

Avaliação do Ciclo de Vida do Produto como ferramenta de Gestão Ambiental

Fabiane Mazur (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) fabiane.mazur@gmail.com

Rafaela Leu (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) rafa_leu@hotmail.com

Antonio Carlos de Francisco (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) acfrancisco@utfpr.edu.br

João Luiz Kovaleski (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) kovaleski@utfpr.edu.br

Resumo:

Em decorrência da grande importância da questão ambiental e seus possíveis impactos provenientes de processos e produtos há um crescente interesse em ferramentas de gestão ambiental. A Avaliação do Ciclo de Vida de um produto é uma forte ferramenta de análise de impacto ambiental, pois inclui todas as etapas de um processo ou produto, analisando desde a extração de matéria-prima até a disposição final (do berço ao túmulo), podendo auxiliar as organizações em tomadas de decisões com relação ao meio ambiente. Esta metodologia apresenta um potencial de aplicação na indústria para a análise do ciclo de vida do produto tendo como foco os aspectos e impactos ambientais associados ao processo produtivo. Porém, a utilização desta metodologia na indústria é recente, necessitando de melhorias. Este artigo apresenta um caráter exploratório sobre a aplicação e utilização da Análise do Ciclo de Vida.

Palavras chave: Avaliação do Ciclo de Vida, ACV, Impacto Ambiental, Análise Ambiental

Life Cycle Assessment of Product as tool of Environmental Management

Abstract

Due to the importance of environmental issues and their possible impacts from processes and products is a growing interest in environmental management tools. The Life Cycle Assessment of a product is a strong tool for environmental impact analysis, as it includes all stages of a process or product, analyzing everything from the extraction of raw materials to final disposal (cradle to grave) and may assist organizations in making decisions regarding the environment. This methodology has a potential application in industry for the analysis of the product life cycle focusing on the environmental aspects and impacts associated with the production process. However, the use of this methodology in the industry is new, improved upon. This article presents an exploratory on the implementation and use of Life Cycle Assessment.

Key-words: Life Cycle Assessment, LCA, Environmental Impact, Environmental Analysis

1. Introdução

A crescente preocupação da sociedade em relação à degradação do meio ambiente e redução

de recursos naturais vêm aumentando, e cada vez mais fazendo com que as empresas busquem soluções de melhorias para conseguirem um processo ambientalmente correto, seja através da legislação ou conscientização destas.

A década de 70 é marcada pelas primeiras tentativas de se estabelecer uma ferramenta de auxílio aos processos de decisão que suprissem as demandas ambientais do mercado. O REPA (*Resource and Environmental Profile Analysis*) implementado pela Coca-Cola para comparar embalagens de refrigerante e definir qual possuía menor impacto ambiental foi desenvolvido para auxiliar neste tipo de análise (IBICT, 2008).

Novas técnicas são estudadas para auxiliar as empresas a criarem uma produção com menos impactos ambientais e que sejam economicamente viáveis. Segundo Rodrigues (2008), com a aplicação destes métodos, várias empresas alcançam vantagens econômicas ultrapassando as exigências legais ou normas estabelecidas por órgãos de gestão ambiental como exemplo a NBR ISO 14001.

Para Chehebe (1998), todo produto, independente do material que seja feito causa um impacto no meio ambiente, seja este causado pelo processo produtivo, matéria prima, uso ou disposição final.

Cada etapa do ciclo de vida do produto pode consumir energia e recursos naturais, liberar gases, gerar efluentes e resíduos sólidos, podendo ocasionar danos ambientais.

A avaliação desses impactos requer uma análise de todas as atividades industriais, ou seja, uma avaliação além dos limites do processo.

Uma ferramenta que permite uma avaliação sistemática desse tipo de análise é a ACV, Avaliação do Ciclo de Vida, sendo uma forte ferramenta de análise de impacto ambiental, pois inclui todas as etapas do processo ou produto, analisando desde a extração da matéria prima até a disposição final, ou seja, “do berço ao túmulo”.

