

CAPÍTULO 5

ACV – ANÁLISE DE CICLO DE VIDA

Clarissa Campos Meira
Asher Kiperstok

Universidade Federal da Bahia • UFBA • MEAU
Universidade Federal da Bahia • UFBA • TECLIM

“ Guiados por um novo paradigma, os homens de ciência adotam novos instrumentos e orientam seus olhares em novas direções. ”

T. S. Kuhn

No contexto da Prevenção da Poluição surge a necessidade de instrumentos novos para avaliação do impacto ambiental de produtos que permitam a indicação de medidas que possam agregar valor econômico aos setores produtivos. Deve-se considerar que os instrumentos atualmente utilizados para avaliação de impacto ambiental tendem a induzir a adoção de medidas chamadas de fim-de-tubo que, normalmente, acrescentam custos à produção.

A Análise de Ciclo de Vida (ACV) é um dos instrumentos que desponta como indispensável para apoiar a implementação de propostas de ecoeficiência. Sua efetiva implementação no futuro dependerá da existência de bancos de dados devidamente aparelhados.

Segundo Chehebe (1998), a Análise de Ciclo de Vida surgiu em 1965, num estudo custeado pela Coca-Cola, para avaliar de forma comparativa os diferentes tipos de embalagens de refrigerantes. O objetivo final do estudo era concluir qual das embalagens tinha a menor carga ambiental associada. O processo de quantificação da utilização de recursos naturais e dos índices de emissão utilizados pela Coca-Cola nesse estudo, inicialmente, tornou-se conhecido como REPA (Resource and Environmental Profile Analysis), e depois evoluiu para o que hoje conhecemos como ACV.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar ao aluno a ferramenta Análise de Ciclo de Vida.
- Avaliar os benefícios associados ao uso da ferramenta.
- Descrever e discutir a metodologia utilizada na aplicação de ACV.

No entanto, muitos autores apontam para a SETAC (Sociedade para Toxicologia e Química Ambiental) como a instituição onde se desenvolveu a metodologia de Análise de Ciclo de Vida. “A definição e descrição de como deve ser feita a Análise de Ciclo de Vida de um produto foi desenvolvida internacionalmente pela Sociedade para Toxicologia e Química Ambiental (...)” (Shen, 1995)

Desde 1989 diversos seminários internacionais têm sido promovidos para consolidar os avanços deste instrumento. Rydberg (1996) faz uma revisão de autores e momentos da evolução da ACV.

A ACV é um instrumento recente e vem melhorando continuamente. Cada vez mais análises com grau de complexidade maior são efetuadas. Segundo comentário dos autores Graedel e Allenby (1995), naquela época as Análises de Ciclo de Vida estavam em sua *infância*, tendo muita coisa mudado de lá para cá. A perspectiva é que pela sua própria essência e pelas tendências econômicas e ambientais do mundo atual os estudos de ACV deverão ter um caráter global.

5.1 O QUE É ACV?

Normalmente quando se quer falar sobre Análise de Ciclo de Vida utiliza-se a sigla ACV. Mas você também pode ouvir por aí:

“Através de uma **LCA** a empresa **Z** constatou que seu produto gera maior impacto ambiental na fase em que ele está sendo utilizado pelo consumidor e não no seu processamento, como se esperava (...)”, ou:

“(...) Fizeram uma **LCA** comparativa de dois produtos e concluíram que, apesar de o produto **X** consumir mais matéria-prima na sua fabricação, a disposição final do produto **Y** contamina o lençol freático com uma substância de difícil tratamento (...)”

Como quase toda a literatura sobre Análise de Ciclo de Vida ainda é em inglês, vocês podem ouvir pessoas se referirem à ACV como LCA, isto é, Life Cycle Analysis.

