. Avelino Marcante s/n,
Bairro Bom Retiro, Joinville, SC, Brasil, CEP 89223-100
analolaaa@hotmail.com

Resumo

A sustentabilidade do planeta é uma responsabilidade coletiva e ações para melhorar o ambiente global são necessárias, isto inclui a adoção de práticas de produção e consumo sustentáveis. O objetivo deste artigo é realizar uma análise crítica sobre a Produção mais Limpa (PmaisL) e a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) como metodologias imprescindíveis para o desenvolvimento sustentável. Constatou-se que as duas metodologias são eficazes para o eco-desenvolvimento, onde a PmaisL está mais focada com a redução de resíduos gerados internamente, enquanto a ACV engloba todo o ciclo de produção, desde a extração da matéria-prima até a disposição do produto e seu retorno ao meio ambiente. Este artigo procura conscientizar o meio empresarial para a aplicação das duas metodologias no propósito de preservar o meio ambiente e ainda diminuir seus custos operacionais.

Palavras-chave: *Ciclo de Vida, Produção mais Limpa, Desenvolvimento Sustentável.*

Abstract

The sustainability of the planet is a collective responsibility and actions to improve the global atmosphere are necessary. These actions include the adoption of sustainable practices of production and consumption. The aim of this paper is to make a critical analysis of the Cleaner Production and Life Cycle Assessment, from the extraction of raw material to the disposition of the product and its return to the environment. It was concluded that both methodologies are effective for the eco-development, and the P+L is more focused on the reduction of internally generated wastes while the LCA includes the whole production cycle, from the extraction of raw material to the disposition of the product and its return to the environment. This paper makes entrepreneurs aware that the application of the two methodologies aims to preserve the environment as well as reduce operational costs.

Key words: *Cycle Assessment, Cleanest Production, Sustainable Environmental Development.*

1. Introdução

Diante do grande consumo de recursos naturais, um número cada vez maior de empresas vem incorporando em suas estratégias o conceito de sustentabilidade, pois são alvo de novas expectativas quanto as suas responsabilidades para com a sociedade como agentes que dispõem de recursos financeiros e tecnológicos para uma atuação mais ágil, decisiva e direta na solução dos problemas ambientais e sociais.

Consciente desta situação, metodologias fundamentais para implementar mudanças e práticas de desenvolvimento sustentável foram desenvolvidas. Entre elas, para este artigo, foram analisadas a Produção mais Limpa e a Avaliação do Ciclo de Vida.

A preocupação com a preservação do equilíbrio ambiental tem sido motivo para vários encontros, debates e acordos há décadas; porém decisões efetivas precisam ser providenciadas para garantir o desenvolvimento deste século.

Apesar de amplo e até mesmo complexo é possível realizar uma análise para o desenvolvimento sustentável através de metodologias que auxiliam na coleta de dados e interpretação dos resultados. Entre elas, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) pode ser considerada uma das mais apropriadas pois busca soluções para problemas ambientais globais incluindo todas as etapas do ciclo de vida de um produto ou processo desde; a extração e processamento de matérias-primas, fabricação e embalagem, transporte e distribuição, uso e reemprego, reciclagem ou reutilização até a disposição final. Outra metodologia muito utilizada nas empresas é a Produção mais Limpa, também conhecida como PmaisL, que trata de análises e ações ambientais preventivas, economizando água, energia e matérias-primas. Assim, este artigo propõe uma análise crítica entre a Produção mais Limpa e a Avaliação do Ciclo de Vida para auxiliar as organizações em ações ambientalmente corretas.

2. Avaliação do Ciclo de Vida e Produção mais Limpa

2.1 Avaliação do Ciclo de Vida

A ACV surgiu da necessidade de se estabelecer uma metodologia que facilitasse a análise e os impactos ambientais entre as atividades de uma empresa, incluindo seus produtos e processos. A partir dessa metodologia pode-se verificar que a prevenção à poluição se torna mais racional, econômica e efetiva do que uma ação na direção dos efeitos gerados.

Um dos objetivos da ACV é estabelecer uma sistemática confiável e que possa ser reproduzida a fim de possibilitar a decisão entre várias atividades, aquela que terá menor impacto ambiental.