Para a SETAC (The Society of Environmental Toxicology and Chemistry) a ACV é “um processo com objetivo de avaliar a carga ambiental associada a um produto ou atividade identificando e quantificando energia e materiais usados e rejeitos deixados no meio ambiente” (SETAC, 1991).

Segundo Giannetti e Almeida (2006) o objetivo da ACV é identificar as fontes de geração de resíduos e poluentes, esta análise deve conter a análise do processo, para que haja a compreensão da empresa das interações tanto espacial quanto temporal com o meio ambiente.

A aplicação da ACV visualiza a entrada de matérias-primas, o processamento ou preparo destas, o processo e produção, embalagem, logística, gestão de resíduos e subprodutos (BARRETO et al., 2007).

A solicitação de um estudo de ACV pode ser por vários motivos ou setores, como por exemplo o departamento de vendas de uma empresa, para comparar produtos disponíveis no mercado (com a mesma função) e escolher o com menor carga ambiental. Pode ser empregado para mostrar os principais impactos ambientais ao fabricante de um produto compreendendo todo o estágio de seu ciclo de vida, possibilitando a minimização da carga ambiental total do produto, e ainda, pode ser usado por autoridades para um entendimento da importância referente as diferentes etapas do ciclo de vida de um produto (SANTOS, 2002).

2. Avaliação do Ciclo de Vida

A ACV é considerada uma das ferramentas mais apropriadas para uma análise completa de impacto ambiental, pois inclui todas as etapas do ciclo de vida do produto ou processo, desde: a extração e processamento de matérias-primas, fabricação, embalagem, transporte,

distribuição, uso, reciclagem e disposição final.

Esta avaliação surgiu da necessidade de uma metodologia para facilitar a análise de impactos ambientais das empresas e/ou processos. Um dos objetivos dos estudos de ACV é estabelecer uma sistemática confiável a fim de possibilitar a decisão entre atividades, a qual terá um menor impacto ambiental.

A ACV estuda a interação entre um produto e o ambiente, utilizando a avaliação dos aspectos ambientais e dos impactos potenciais associados ao ciclo de vida do produto (CHEHEBE, 2002).

O marco considerado inicial para o início de Avaliação do Ciclo de Vida foi um estudo realizado para a EPA (Environmental Protection Agency), mais tarde chamado de Ecobalance na Europa. (CHEHEBE, 2002). No Brasil, a regulamentação dos métodos da ACV é feita por meio da série de normas NBR ISO 14000.

A Avaliação do Ciclo de Vida é uma metodologia utilizada para avaliar os possíveis impactos ambientais potenciais gerados por produtos, processos e atividades durante o seu ciclo de vida completo (do berço ao túmulo); quantificando fluxos de energia e materiais, emissões gasosas, efluentes e resíduos, fornecendo uma visão global do sistema e servindo como ferramenta de auxílio à tomada de decisões referente a questão ambiental.

Segundo a Norma ISO 14040, a Análise do Ciclo de Vida do Produto deve incluir os seguintes requisitos: definição do objetivo e escopo, análise do inventário, avaliação de impacto e interpretação dos resultados.

2.1. Definição do Objetivo e do Escopo

Deve-se estabelecer a razão principal do estudo realizado e sua abrangência. No escopo são considerados a unidade funcional, a metodologia, limites de fronteiras e procedimentos considerados.

A Norma ISO 14040 estabelece que o conteúdo mínimo do escopo deve fazer referência à largura (subsistemas incluídos), profundidade (detalhes do estudo) e extensão (onde iniciar e parar o estudo). É nesta fase que determina-se o plano de trabalho e suas características são estabelecidas através das escolhas iniciais (GUINÉE, 2001).