Segundo a SETAC (Sociedade para Toxicologia e Química Ambiental): “Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) é um processo objetivo para avaliar os encargos ambientais associados com um produto, processo ou atividade com base na identificação e quantificação da energia e materiais usados e dos resíduos emitidos para o meio ambiente, de forma a avaliar o impacto do uso desta energia e materiais e as emissões para o meio ambiente, assim como avaliar e implementar oportunidades que redundem em melhorias ambientais. A avaliação inclui o ciclo de vida completo do produto, processo ou atividade, englobando a extração e processamento de matérias-primas, fabricação, transporte e distribuição, uso e reuso, manutenção, reciclagem e disposição final.” (Shen, 1995)

Uma ACV aborda os impactos ambientais relativos à saúde humana (ela não envolve análise sobre os recursos humanos, apenas avalia os impactos sobre o homem), aos sistemas ecológicos e depreciação de recursos. A ACV não tem como propósito avaliar os efeitos econômicos ou sociais (Lindfors, 1995).

Dessa forma, saímos dos limites da indústria e fazemos uma análise mais ampla, completa, que nos permitirá identificar onde e em que momento determinado produto representa maior risco ambiental, e desse modo identificamos oportunidades de mudanças que levem a melhorias ambientais. A ACV foi concebida, principalmente, como um instrumento de mudança e não apenas de avaliação.

A frase clássica sobre ACV, que de fato é uma ótima definição do conceito, é: analisar a vida do produto “do berço ao túmulo”, ou, melhor ainda, “do berço à reencarnação”.

Lembrando!

Aliás, os “túmulos” estão ficando realmente saturados!

Há um limite na capacidade de absorção do solo, do ar e da água.

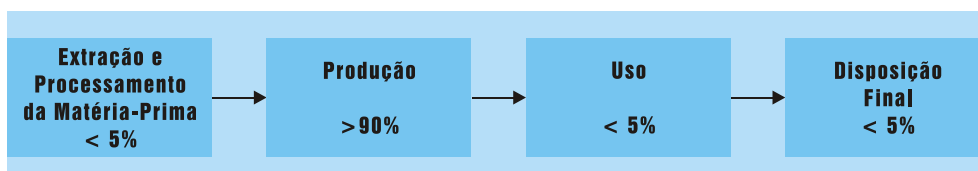
5.2 ALGUNS EXEMPLOS ILUSTRATIVOS

Para esclarecer melhor o conceito, observe os seguintes exemplos:

- Imagine um proprietário de uma rede de *shopping centers* que decida avaliar que contribuições sua empresa pode dar para a preservação do meio ambiente. Após visitar vários de seus *shoppings*, ele percebe que o consumo total de toalhas de papel em todos os banheiros gera um volume considerável de resíduos e decide, então, reduzir esse impacto ambiental.

A solução lhe parece óbvia: retornar ao método convencional e substituir as toalhas de papel por toalhas de pano. Analisando, no entanto, um pouco mais o assunto, ele percebe que ao tomar tal decisão estará, na realidade, simplesmente realizando uma transferência de problema. Reduzirá, sem dúvida, o desperdício de papel nos banheiros, mas fará ao mesmo tempo crescer, através das repetidas lavagens das toalhas de pano, um outro tipo de contaminação: aumentará o consumo de detergentes, de água (O DOBRO!), de energia (30%), a poluição das águas (86%), as emissões atmosféricas (40%) e outros tipos de poluição. Em outras palavras, ele estará transferindo a contaminação de um processo para outro (Chehebe, 1998).