Pela SETAC (*Society of Environmental Toxicology and Chemistry*), a avaliação do ciclo de vida é um processo objetivo de avaliar as cargas ambientais associadas com um produto, processo ou atividade através da identificação, quantificação e avaliação de impactos quanto ao uso de energia e matéria e de emissões ambientais, e a determinação de oportunidades de melhorias ambientais. A avaliação inclui todo o ciclo de vida do produto, processo ou atividade, envolvendo extração e processamento de matérias-primas; fabricação, transporte, e distribuição; uso/reuso/manutenção; reciclagem; e disposição final (Duarte, 1997).

A busca constante pelo desenvolvimento sustentável é um dos maiores desafios para sobrevivência da humanidade. Em decorrência disso, considerando no âmbito internacional, surgiu a necessidade de

estabelecer alguns padrões normativos para regulamentar os aspectos de controle ambiental. A norma ISO 14040 (2001) padronizou e estabeleceu internacionalmente a definição para Avaliação do Ciclo de Vida, como sendo: a compilação e avaliação das entradas, das saídas e dos impactos ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo de seu ciclo de vida, desde a aquisição da matéria-prima ou geração de recursos naturais à disposição final.

Segundo a Norma ISO 14040, o estudo da ACV está dividido em quatro etapas: definição do objetivo e escopo; análise do inventário; avaliação de impacto; e interpretação dos dados e resultados. Estas etapas foram estabelecidas a fim de se obter uma visão geral do processo. Chehebe (1998) faz a inter-relação entre estas fases através da Figura 1, onde:

- a) a determinação do objetivo e do escopo engloba a delimitação do sistema relacionado ao produto,
- b) a análise do inventário estabelece as categorias dos dados, preparação, coleta e validação destes dados, quantificando as necessidades de energia e matérias-primas, resíduos sólidos, líquidos e gasosos, e outros danos ou perdas durante a vida de um produto,
- c) a avaliação do impacto seleciona e define as categorias ambientais incluindo, classificação e caracterização dos impactos ambientais existentes;
- d) a interpretação identifica e avalia a integridade, a sensibilidade e a consistência das informações.

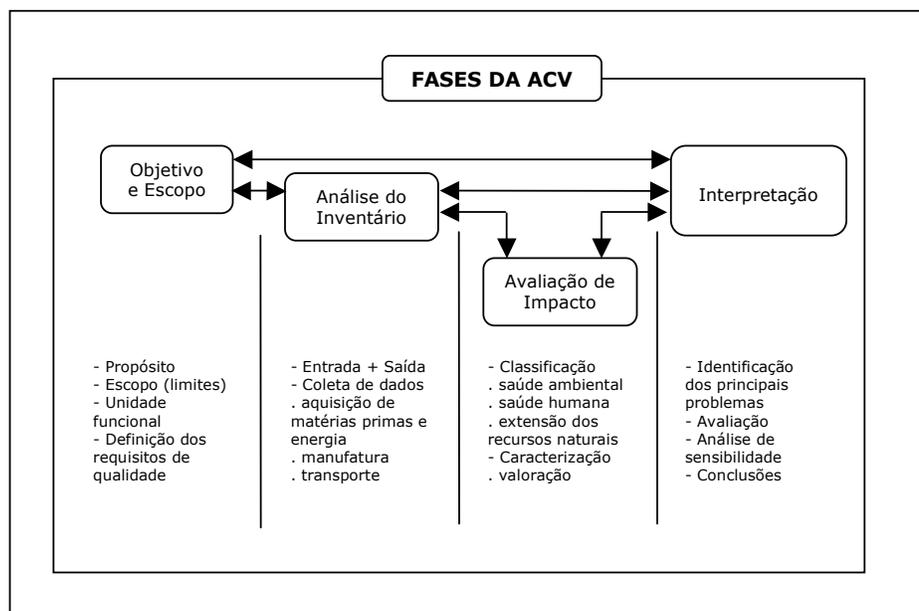


Figura 1: Fases da ACV (fonte: Chehebe, 1998).

Dessa forma, a ACV supera a visão focada apenas ao processo produtivo, no tratamento e disposição dos dejetos gerados durante a fabricação, para uma visão holística de todos os impactos ambientais associados a todas as fases do ciclo de vida, conforme Figura 2.