Segundo a ABNT (2001) o objetivo e escopo devem informar claramente a aplicação do trabalho, as razões para a condução do estudo e o público-alvo que devem ser consistentes com a aplicação referida. Nesta etapa defini-se a função do sistema estudado, a unidade funcional, as unidades de processo e as fronteiras do sistema. A ABNT (2001) define estes itens de acordo com o seguinte:

- Sistema de produto: É o conjunto de unidades de processo, que conectadas material e energeticamente realizam uma ou mais funções. Logo, a função do sistema é a finalidade de uso do produto.
- Unidade funcional: É o desempenho de um sistema de produto, quantificado, ou seja, uma unidade de referência no estudo da avaliação do ciclo de vida.
- Unidades de processo: É a porção do um sistema de produto onde os dados são coletados durante a realização da avaliação do ciclo de vida.
- Fronteiras do sistema: Consiste na interface do sistema de produto e o meio ambiente e/ou outros sistemas de produto.

2.2. Análise do Inventário

É a fase de coleta e quantificação dos dados relacionados ao ciclo de vida do produto

(matéria-prima, transporte, energia, emissões gasosas, efluentes, resíduos sólidos, etc). O estudo do inventário é um processo iterativo, devendo assegurar que os requisitos estabelecidos no escopo estejam sendo obedecidos e também relacionar os dados coletados à unidade funcional adotada.

A Norma ISO 14040 estabelece um esquema para a construção do inventário:

- Apresentação do sistema a ser estudado, limites considerados, unidades de processo e entrada e saídas do sistema;
- estudos comparativos;
- procedimentos de cálculo e coleta de dados, estabelecendo regras para a alocação de produtos e tratamento dispensado à energia;
- elementos necessários para a interpretação correta dos resultados da análise do inventário.

2.3. Avaliação de Impacto

É a análise do inventário do ciclo de vida e visa determinar qualitativamente/quantitativamente a intensidade com que os aspectos ambientais alteram o meio ambiente. Segundo a Norma ISO 14040 este passo constitui-se dos seguintes elementos: seleção e definição das categorias (preocupações ambientais e indicadores), classificação (agrupamentos nas categorias: aquecimento global, destruição da camada de ozônio, toxicidade humana, etc) e caracterização (perfil de impactos ambientais).

A coleta dos dados pode ser realizada através de questionários enviados às empresas envolvidas no estudo. Para que haja a compreensão destes questionários e a as informações sejam coerentes, devem-se tomar alguns cuidados (CHEHEBE, 1997):

- Os fluxogramas devem ser específicos e incluir todas as unidades de processo, inclusive as inter-relações existentes entre elas.
- Deve-se conseguir uma descrição detalhada das unidades de processo e uma lista das categorias de dados referentes a elas;
- Elaborar um glossário definindo as unidades de medidas utilizadas;
- Descrever as técnicas usadas na coleta e/ou cálculo dos dados; e
- Fornecer instruções aos responsáveis locais sobre a necessidade de documentar casos especiais e irregularidades ou outros itens relacionados aos dados fornecidos.

Após a realização destes procedimentos observam-se os aspectos ambientais associados ao ciclo de vida do produto de forma quantificada e após o tratamento dos dados, a tabela obtida pode ser avaliada a fim de se obter os impactos ambientais referentes ao ciclo de vida do produto analisado (LUZ, 2010).

2.4. Interpretação dos Resultados

É a identificação e análise dos resultados obtidos nas fases anteriores de acordo com o objetivo e escopo definidos no trabalho. Os resultados dessa fase podem auxiliar nas tomadas de decisões, conclusões e recomendações.

Esta fase consiste em três etapas (ISO 14040, 1997):

- Identificação das questões ambientais mais significativas com base nos resultados;
 - Avaliação;
 - Sensibilidade e consistência; conclusões, recomendações e relatórios ambientais.
-

As conclusões obtidas posteriormente a análise dos resultados possibilitam a identificação de pontos críticos do ciclo de vida do produto que necessitam de melhorias, permitindo a implementação de estratégias de produção, visando a preservação ambiental (VALT, 2004).

A ACV faz uma análise completa do sistema produtivo, considerando desde o projeto e realização do produto até a disposição final dos materiais, sendo possível uma otimização da utilização dos recursos e a minimização dos impactos ambientais.

As etapas demonstram a importância de uma definição clara e objetiva do escopo e objetivos do estudo, pois o mesmo pode tornar-se complexo inviabilizando o trabalho.

