

ANÁLISE DE CICLO DE VIDA

Leda Coltro

O conhecimento do efeito ambiental de processos e produtos industriais é possível por meio da técnica conhecida como Análise de Ciclo de Vida (ACV), uma vez que empregando-se esta metodologia pode-se obter os dados necessários para a avaliação do impacto ambiental.

Recomenda-se que as empresas desenvolvam estudos de ACV por duas razões: 1) identificar as etapas do processo onde melhorias podem ser feitas; 2) gerar dados confiáveis para os legisladores e o público.

O que é uma Análise de Ciclo de Vida?

Um estudo de ACV é uma técnica que quantifica a energia e a matéria-prima consumidas e o resíduo (sólido, líquido e gasoso) gerado em cada estágio da vida do produto (Figura 1): extração de recursos naturais, produção, distribuição, uso e disposição final.

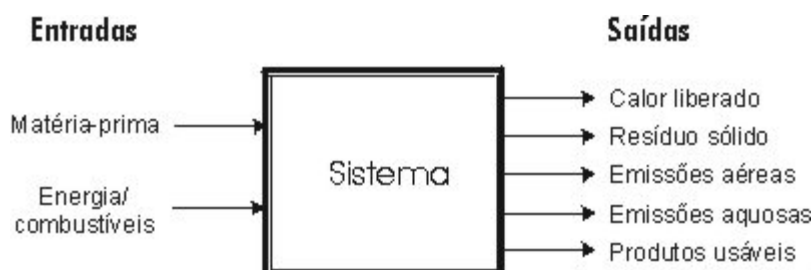


FIGURA 1. Aspectos abordados numa Análise de Ciclo de Vida.

Antes de iniciar um estudo de ACV, as fronteiras do sistema devem ser definidas. A definição da fronteira é importante porque se qualquer parte do sistema englobado pela fronteira for alterado, todas as entradas e saídas também serão modificadas.

A ACV também é conhecida por eco-balanço, análise do berço ao túmulo, análise de recursos, análise de impacto ambiental.

O principal objetivo da ACV é identificar onde as melhorias podem ser efetuadas a fim de reduzir o impacto ambiental de um produto ou processo em termos de energia e matéria-prima consumidas e de resíduos gerados. Também pode ser efetuado um estudo de ACV para guiar o desenvolvimento de novos produtos.

Uma ACV nunca gera um resultado simples. Os resultados são tabelas demonstrativas das quantidades de recursos consumidos e resíduos gerados. Qualquer comparação entre processos ou produtos similares depende de julgamentos subjetivos com relação à importância relativa do consumo de energia, do uso de matéria-prima e da geração de resíduo.

Qual é a estrutura da Análise de Ciclo de Vida?

A ACV consiste de quatro etapas ou fases: definição do objetivo e escopo, inventário, análise do impacto e análise de melhorias (Figura 2).

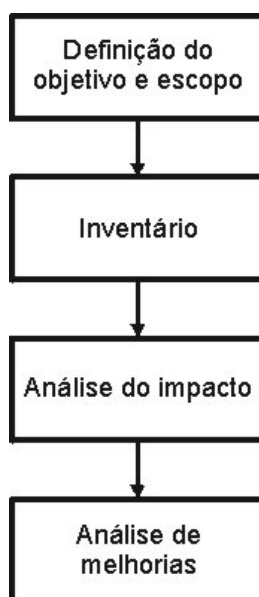


FIGURA 2. Etapas da Análise de Ciclo de Vida.

A primeira etapa “definição do objetivo e escopo” envolve a determinação do objetivo e da estrutura do estudo, bem como uma descrição exata do sistema associado ao produto.

A execução do “inventário” - etapa central e a base de toda a análise de ciclo de vida - inicia-se com a organização de todo o ciclo de vida em termos de processo e diagramas de fluxo de massa do sistema: desde a extração da matéria-prima, produção e uso dos produtos até à reciclagem ou disposição final, incluindo o transporte. Na etapa de descrição do sistema deve ser considerada a aplicação específica do produto, porque somente sistemas com a mesma aplicação podem ser comparados. O resultado do inventário é uma lista de dados de entrada, tais como quantidade de matéria-prima e energia e dados de saída, por exemplo, emissões aéreas e resíduos sólidos. Esta lista pode compreender centenas de dados de relevância ambiental.

O objetivo da “análise de impacto” é avaliar quantitativamente os dados do inventário com respeito ao seu impacto ambiental potencial e agregar substâncias com efeitos comparáveis. Atualmente, de 10 a 15 categorias de impacto ambiental têm sido discutidas, por exemplo, efeito estufa, consumo de matéria-prima, acidificação do solo e água. O resultado final da análise de impacto consiste em uma tabela mostrando as somatórias de cada uma destas categorias.