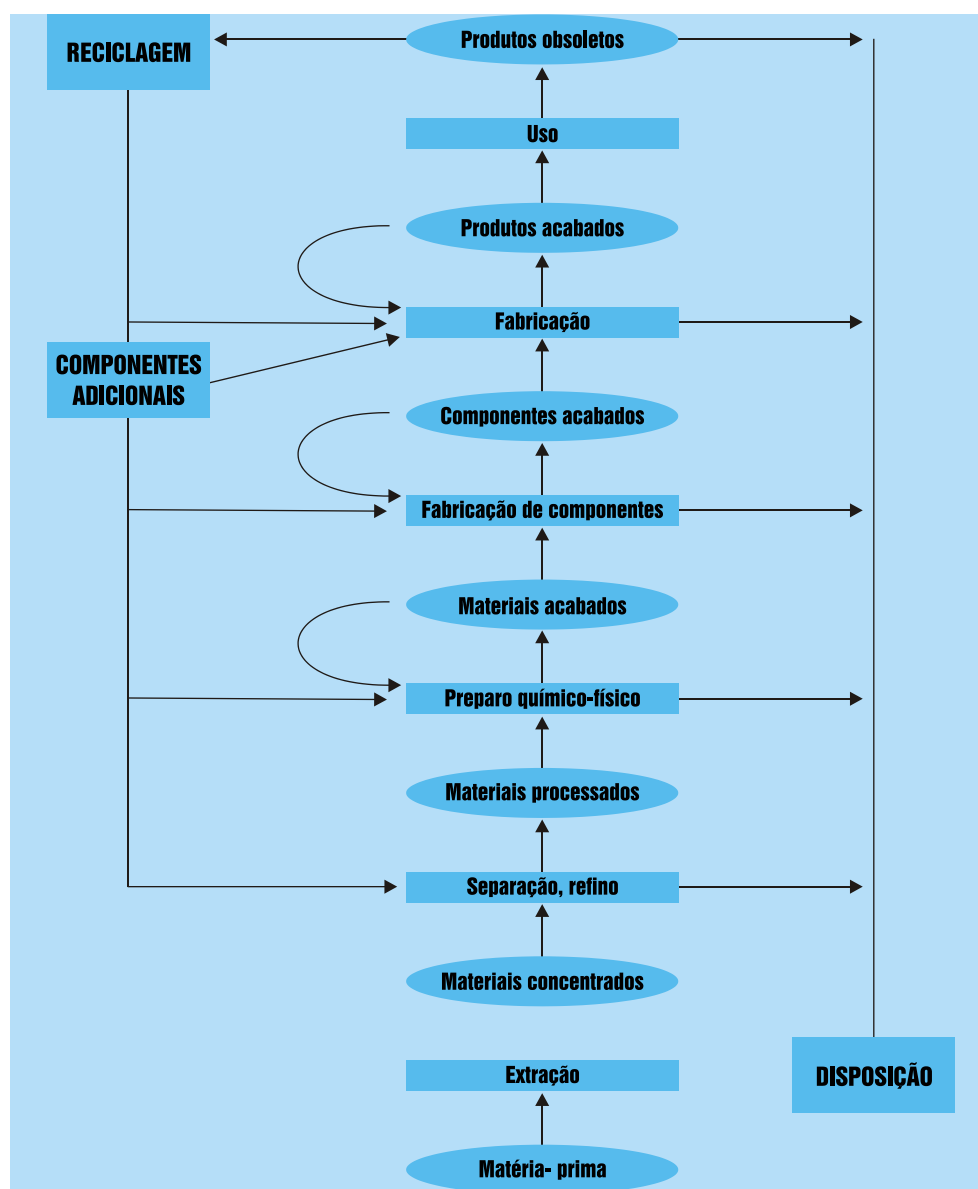
- Um outro estudo de ACV sobre a contribuição de determinado produto para a destruição da camada de ozônio apresentou os seguintes resultados:



Através da ACV foi possível identificar que o estágio mais impactante, e, portanto, onde devem ser concentrados os projetos de melhorias, é o do processamento do produto (Lindfors, 1995).

Mesmo tendo sido idealizado para subsidiar mudanças que levem a melhorias ambientais, a ACV pode ser usada para avaliar impactos que gerem reclamações usuais, para a definição de critérios para outorga de selos verdes, para identificar informações necessárias para cobrir lacunas do conhecimento ou projetar um novo produto, com menores encargos ambientais.