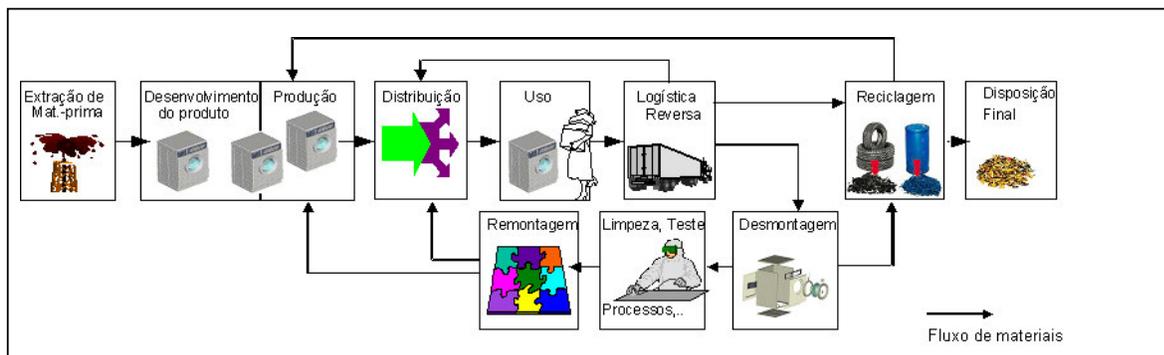


Figura 2: Ciclo de Vida (fonte: Collaborative Research Center 281 in AMA, 2004).

Para calcular a quantidade de emissões e resíduos gerados durante o ciclo de vida de um produto é necessário um grande número de informações, algumas delas podem estar disponíveis em banco de dados genéricos ou específicos (por produto ou por processo). Existem softwares que apresentam modelos para a Avaliação do Ciclo de Vida que foram desenvolvidos para auxiliar nos cálculos dos impactos ambientais gerados relativos ao ciclo de vida, entre eles: Boustead, SimaPro, GaBi4 e Umberto. Como são necessárias muitas informações e nem sempre todas são encontradas em um único modelo, o estudo de ACV pode se tornar extremamente complexo. (O'Neill, 2003)

Uma metodologia mais simples, que também traz resultados de proteção ambiental definitivos, com vantagens técnicas e econômicas é a Produção mais Limpa, cuja prioridade de sua implantação está baseada na origem da geração de resíduos, buscando soluções nos processos produtivos da empresa.

A PmaisL é uma estratégia aplicada na produção e nos produtos a fim de economizar e maximizar a eficiência do uso de energia, matérias-primas e água e ainda minimizar ou reaproveitar resíduos gerados. Ela tem procedimentos simples e econômicos podendo chegar a um número maior de empresas, pois a análise é feita compreendendo apenas a unidade fabril em questão, sem considerar a cadeia produtiva como um todo, ou seja, fornecedores e clientes não são foco de estudo.

Segundo o Comitê Empresarial Brasileiro de Desenvolvimento Sustentável (CEBDS, 2005), a PmaisL com seus elementos essenciais adota uma abordagem preventiva em resposta à responsabilidade financeira adicional trazida pelos custos de controle da poluição e dos tratamentos de "fim de tubo", assim como auxilia as empresas a adotarem práticas de fabricação através de um novo conceito de produção e consumo.

Com a finalidade de promover o desenvolvimento sustentável nas micro e pequenas empresas do país, foi criada a Rede Brasileira de Produção mais Limpa, que difunde o conceito de ecoeficiência e a metodologia de PmaisL como instrumentos para aumentar a competitividade, a inovação e a responsabilidade ambiental no setor produtivo brasileiro. O programa visa desenvolver uma nova consciência ambiental, evidenciando que a preocupação com as questões ambientais é uma forma inteligente de se obter ganhos econômicos também.

A PmaisL é uma forma de produzir melhor, gastando menos, e que nem sempre a alteração em um processo depende de investimentos financeiros. Desta forma, a PmaisL propõe que as empresas invistam em tecnologias para redução de resíduos. Para isto, existe uma metodologia que auxilia este processo.

De acordo com o Centro Nacional de Tecnologias Limpas (2005), o desafio das empresas é colocar entre seus planos estratégicos a PmaisL que, comprovadamente traz benefícios ambientais, econômicos e de saúde ocupacional.

A metodologia da PmaisL envolve algumas etapas, e o SEBRAE (2004) apresenta elas da seguinte forma:

- a) planejamento e organização: comprometimento da direção e dos funcionários, e formação de equipes de trabalho;
- b) pré-avaliação e diagnóstico: estabelecimento de metas para PmaisL e elaboração de fluxogramas, com avaliação de entradas e saídas;
- c) avaliação da PmaisL: identificar as ações que podem ser implementadas imediatamente e as que necessitam de análises adicionais mais detalhadas, através de balanços materiais e de energia e informações das fontes e causas da geração de resíduos e emissões;
- d) estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental: selecionar as oportunidades viáveis e documentar os resultados esperados;
- e) implementação e plano de continuidade: implementar as opções selecionadas e assegurar atividades que mantenham a PmaisL, monitorar e avaliar as oportunidades implementadas, assim como planejar atividades que assegurem a melhoria contínua com a PmaisL.