A etapa mais difícil é a interpretação final da análise de impacto. O objetivo desta etapa é agregar os resultados da análise de impacto num único conjunto, de forma a permitir uma avaliação ecológica o mais clara possível. Do ponto de vista atual, provavelmente é impossível descrever as interações e efeitos complexos que acompanham o ciclo de vida de um produto com base numa metodologia objetiva e científica, porque os efeitos ecológicos reais não podem ser previstos. A dificuldade ainda se agrava quando as condições da Análise de Impacto devem orientar decisões políticas e/ou definem índices de taxaço do produto.

Como etapa final da análise de ciclo de vida, uma “melhoria” do sistema do produto é almejada. Por enquanto, ainda existe um debate se este processo de melhoria deve fazer parte integrante da análise de ciclo de vida, porque outros fatores como nível técnico, social e econômico são relevantes para desencadear melhorias ecológicas. De qualquer modo, uma otimização do sistema deve ser feita tomando por base o inventário ou a análise de impacto e tendo como parâmetro comparativo tecnologias mais limpas.

Estudos aplicados a embalagens

Um estudo de ACV é muito bem aplicável na área de embalagens, porque diferentemente das máquinas de lavar, carros e muitos outros itens de consumo, a embalagem é comparativamente simples, feita a partir de poucos materiais e tem um ciclo de vida relativamente curto.

A embalagem tem um impacto ambiental positivo, protegendo alimentos e bens de consumo durante a estocagem e distribuição e tem um impacto ambiental negativo, uma vez que consome matérias-primas e energia na sua confecção. Se por um lado contribui para a redução das perdas de alimentos e bens de consumo, por outro é descartada como resíduo e se acumula nos lixos urbanos.

Para se tomar decisões quanto à redução do impacto negativo da embalagem, é essencial que se tenha uma visão do sistema completo e dos requisitos de proteção do produto que a embalagem vai conter.

Nas prateleiras das lojas é possível visualizar somente as embalagens primárias ou de venda, mas estas são distribuídas em embalagens secundárias (normalmente caixas de papelão ou bandejas envoltas com plástico), que por sua vez são agrupadas em unidades ainda maiores nas embalagens de transporte. Portanto, deve ser quantificado o impacto ambiental de todo o sistema de embalagem.

O momento correto para reduzir o impacto negativo da embalagem é no seu projeto, pois é nesta etapa que se pode fazer uma combinação balanceada da sua função e do seu impacto ambiental. Em particular, pode-se reprojeter as embalagens primária e secundária, de modo a serem modulares às dimensões dos contêineres de transporte. Isto minimiza a quantidade de material de embalagem consumida e também reduz o número de transportes, que por sua vez tem um impacto ambiental positivo.

Portanto, um estudo de ACV permite a otimização de um produto já na etapa de desenvolvimento. O fato do ciclo de um produto começar no projeto e terminar com sua disposição final requer uma interação técnica efetiva entre todas as divisões da empresa. Este modo de ação permite controlar as causas e desenvolver soluções para produção e disposição de resíduos compatíveis ecologicamente. Colocar a ecologia na mesma categoria dos demais critérios de decisão é uma medida corretiva contra soluções unidimensionais em questões ambientais (Figura 3).

Estudos sobre materiais de embalagem estão entre as primeiras aplicações da metodologia de ACV. Uma das primeiras indústrias a usar dados de ACV foi a indústria de vidro da Inglaterra, que começou um estudo em 1972, gerando uma análise detalhada da energia e das matérias-primas necessárias para a produção e uso das garrafas de vidro para bebidas.

Atualmente, os materiais de embalagem ainda representam um dos campos de aplicação mais importantes da ACV, embora outros tenham ganho importância. Estima-se que no

período entre 1970 e 1992 mais de 40% dos estudos de ACV disponíveis ao público relacionavam-se com materiais de embalagem (Quadro 1).

Para se conduzir a ACV dos diferentes materiais de embalagem e compará-los, é necessário considerar todos os fatores de relevância, além daqueles considerados para os estudos de ACV para a produção de um quilograma de material, ou seja, os cálculos devem basear-se na mesma proporção de quantidade de material de embalagem/peso de produto acondicionado.