Uma forma esquemática de representar o fluxo de materiais de um produto qualquer encontra-se na Figura 5.1:



Fonte: Graedel e Allenby, 1995.

FIGURA 5.1 – FLUXO DE MATERIAL, CICLO TOTAL

5.3 FASES DA ACV

De modo geral, a literatura a respeito de ACV subdivide a análise nas seguintes fases:

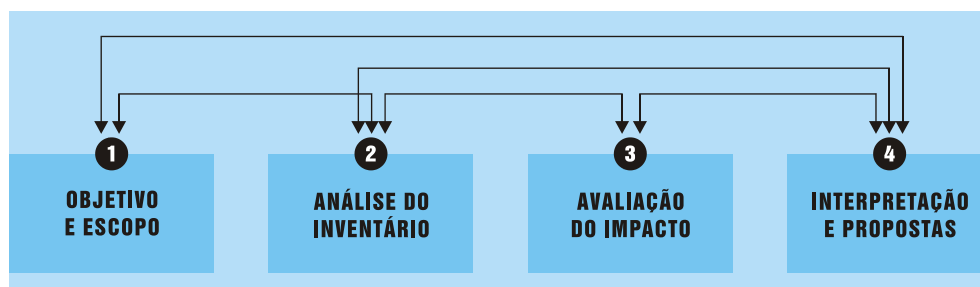


FIGURA 5.2 – FASES DA ACV

As setas no diagrama indicam que uma fase pode influenciar na outra, de modo que o que ficou inicialmente estabelecido pode ser modificado ao longo do estudo. Portanto, as definições iniciais têm caráter preliminar, podendo se cumprir ou não.

OBJETIVO E ESCOPO

Uma Análise de Ciclo de Vida deve ser abrangente, mas não pode ser superficial. Isto é, deve considerar todas as etapas da vida do produto, processo ou atividade, mas não pode deixar de se aprofundar no que se refere às informações mais importantes.

De modo geral, podemos dizer que as maiores limitações para a realização de uma ACV são: dificuldades práticas como coleta de dados em campo, tempo, acesso aos dados, custos, entre outras. Quanto mais ampla e mais detalhada a ACV, mais complexa, cara e demorada ela se torna. Por isso devem ser estabelecidos os objetivos do estudo, os limites da abordagem e a unidade funcional que servirá de referência para o trabalho.

Objetivos

Para podermos delimitar a ACV e torná-la exeqüível, e ao mesmo tempo proveitosa, é fundamental ter o objetivo do estudo muito claro ao longo de todo o processo. Isso permitirá delimitar os esforços necessários.

Muitas vezes o estudo é feito apenas para identificar as etapas que correspondem a um *maior* impacto ambiental ou, ainda, poder fazer-se uma análise somente *qualitativa*, em função da dificuldade de se obter os dados necessários para uma análise quantitativa.

Um objetivo muito comum de uma Análise de Ciclo de Vida é o de, ao final do estudo, ter reunido uma série de informações e parâmetros que irão auxiliar no projeto de um novo produto. A idéia é que no projeto sejam tomadas medidas que minorem os encargos ambientais identificados no produto estudado. É o que se chama DfE – Design for Environment (Projeto para o Ambiente), que utiliza a ACV como ferramenta básica.

Outras metas comuns num estudo de Análise de Ciclo de Vida são: melhoria dos produtos para obtenção de selo verde, minimização de impactos ambientais conhecidos, identificação de pontos que devem ser pesquisados com maior profundidade, identificação das atividades causadoras dos maiores impactos, entre outras.

Limites

Estabelecido o objetivo, deve-se identificar qual o limite do sistema, ou seja, quais processos serão analisados e, dentro dos processos, quais insumos, matérias-primas, formas de energia e de resíduos serão levados em consideração. O critério é que na definição dos limites sejam levados em consideração os itens mais importantes, os que representam maior custo ambiental. Podem ser selecionados, também, os de maior presença na composição do custo final.