Uma das principais preocupações com relação à ACV são a quantidade e a confiabilidade dos dados necessários, pois os mesmos dependem dos limites das informações das organizações e clientes, os quais disponibilizam esses dados.

A ACV é considerada uma ferramenta de apoio para tomada de decisão com relação aos aspectos ambientais por contribuir para soluções de relação ecológica através de uma metodologia definida.

Um dos maiores problemas enfrentados, para os países em desenvolvimento, com relação ao estudo da ACV é a falta de pessoal capacitado e um banco de dados disponíveis com as informações das análises da avaliação do ciclo de vida.

Grupos de estudos estão sendo criados nas universidades, organizações não-governamentais e empresas do setor público e privado para a criação, no Brasil, do Projeto Brasileiro de Inventário do Ciclo de Vida (ICV) com o objetivo de desenvolver um banco de dados nacional para auxílio na aplicação da ACV (MACHADO; CAVENAGHI, 2009).

Com a elaboração do estudo de ACV os pesquisadores conseguem:

- Desenvolver uma avaliação sistemática das consequências ambientais relacionadas ao produto.
- Fazer uma análise dos balanços ambientais de um ou mais produtos/processos para a aceitação da comunidade, estado, etc.
- Contabilizar as descargas ambientais para a água, ar, e solo para cada fase do ciclo de vida.
- Identificar e instruir sobre as trocas de impactos ambientais entre fases do ciclo de vida do produto e o meio ambiente.
- Avaliar os efeitos do consumo de materiais, tanto ecológicos quanto humanos.
- Comparar impactos ecológicos e de saúde entre produtos/processos.
- Identificar impactos em áreas ambientais de interesse específico (USEPA, 2001 apud FERREIRA, 2004).

3. Considerações Finais

Para a ABCV (Associação Brasileira de Ciclo de Vida) (2008), a ACV causa uma quebra de paradigma, já que abre abrange todas as preocupações ambientais antes restritas e todas as ligações do processo produtivo na intenção de buscar a sustentabilidade para a sociedade globalizada.

A ACV auxilia na identificação de oportunidades de melhoria nos aspectos ambientais dos produtos as várias fases do seu ciclo de vida, na tomada de decisões na indústria e organizações, na seleção de indicadores de desempenho ambiental e ainda pode colaborar para o marketing como, por exemplo: declaração ambiental e rotulagem ecológica (RIBEIRO, 2007).

Minimizar o uso de produtos tóxicos, reduzir o consumo de água e energia, diminuir a geração de resíduos e encontrar soluções para utilizá-los como subprodutos, avaliar a utilização de máquinas e equipamentos e ainda gerenciar outras atividades ambientais referentes ao processo industrial são algumas decisões que podem ser tomadas a partir no estudo de ACV (ALMEIDA *et. al.*, 2005).

Segundo Machado e Cavenaghi (2009) “A literatura recente sobre a ACV a define como um instrumento de gestão multifuncional que traz benefícios como: proporcionar uma análise criteriosa de toda a cadeia; identificar os pontos fracos do processo produtivo; viabilizar a gestão ambiental atrelando-a a estratégia corporativa, enfim, se tornando apoio para tomadas de decisão e para definição de desenho operacional; permitir comparações para decisões assertivas e que garantam menor impacto ambiental ou social.”

Uma forma simplificada da Análise do Ciclo de Vida pode ser utilizada sem que haja perdas nas informações importantes desde que esteja em acordo com o objetivo proposto. Este tipo de método não inclui o ciclo de vida inteiro do produto ou processo sendo utilizados como pré-estruturas de uma ACV de foco quantitativo ou uma avaliação paralela podendo ser úteis em desenvolvimento de produtos, identificação de aspectos críticos no ciclo do produto e novas aquisições, entre outros (HOCHSCHORNER e FINNVEDEN, Op. Cit.).