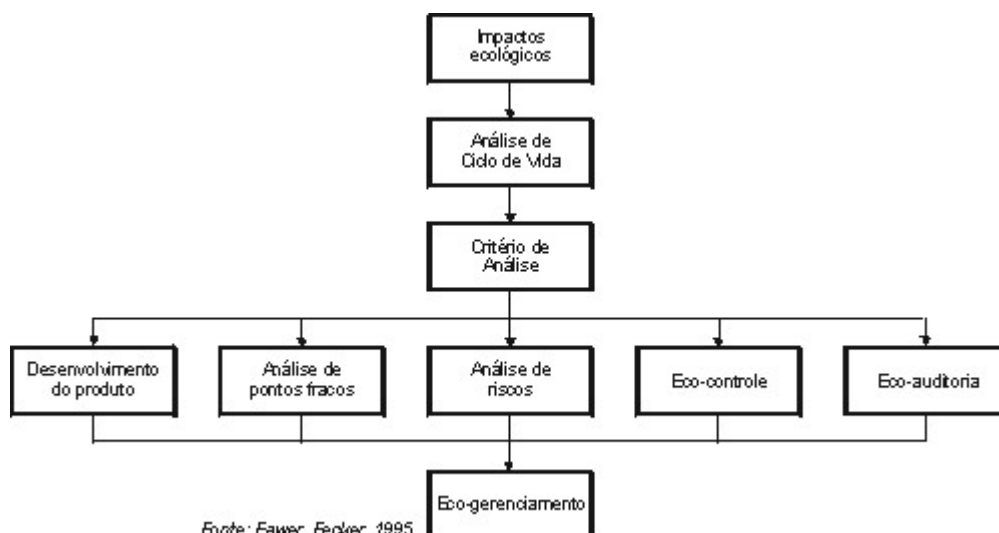


FIGURA 3. Análise de Ciclo de Vida como base para diversos eco-gerenciamentos.

QUADRO 1. Campos de aplicação dos estudos de ACV, no período de 1970 a 1992.

Área	Percentagem
Embalagem	44,7
Embalagem em geral	18,9
Embalagem de alimentos e bebidas	22,0
Embalagem, outros	3,8
Produtos químicos	9,1
Materiais de embalagem	8,3
Fraldas	7,6
Resíduo sólido e reciclagem	3,8
Artigos de mesa	3,0
Outros	23,5
TOTAL	100,0

Fonte: Knoepfel, 1994

Uma garrafa de 1 litro de PET pesa somente uma fração do peso de uma garrafa equivalente em vidro, e uma garrafa de PET contendo 3,25 litros de refrigerante tem o mesmo peso que uma garrafa de 2 litros em vidro. Isto significa que ao usar garrafas de PET para a mesma quantidade transportada, o distribuidor leva 60% mais refrigerante e cerca de 80% menos embalagem. Portanto, tomando por base o peso, pode-se dizer que as garrafas de PET podem reduzir o custo do combustível, o que representa um custo menor para o distribuidor e, conseqüentemente, uma economia de energia para o país.

Por outro lado, o vidro pode ser reciclado indefinidamente, o que não acontece com o PET e é amplamente conhecido que o uso de caco de vidro no forno reduz o consumo de energia na fabricação da garrafa. Assim, quando diferentes materiais são comparados, todos os prós e os contras devem ser considerados e avaliados ponderadamente de acordo com o impacto ambiental provocado em cada etapa.

Para otimizar os efeitos ambientais da embalagem de um produto é essencial analisar um sistema que englobe, além da embalagem, o próprio produto, sua cadeia de produção total e a demanda dos consumidores. As funções da embalagem dependem de todas as condições envolvidas neste sistema, ou seja, o sub-sistema da embalagem não pode ser estudado ou otimizado isoladamente, mas somente dentro do contexto de sua aplicação.

A ACV é hoje uma das linhas de pesquisa do CETEA, que em conjunto com associações e empresas do ramo de embalagem e tendo o apoio de importantes órgãos de fomento à pesquisa, pretende conduzir, nos próximos dois anos, um estudo relativo aos sistemas de embalagem dos principais produtos consumidos no Brasil e estabelecer definitivamente a capacidade técnica nacional na área de ACV de embalagens.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FAWER, U.S., FECKER, I. **New application fields for LCA's Switzerland: EMPA**, 1995. 13p.

KEHLENBECK, G. **Life cycle assessments: between claims and reality**. Göttingen: ALCAN Deutschland GmbH, July 1995. 9p.

KNOEPFEL, I.H. The importance of energy in environmental life cycle assessments of packaging materials. **Packaging Technology & Science**, Bognor Regis, v.7, n.6, p.261-271, 1994.

KOOIJMAN, J.M. Environmental assessment of food packaging: impact and improvement. **Packaging Technology & Science**. Bognor Regis, v.7, n.3, p.111-121, 1994.

LIFE cycle analysis. **Factsheet**, London, may 1992. 2p.

WOLPERT, V.U. Ecobalance de materiais plásticos de alta performance en la industria del embalaje. **Tecnologia de PET/PEN**, Buenos Aires, v.1, n.1, oct. 1994.