

## A ANÁLISE DO CICLO DE VIDA COMO FERRAMENTA DE OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS E GESTÃO AMBIENTAL

PRADO, M. R. ; KASKANTZIS NETO, G.

### RESUMO

A Análise do Ciclo de Vida - ACV é uma metodologia importante, pois permite uma contabilização ambiental, onde são consideradas as retiradas de recursos naturais e energia da natureza e as “devoluções” para a mesma, permitindo avaliar os impactos ambientais potenciais gerados. O conhecimento do ciclo de vida de um produto é o primeiro passo na busca do desenvolvimento sustentável. O trabalho tem como objetivo apresentar a ACV como instrumento de auxílio aos estudos de controle e otimização de processos, sistemas de reciclagem, que consistem em balanços materiais e energéticos que envolvem, desde a extração da matéria-prima até sua destinação final, com o intuito de conhecer melhor o produto e sua influência sobre o meio ambiente.

**Palavras-chave:** análise do ciclo de vida, otimização de processos, desenvolvimento sustentável

### ABSTRACT

The Life Cycle Assessment – LCA is an important method because it allows an ambient accounting, where the withdrawals of natural resources and energy of the nature are considered and the "devolutions" for the same one and allows in evaluating relative potential the ambient impacts generated. The knowledge of the cycle life assessment of a product is the first step in the search of the sustainable development. The present work has as objective to present the Life Cycle Assessment as instrument of aid to the control studies and optimization of processes, systems of recycling, that consist of material and energy balances, since the extraction of the raw material until its final destination, with intention to more good know the product and its influence on the environment.

**Key-words:** life cycle assessment, optimization of processes, sustainable development

### INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje, consumir, cada vez em maiores proporções, é sinônimo de felicidade. Impelidos pela necessidade de vender seus produtos, os fabricantes gastam grandes quantias de dinheiro com propaganda, para inculcar esse conceito na população. Porém, o consumo irresponsável está colocando o planeta em risco.

O cidadão pode fazer a sua parte consumindo apenas o necessário e evitando o desperdício de combustível, água, eletricidade e alimentos. Além disso, deve valorizar materiais que podem ser reutilizados ou reciclados. É preciso exigir qualidade e durabilidade dos produtos, recusando aqueles que agredem a saúde e o meio ambiente.

Como consumidores responsáveis, temos de nos preocupar em saber como um produto foi fabricado e como ele será descartado, o chamado ciclo de vida.

O estudo do ciclo de vida de um determinado produto compreende as etapas que vão desde a retirada da natureza das matérias-primas elementares que entram no sistema produtivo, incluindo as operações industriais e de consumo, até a disposição final do produto quando se encerra a sua vida útil; além disso, trata dos benefícios gerados com o uso dessa ferramenta na otimização de processos, controle e gestão ambiental.

## **ANÁLISE DO CICLO DE VIDA - ACV**

O conhecimento do ciclo de vida de um produto é o primeiro passo na busca do desenvolvimento sustentável.

Idealmente, o ciclo de vida inicia-se quando os recursos para sua fabricação são removidos de sua origem, a natureza - **o berço**, e finaliza-se quando o material retorna para a terra - **o túmulo**.

### **Histórico**

Desde os primórdios da sua existência na Terra, o ser humano, este ser de inteligência criativa, tudo tem feito para melhorar sua estadia no planeta.

Criou, inventou e inovou para suas infinitas obras, usou o que gratuitamente se ofertava por toda parte: a terra, as águas, os minérios, o petróleo, as árvores, os animais.

E agora, depois da televisão, do computador, da fibra ótica, da *Internet*, dos satélites e de sua fantástica obra, deu-se conta de que sua infinita natureza não era propriamente infinita, mas desgastava-se, diminuía e poderia desaparecer... Assim, compreendeu que a roupa que ele vestia, sua camisa de algodão tinha uma história que poucas vezes ele mesmo se apercebia. Uma história e um custo para a natureza...

O reconhecimento de todas as formas de vida que coabitam a Terra, bem como do direito a esta existência são passos fundamentais para a compreensão da sustentabilidade.