Porém, uma das maiores dificuldade dos estudos de ACV é a necessidade de grandes quantidades de dados necessários para o estudo, já que abrange um conjunto de inventário de todo os sistemas e subsistemas (RODRIGUES *et. al.*, 2008). Para Ribeiro (2003), é necessário uma base de dados regionalizados, contendo inventário de ciclo de vida dos principais produtos usados para que a ACV possa ser utilizada de modo confiável e amplo. Ou seja, os dados devem ser coletados e validados para cada argumento geopolítico, tecnológico e social onde o estudo será aplicado (CALDEIRA-PIRES, 2004).

Para isso foi criada em 2002 a Associação Brasileira de Ciclo de Vida (ABCV), uma sociedade sem fins lucrativos com o intuito de criar recursos humanos qualificados, intercambio de informações e base para o desenvolvimento de laboratórios, bancos de dados, normas técnicas e pesquisa, ou seja, uma base tecnológica para ajudar na aplicação da ACV nos principais processos produtivos brasileiros (ANDRADE, 2008).

Como apoio para essa base de dados, programas de computador têm sido desenvolvidos, sendo o GaBi, o Team, o Umberto, o SimaPro e o LCA it os principais da categoria (ANDRADE, 2003).

Referências

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO 14040: Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura.* Rio de Janeiro, 2001. 10p.

BLOTTNITZ, H. V.; CURRAN, M. A. *A review of assessment conducted on bio-ethanol as a transportation fuel from a net energy, greenhouse gas, and environmental life cycle perspective.* Journal of Cleaner Production, v. 15, p: 607-619, 2007.

CHEHEBE, J. R. B. *Análise do Ciclo de Vida de Produtos: Ferramenta Gerencial da ISO 14000.* Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002. 104 p.

CLAUZADE, C.; OSSET, P.; HUGREL, C.; CHAPPERT, A; DURANDE, M; PALLUAU, M. *Life cycle assessment of nine recovery methods for end-of-life tyres.* International Journal of Life Cycle Assessment, v. 15, p: 883-892, 2010.

DIAS, S. L. F. G. *Há vida após a morte: um (re)pensar estratégico para o fim da vida das embalagens.* Gestão & Produção, v. 13, n. 3, p.: 463-474, 2006.