A figura 3 demonstra a metodologia de implantação da PmaisL.

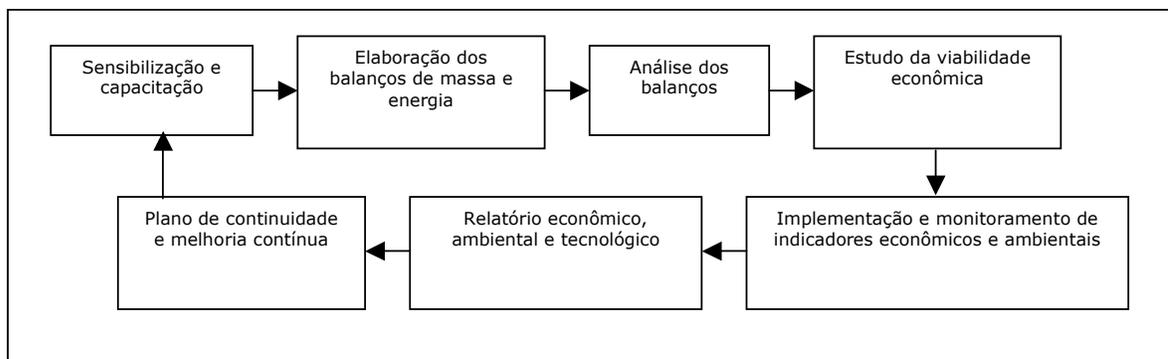


Figura 3: Metodologia de implantação da PmaisL (fonte: Adaptado de Kraemer, 2002).

Evidencia-se que a PmaisL é uma metodologia de fácil implementação, pois através da participação de uma equipe coesa e com a cultura disseminada na organização, resultados extremamente positivos podem ser obtidos, entre eles: a minimização dos resíduos gerados, através da redução, reuso, reciclagem e a minimização dos recursos empregados.

Nascimento (2005) apresenta outras vantagens provenientes da PmaisL: aumento da eficiência dos processos, aumento da produtividade, redução dos custos operacionais, melhoria da imagem pública, redução dos riscos ambientais e melhoria do desempenho financeiro.

3. Resultados e Discussão

Como apresentado anteriormente, a PmaisL é uma metodologia de caráter gerencial, econômico, ambiental e de melhoria da qualidade, que requer algumas mudanças na organização, no intuito de tornar a empresa mais competitiva para o mercado.

De acordo com Drolshagen (2005): "Boas práticas de *housekeeping*, em média, significam redução de 10-15% no consumo de energia e 15-20% no consumo de água".

Já a ACV tem suas análises direcionadas a parâmetros que envolvem toda a cadeia produtiva do "berço ao túmulo" de um determinado produto, ou seja, são analisados: a extração de matéria-prima, os fluxos de materiais usados, os processos e métodos de fabricação, as formas de transporte empregadas, os tipos de embalagens envolvidas até a disposição final do produto. Na ACV, a preocupação é com a sustentabilidade de forma ampla, assim, as análises realizadas enfocam a categoria do impacto ambiental, associado à determinada operação ou produto, do tipo: alteração do *habitat* natural, aquecimento global, acidificação, ecotoxicidade, degradação da camada de ozônio e a escassez dos recursos naturais.

Dessa forma, por mais que seja necessário e fácil utilizar programas como a PmaisL, muitos obstáculos ainda estão presentes na sociedade contra a aplicação deste tipo de processo, os quais podem ser citados: barreiras organizacionais, sistêmicas, culturais, técnicas e até mesmo econômicas.

Por outro lado, são muitos os benefícios para quem aplica a PmaisL em seu sistema de produção como: benefícios financeiros, comerciais, ambientais e sociais. Com a aplicação da PmaisL, os resíduos serão diminuídos ao máximo, trazendo economia à indústria, assim como a otimização do uso de água e de energia.