Diferentes “atores” têm direito ao uso dos recursos e, a manutenção deste recurso em condições adequadas, só se faz com a responsabilidade compartilhada entre os usuários.

### **Gerenciamento sustentável e a ACV**

O chamado gerenciamento sustentável baseado nos conceitos de ACV significa compreender de onde vieram as matérias-primas utilizadas, para onde

irão os produtos fabricados, os subprodutos e os resíduos de processo, bem como os efeitos das emissões geradas para o meio ambiente.

Entender o ciclo de vida do bem produzido e consumido é um passo de fundamental importância para um gerenciamento sustentável.

Esse gerenciamento tem uma grande amplitude. Quando se avalia um produto, considera-se toda a cadeia de processos que o originou, as emissões e os impactos potenciais associados ao seu ciclo de vida.

A visão é ampla e não se restringe à avaliação de conceitos e parâmetros simplificados como “reciclável” ou “retornável”. Todas as interações são consideradas.

### **Origem da ACV**

Nos anos 60, com a crise do petróleo e com o aumento da população mundial, a sociedade começou a questionar o limite da extração de recursos naturais, especialmente de combustíveis fósseis e recursos minerais escassos, bem como o impacto da poluição gerada.

Os primeiros estudos eram conhecidos como “análise de energia” e resumiam-se a cálculos de balanços de massa e energia.

Em seguida passaram a ser chamados de “análise de recursos” ou “análise de perfil ambiental”. Nos anos 80, a preocupação com o meio ambiente aumentou.

Como resultado, a nova metodologia passou a ser chamada de ecobalanco (ecobalance), ecoperfil (ecoprofile), análise de berço ao túmulo (cradle to grave), análise do ciclo de vida (life cycle analysis) ou avaliação do ciclo de vida (life cycle assessment).

A partir da década de 60, pressões ambientalistas nos EUA sobre a indústria de embalagem, especialmente as embalagens descartáveis para bebidas, levaram à realização de estudos específicos de análise de energia e de recursos aplicados a embalagens.

### **Estudos comparativos e a normatização**

Visualizando o potencial da técnica como estratégia de *marketing*, alguns estudos tendenciosos foram realizados, levando a público somente aqueles resultados que interessavam.

A proliferação de estudos de ACV dos produtos sem uma metodologia padronizada levou a certos exageros que quase chegaram a comprometer a imagem dessa ferramenta de avaliação.

Essa época é referenciada por alguns autores como a fase de “Guerra das ACV’s”.

Na década de 80 e início de 90 muitas ACV’s foram realizadas principalmente em materiais para embalagens, com especial atenção para as embalagens de leite.

Dois estudos foram feitos, em locais distantes, mas em épocas parecidas, apresentaram resultados muito diferentes:

- 30% nas necessidades de energia térmica;
- 60% nas necessidades de energia elétrica;

- 30% nas emissões de uma forma geral, sendo que algumas chegaram a variar 100%;
- 80% nos resíduos sólidos.

Assim, deu-se origem à série de normas ISO 14000.

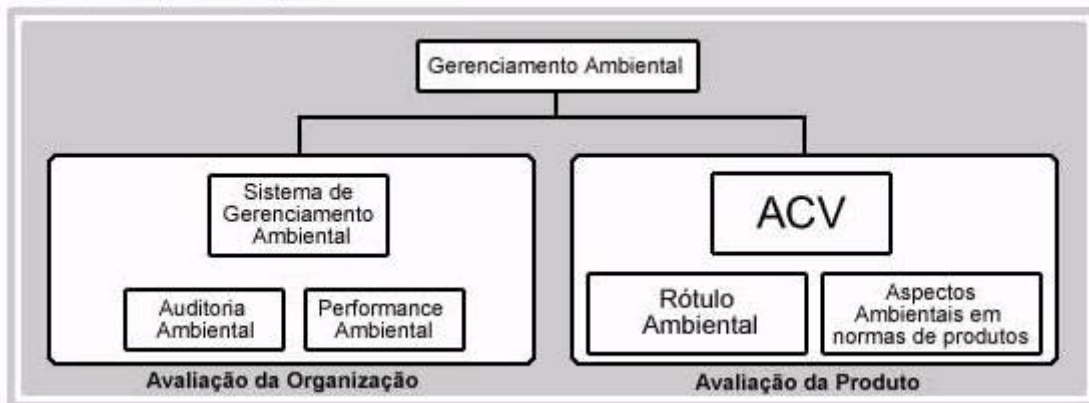


Figura 1 – Estrutura das normas da série ISO 14000

A série envolve as seguintes normas:

- ISO 14040 – *Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework – princípios e estrutura*

Esta norma especifica a estrutura geral, princípios e requisitos para conduzir e relatar estudos de avaliação do ciclo de vida, não incluindo as técnicas de avaliação do ciclo de vida em detalhes.

- ISO 14041 – *Environmental management – Life cycle assessment – Goal and scope definition and inventory analysis – definição do escopo e análise do inventário*

Esta norma orienta como o escopo deve ser suficientemente bem definido para assegurar que a extensão, a profundidade e o grau de detalhe do estudo sejam compatíveis e suficientes para atender ao objetivo estabelecido. Da mesma forma, esta norma orienta como realizar a análise de inventário, que envolve a coleta de dados e procedimentos de cálculo para quantificar as entradas e saídas pertinentes de um sistema de produto.

- ISO 14042 – *Environmental management – Life cycle assessment – Life cycle impact assessment – Avaliação do impacto do ciclo de vida.*

Esta norma especifica os elementos essenciais para a estruturação dos dados, sua caracterização, a avaliação quantitativa e qualitativa dos impactos potenciais identificados na etapa da análise do inventário.

- ISO 14043 – *Environmental management – Life cycle assessment – Life cycle interpretation – Interpretação do ciclo de vida.*

Esta norma define um procedimento sistemático para identificar, qualificar, conferir e avaliar as informações dos resultados do inventário do ciclo de vida ou avaliação do inventário do ciclo de vida, facilitando a interpretação do ciclo de vida para criar uma base onde as conclusões e recomendações serão materializadas no Relatório Final.

Existem ainda os relatórios técnicos:

**ISO TR 14047** – Exemplos para a aplicação da ISO 14042

**ISO TS14048** – Formato da apresentação de dados

ISO TR 14049 – Exemplos de aplicação da ISO 14041 para definição de objetivos e escopo e análise de inventário.