- FABI, A. R.** *Comparação do consumo de energia e emissão de CO₂ entre garrafas de PET e de vidro, utilizando análise ambiental de ciclo de vida.* Tese (Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos) – Universidade Estadual de Campinas, 2004, 143.
- FONSECA, C. G. P.** *Ecodesign e a Reutilização de Computadores.* Dissertação (Mestrado em Design Industrial) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2007, 131p.
- GATTI, T. H.** *Do berço ao berço: agregação de valor e de desempenho socioambiental para a produção de papéis especiais com resíduos da agricultura.* Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, 2008, 210p.
- HERRCHEN, M.; KLEIN, W.** *Use of life-cycle assessment (LCA) toolbox for an environmental evaluation of production processes.* Pure Apply Chemical, Vol. 72, No. 7, p: 1247-1252, 2000.
- HINZ, R. T. P.; VALENTINA, L. V. D.; FRANCO, A. C.** *Monitorando o Desempenho Ambiental das Organizações através da Produção mais Limpa ou pela Avaliação do Ciclo de Vida.* Produção on Line. Vol. 7, Num. 3, 2007.
- HOCHSCHORNER, E.; FINNVEDEN, G.** *LCA Methodology: Evaluation of Two Simplified Life Cycle Assessment Methods.* The International of Life Cycle Assessment 2003, 8(3), 119-128P., 2003.
- KAYO, E. K.; KIMURA, H.; MARTIN, D. M. L.; NEKAMURA, W. T.** *Ativos Intangíveis, Ciclo de Vida e Criação de Valor.* Administração Contemporânea, v. 10, n.3, p: 73-90, 2006.
- LANKEY, R. L.; ANASTAS, P. T.** *Life-Cycle Approaches for Assessing Green Chemistry Technologies.* Industry Engineering Chemical Resource, v. 41, p: 4498-4502, 2002.
- LEWANDOWSKA, A.; FLEJSMAN, A.M.; JOACHIMIAK, K.; CIROTH, A.** *Environmental life cycle assessment (LCA) as a tool for identification and assessment of environmental aspects in environmental management systems (EMS).* International Journal of Life Cycle Assessment, Vol. 16, p: 247-257, 2011.
- LOBO, Y. R. O.** *Proposta de Metodologia de Concepção e Projeto do Produto considerando os Aspectos Ambientais no Ciclo de Vida.* Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual de Campinas, 2000, 191p.
- MACHADO, C. G.; CAVENAGHI, V.** *A Relevância do uso da Avaliação do Ciclo de Vida para a manufatura sustentável: análise e tendências.* Enegep, 2009.
- MIYAMARU, E. S.; KULAY, L. A.** *Avaliação do Ciclo de Vida: ferramenta gerencial para tomada de decisão.* Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente, Vol. 1, n. 1, 2006.
- NIGRI, E. M.; ROMEIRO, E. F.; ROCHA, S. D. F.; FARIA, P. E.** *Comparando processos industriais e artesanais: uma aplicação da análise simplificada do ciclo de vida na produção de cachaça.* Enegep, 2010.
- PEREIRA, S.W. 2006.** *Análise ambiental do processo produtivo de pisos cerâmicos. Aplicação de Avaliação de Ciclo de Vida.* Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006. 121p.
- PESSOA, E.; MARTINS, M.** *Revisitando a teoria do Ciclo do Produto.* Economia Contemporânea, v. 11, n. 2. P: 307-329, 2007.
- RAMÍREZ, P. K. S.** *Análise de Métodos de Alocação utilizados em Avaliação do Ciclo de Vida.* Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009, 138p.
- RIBEIRO, C. M.; GIANNETTI, B. F.; ALMEIDA, C. M. V. B.** *Avaliação do ciclo de vida: uma ferramenta importante da ecologia industrial.* Disponível em: WWW.hottopos.com.br/regep12/art4.htm. Acesso em: 20/10/2011.
- RODRIGUES, C. R. B.; ZOLDAN, M. A., LEITE, M. L. G., OLIVEIRA, I. L.** *Sistemas computacionais de apoio a ferramenta Análise do Ciclo de Vida do Produto (ACV).* Enegep, 2008.
- ROY, P; NEI, D.; ORIKASA, T.; XU, Q.; OKADOME, H.; NAKAMURA, N.; SHIINA, T.** *A review of life cycle assessment (LCA) on some food products.* Journal of Food Engineering, Vol. 90, p:1-10, 2009.
- SABLOWSKI, A. R. M.** *Balanço de Materiais na Gestão Ambiental da Cadeia Produtiva do Carvão Vegetal para Produção de Ferro Gusa em Minas Gerais.* Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, 2008, 202p.
- SLEESWIJK, A. W.** *Regional LCA in a global perspective. A basis for spatially differentiated environmental life cycle assessment.* International Journal of Life Cycle Assessment, v. 16, p: 106-112, 2011.
-

SOARES, S. R.; PEREIRA, S. W. *Inventário da produção de pisos e tijolos cerâmicos no contexto da análise do ciclo de vida.* Ambiente Construído, Vol. 4, N. 2, p: 83-94, 2004.

SOUSA, S. R. *Normalização de Critérios Ambientais aplicados à Avaliação do Ciclo de Vida.* Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. 87p.

UGAYA, C. M. L. *Análise de Ciclo de Vida: estudo de caso para materiais e componentes automotivos no Brasil.* Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual de Campinas, 2001, 221p.

VALT, R. B. G. *Análise do Ciclo de Vida de embalagens PET, de alumínio e de vidro para refrigerantes no Brasil variando a taxa de reciclagem dos materiais.* Dissertação (Mestrado em Concentração em Engenharia de Processos Térmicos e Químicos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004, 208p.

XAVIER, J. H. V.; PIRES, A. C. *Uso Potencial da Metodologia de Análise de Ciclo de Vida (ACV) para a caracterização de impactos ambientais na agricultura.* Cadernos de Ciência & Tecnologia, v. 21, n. 2, p: 311-341, 2004.