Perante o meio ambiente, a PmaisL proporciona uma diminuição significativa quanto aos impactos ambientais, um maior conhecimento dos riscos que a empresa traz à natureza, a redução de resíduos, gases tóxicos e efluentes, além de maiores condições de saúde e segurança aos trabalhadores e à população de forma geral.

Pode-se considerar que a PmaisL é uma forma de produzir melhor, gastando menos. Embora algumas alterações no processo precisem de investimento, sempre haverá um retorno econômico embutido. Contudo, existem ações que podem ser implementadas sem a necessidade de recursos financeiros. Logo, trarão mais lucro à organização. Assim, os benefícios ambientais gerados podem reverter-se em um ganho econômico significativo. Este ganho econômico pode estar vinculado não só à redução do uso de água e energia e na redução da geração de resíduos, como também em possíveis multas ambientais que a empresa poderia receber além da redução nas vendas por uma má publicidade.

Diferentemente da PmaisL, a ACV faz uma análise completa do sistema produtivo, considerando a análise desde o projeto e a realização do produto até a disposição final dos materiais. A ACV tem como objetivo a otimização da utilização dos recursos, e a minimização dos impactos ambientais. Segundo Diogo (2004), "trata-se de um processo ou um conjunto de procedimentos de natureza tecnológica a ser enquadrados num referencial econômico, ambiental e político".

A ACV pode apresentar algumas peculiaridades que devem ser analisadas e superadas. As etapas de um estudo de ACV propostas pelas normas ISO ressaltam a importância da definição clara e objetiva do escopo e dos objetivos do estudo, pois, caso contrário, o estudo pode se tornar complexo o suficiente tornando-o inviável. Outro ponto a se destacar é a quantidade de dados necessários e a confiabilidade dos mesmos, pois envolvem toda a cadeia produtiva extrapolando os limites da organização em si e engloba informações oriundas de fornecedores e clientes que nem sempre disponibilizam estes dados.

Assim, a ACV depende em grande parte dos dados de inventários, os quais devem ser coletados com a maior qualidade possível (KROZER, 1998), e comparar resultados de diferentes estudos de ACV só é possível se as suposições e o contexto de cada estudo forem os mesmos.

Outro ponto crítico da ACV é na etapa da avaliação de impacto em que é realizada a classificação, caracterização e valoração dos dados coletados anteriormente.

A interpretação dos dados também pode ser outra fonte de dificuldades, pois se faz necessária à análise e interpretação dos resultados obtidos, assim como dos critérios utilizados para o estudo: analisar os resultados, tirar conclusões, explicar as limitações e fornecer recomendações. A interpretação dos resultados deve também evidenciar as limitações que podem tornar os objetivos inicialmente inalcançáveis ou impraticáveis.

As empresas precisam descobrir que não basta pensar apenas em questões econômicas, mas também em questões ambientais e sociais relacionadas a seus produtos, processos e serviços. Ações neste sentido poderão levar a empresa ao sucesso e em alguns casos apenas mantê-la no mercado, onde sua sobrevivência depende de um equilíbrio entre seu desempenho econômico, social e ambiental.

Deve-se considerar a ecoeficiência das organizações através do fornecimento de bens e serviços a preços competitivos que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida ao mesmo tempo em que reduzem progressivamente o impacto ambiental e o consumo de recursos ao longo do ciclo de vida a um nível, no mínimo equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta.

4. Conclusão

A ACV encoraja as indústrias a sistematicamente considerar as questões ambientais associadas aos sistemas de produção, pois através dela a empresa conseguirá trabalhar com objetividade suas questões ambientais através de um ciclo industrial ecológico considerando:

- a) a quantidade de recursos naturais renováveis que são utilizados em relação a capacidades destes em se regenerarem;
- b) a utilização de forma racional dos recursos não-renováveis a fim de minimizar ou otimizar esta utilização;
- c) o desenvolvimento de novos produtos e processos de forma que gerem menos impactos ambientais;
- d) a reutilização ou reciclagem dos mesmos, incluindo uma disposição final segura dos resíduos industriais inevitáveis, assim como do próprio produto após o uso.

Considerando essas idéias, pode-se afirmar que a ACV é uma metodologia de apoio para a tomada de decisão quanto aos aspectos e impactos ambientais, pois entre outras aplicações propõe-se a contribuir para a solução de questões ecológicas através de uma metodologia bem definida.