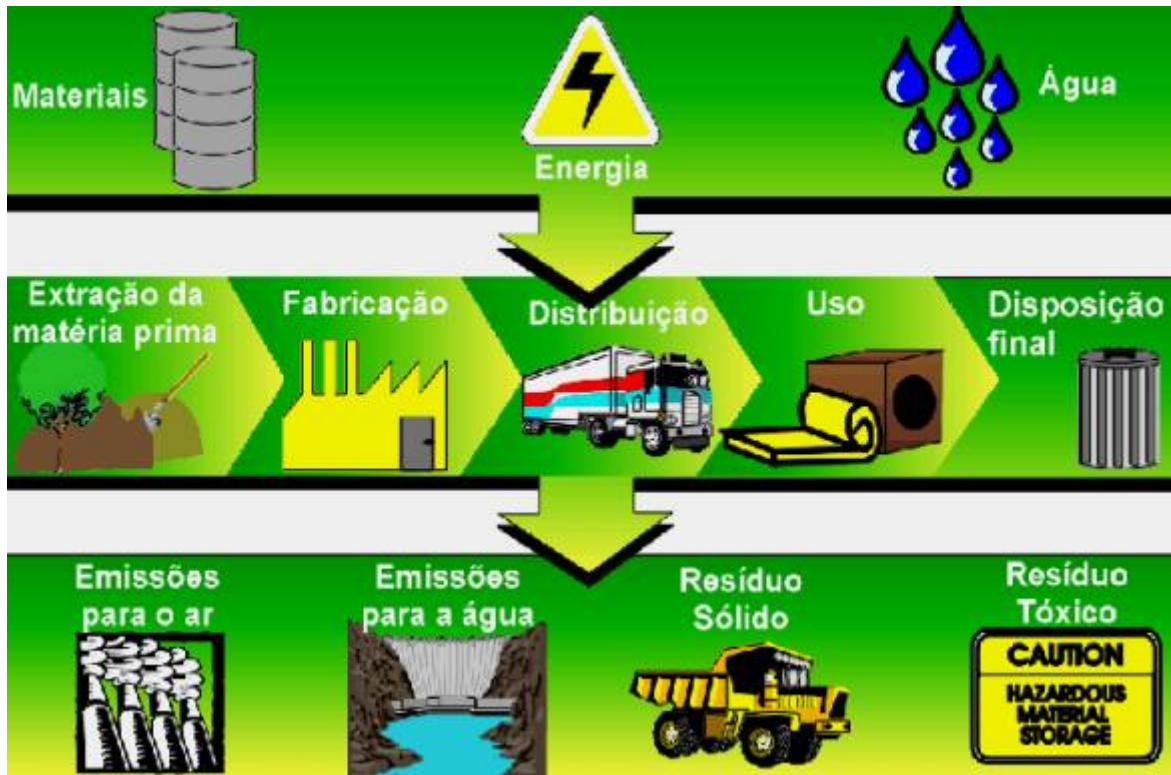


Figura 2 – Ciclo de Vida de um Produto

#### As 4 Fases da ACV

As principais etapas de um estudo de ACV estão representadas na Figura 3.

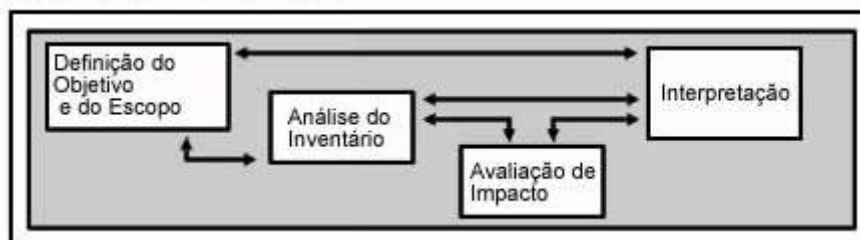


Figura 3 – As 4 fases da Análise do Ciclo de Vida [5]

#### 1. Definição do Objetivo e Escopo

Nessa fase, a razão principal para a condução do estudo, sua abrangência e limites, a unidade funcional, a metodologia e os procedimentos considerados necessários para a garantia da qualidade do estudo e que deverão ser adotados são definidos.

## **2. Análise de Inventário**

É a fase que contempla o levantamento, a compilação e a quantificação das entradas e saídas de um determinado sistema em termos de energia, recursos naturais e emissões para água, terra e ar, considerando as categorias de impacto e as fronteiras definidas, com resultados ponderados pela unidade funcional.

## **3. Avaliação de Impacto**

Etapa onde se procura entender e avaliar a intensidade e o significado das alterações potenciais sobre o meio ambiente associado ao consumo de recursos naturais e de energia e da emissão de substâncias, relativas ao ciclo de vida do produto em estudo.

As principais categorias de impactos são: consumo de recursos naturais; consumo de energia; efeito estufa; acidificação; toxicidade humana; eutrofização; redução da camada de ozônio.

## **4. Interpretação**

Nesta fase, os resultados da Análise de Inventário e/ou da Avaliação de Impacto são relacionados ao objetivo e ao escopo do estudo para chegar às conclusões e recomendações aos tomadores de decisão.

## **DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES**

Com os dados obtidos pela ACV é possível determinar a quantidade de recursos naturais necessários, o consumo de energia e os resíduos gerados no processo. Alguns trabalhos tratam a ACV como uma técnica de análise de recursos e perfis ambientais dos produtos utilizada para avaliação e tomada de decisão em nível de gerência, visando a melhoria da qualidade do produto e a conservação do meio ambiente.