Enquanto que com a PmaisL a empresa enfoca o aumento da produtividade através de ações ecologicamente corretas possibilitando o uso mais racional dos recursos. A PmaisL auxilia as empresas a observarem o quanto é importante ter uma boa imagem perante a sociedade através de ações de preservação ambiental, por meio de processos e produtos, e associar a estes aspectos como a redução de custos e a melhoria do seu desempenho ambiental.

Através do estudo realizado, pode-se considerar que a PmaisL é expressivamente mais simples de se implementar, pois de forma geral sua análise compreende apenas a unidade fabril em questão, o que já não ocorre com a ACV onde dados externos obrigatoriamente precisam ser considerados.

Desta forma a ACV se torna uma metodologia mais complexa, porém mais completa, onde estudos mais aprofundados precisam ser feitos principalmente no que diz respeito às consequências ao meio-ambiente, assim uma análise de ACV pode levar muito mais tempo do que alternativas de melhorias ambientais (e econômicas) dentro de uma empresa como é a proposta da PmaisL.

É importante ressaltar que as duas metodologias se preocupam em usar tecnologias para evitar a agressão ao meio ambiente, economizando água e energia, e evitando que resíduos sejam gerados.

A visão tradicional e linear de preservação ambiental, baseada apenas no controle da poluição através de tecnologias “fim de tubo” utilizadas para o tratamento, minimização e inertização de resíduos, atuando de forma a remediar os efeitos da produção, onde os resíduos gerados são posteriormente tratados não garante a ecoeficiência e a sustentabilidade ambiental, sendo esta, uma tratativa ecologicamente ineficiente. Enquanto que a PmaisL e ACV, englobam a gestão do sistema de produção, preocupadas com o meio-ambiente e vieram para auxiliar as organizações a se manterem ambientalmente sustentáveis.

Assim, há de se reconhecer ainda que o Desenvolvimento Sustentável só será alcançado se três pontos chaves forem atendidos: o crescimento econômico, o equilíbrio ecológico e o progresso social.

5. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2001. *ISO 14040 – Gestão Ambiental - Avaliação do Ciclo de Vida – Princípios de estrutura*. 10 p.

Centro Empresarial Brasileiro de Desenvolvimento Sustentável-CEBDS. 2005. Disponível em:
<<http://www.cebds.org.br/cebds/eco-pmaisl-conceito.asp>>. Acesso em: 22 de março de 2006.

Centro Nacional de Tecnologias Limpas-CNTL. 2005. Disponível em:
<<http://www.pmaisl.com.br/publicacoes/guiadepmaisl/guia-da-pmaisl.pdf>>. Acesso em: 22 de março de 2006.

CHEHEBE, J. R. 1998. *Análise do Ciclo de Vida dos Produtos: Ferramenta gerencial da ISO 14000*. Rio de Janeiro, Editora Qualitymark, 104 p.

DIOGO, A. C.; MARGARIDO, F. e BORDADO, J. C. 2004. *O sistema produtivo: Tecnologias relevantes no metabolismo da economia*. Disponível em:
<<http://seminarios.ist.utl.pt/04-05/des/html/sessoes/sessao6.shtml>>. Acesso em: 15 de maio de 2006.

DROLSHAGEN, M. (2005). *PmaisL nas PMEs: Oportunidades e inovação*. Disponível em:
<<http://cebds.dynalias.net/cebds/docnoticia/sust2005-Marcia-Drolshagen.pdf>>. Acesso em: 22 de março de 2006.

DUARTE, M.D. 1997. *Caracterização da rotulagem ambiental de produtos*. Florianópolis.

Grupo de Adequação Ambiental em Manufatura-AMA. 2004. Disponível em:
<<http://www.numa.org.br/Vworkshop%20ama.htm>>. Acesso em: 15 de maio de 2006.

KRAEMER, T.H.K. 2002. *Modelo econômico de controle e avaliação de impactos ambientais*. Florianópolis, 191 p.

KROZER, J. e VID, J.C. 1998. How to get LCA in the right direction? *Journal of cleaner production*, **6**:61 p.

NASCIMENTO, L.F. 2005. *Produção mais limpa*. Disponível em:
<<http://disciplinas.adm.ufrgs.br/engambiental/>>. Acesso em: 22 de março de 2006.

O’NEILL, T.J. 2003. Life cycle assessment na environmental impacto f polymeric products. *Rapra Review Reports*, **13**(12):32 p.

SEBRAE. 2004. *Relatório de Atividades dos Núcleos Regionais de Produção mais Limpa*. Rio de Janeiro, 33 p.