De uma forma geral dois objetivos podem ser considerados principais na Análise do Ciclo de Vida de Produtos. O primeiro é determinar quais são as matérias-primas utilizadas e as emissões geradas durante o ciclo de vida do produto estudado. O segundo é determinar quais são os impactos das emissões e do consumo das matérias-primas sobre o meio ambiente.

A ACV é uma metodologia importante por se constituir em uma ferramenta que trata com clareza e objetividade de questões ambientais complexas, tais como:

- Gerenciamento de recursos naturais: A realização de estudos de ACV de vários setores importantes como o da geração de energia elétrica, produção de álcool, gasolina, água tratada, papelão, automobilístico, fornece bases de dados característicos de cada setor, sendo de grande auxílio ao governo do país para melhor gerenciamento de seus recursos naturais, como as reservas naturais, por exemplo.
- Identificação de pontos críticos: Como exemplo, pode-se citar um estudo de ACV verificou que 85% do consumo da energia primária ocorriam na fase de uso do trator, devido ao consumo de mais de 11 ton de óleo diesel, durante sua vida útil, uma vez

que, geralmente a emissão de CO<sub>2</sub> é determinada pela quantidade de combustível consumido, a etapa de uso era a fase dominante em emissão de CO<sub>2</sub>.

- Otimização de sistemas de produtos: A ACV pode ser útil tanto no desenvolvimento de um novo serviço ou produto, quanto na otimização dos mesmos, por meio da implementação de melhorias na busca de um melhor desempenho, tanto ambiental quanto econômico, uma vez que a redução de desperdícios também resulta em lucros financeiros.

## **CONCLUSÃO**

Com relação a metodologia de estudo da Análise do Ciclo de Vida, verifica-se que a coleta de dados é bastante complexa e demanda tempo para análise e compreensão. Além disso, cabe salientar que os resultados alcançados refletem a realidade das indústrias em que foram coletados os dados e das regiões onde elas estão localizadas.

Por fim, vale ressaltar que a Análise do Ciclo de Vida é um assunto que deve ser cada vez mais estudado e discutido, pois desempenha um papel fundamental para o conhecimento dos processos, redução dos impactos ambientais e melhoria dos processos industriais, visando a proteção do meio ambiente e a melhoria da qualidade de vida da população.

Para o meio ambiente, *quanto menos melhor*, todos os esforços e investimentos devem procurar reduzir a necessidade de recursos naturais e de energia e minimizar, ou se possível eliminar, as fontes de emissão.

## **REFERÊNCIAS**

1. CEMPRES – Compromisso Empresarial para Reciclagem. **CEMPRES - Informativo Técnico**, Número 79, Jan. / Fev. 2005.
2. CHEHEBE, J.R.B. **Análise do ciclo de vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998. 104 p.
3. GARCIA, E.E.C. **Desenvolvimento de Embalagem e Meio Ambiente**. Brasil Pak Trends 2005: Embalagem, Distribuição e Consumo. Campinas: CETEA-ITAL, 2002. P. 81-99.
4. KNIGHT, A.; WOLFE, J.; POON, J. **Life cycle assessment**. Toronto: ICF Kaiser Canadá, 1996. 35 p.
5. MOURAD, A.N., GARCIA, E.E.C., VILHENA, A. **Avaliação do Ciclo de Vida: princípios e aplicações**. Campinas: CETEA/ITAL, 2002. 92 p.
6. PRE CONSULTANTS BV. **What is LCA**. [online]. Disponível na Internet via [http://www.pre.nl/life\\_cycle\\_assesment](http://www.pre.nl/life_cycle_assesment) Arquivo capturado em 27 de novembro de 2004.
7. TAVARES, A.; JOFRE, E. **Análise do ciclo de vida de um produto**. [online]. Disponível na Internet via <http://gasa3.dcea.fct.unl.pt/assa/projectos/assa1998/assa04> Arquivo capturado em 01 de outubro de 2000.

8. TIBOR, T; FELDMAN, I. **ISO 14000: a guide to the new environmental management standards.** Chicago: Irwin Professional Publishing, 1990. P.131-150.