Lembrando!

Os limites e objetivos estabelecidos inicialmente não são rígidos, podendo ser modificados ao longo do estudo, em função das dificuldades ou facilidades encontradas.

Para se definir os limites do sistema, aí vão algumas dicas!

Segundo Chehebe (1998), deve-se observar:

- as aplicações pretendidas do estudo;
- as hipóteses realizadas;

- a definição dos critérios de corte;
- as restrições quanto aos dados, às despesas e ao tempo disponível;
- a audiência pretendida.

Para o estabelecimento dos limites, os critérios devem ser identificados e claramente justificados no escopo, de forma a se estabelecer a própria validade do estudo.

Atenção!

Toda ACV deve ser feita com completa transparência. Qualquer decisão de omitir um determinado estágio, processo ou corrente de entrada ou saída deve ser citada, e o motivo da omissão devidamente explicado para garantir credibilidade ao processo e orientar as decisões que possam ser tomadas a partir dele.

Algumas etapas que dificilmente são descartadas na definição dos limites são:

- uso de combustíveis, eletricidade e calor;
- aquisição primária de energia e o processamento do combustível para uma forma utilizável;
- etapa de uso dos produtos;
- disposição final dos resíduos do processo ou produto;
- reuso, reciclagem e recuperação de energia;
- transporte e embalagens.

Atenção!

Você deve concentrar-se nos processos que reconhecidamente geram maiores impactos ambientais. Substâncias tóxicas são um prato cheio.

A Figura 5.3 representa esquematicamente os limites de uma ACV:

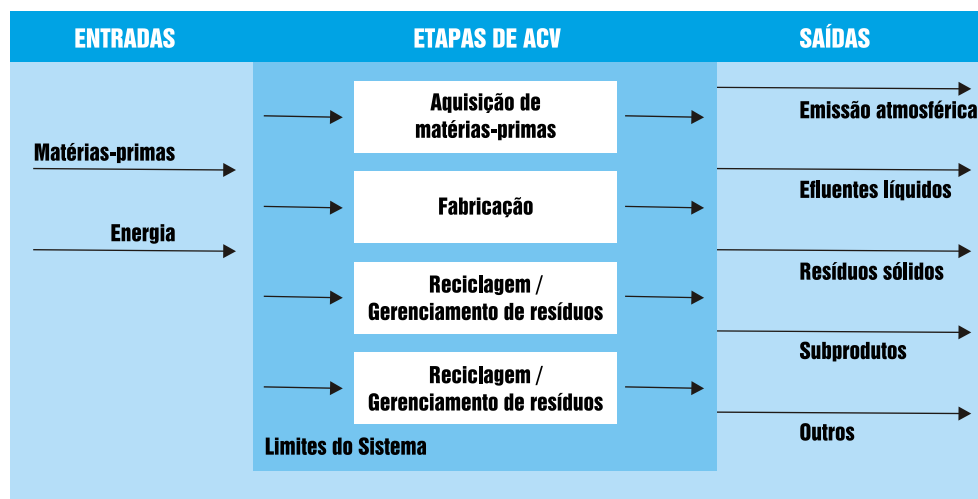


FIGURA 5.3 – DEFINIÇÃO DOS LIMITES DO SISTEMA (SHEN, 1995)

Nas bordas dos limites serão indicadas as entradas e saídas de materiais, insumos e energia.

De forma simplificada, a norma internacional ISO 14040 – Gestão Ambiental – Análise de Ciclo de Vida – princípios e estruturas, estabelece que o conteúdo mínimo do escopo de um estudo de ACV deve referir-se às suas três dimensões: onde iniciar e parar o estudo do ciclo de vida (a extensão da ACV), quantos e quais subsistemas incluir (a largura da ACV) e o nível de detalhes do estudo (a profundidade da ACV).

A Figura 5.4 mostra essas dimensões (Chehebe, 1998):

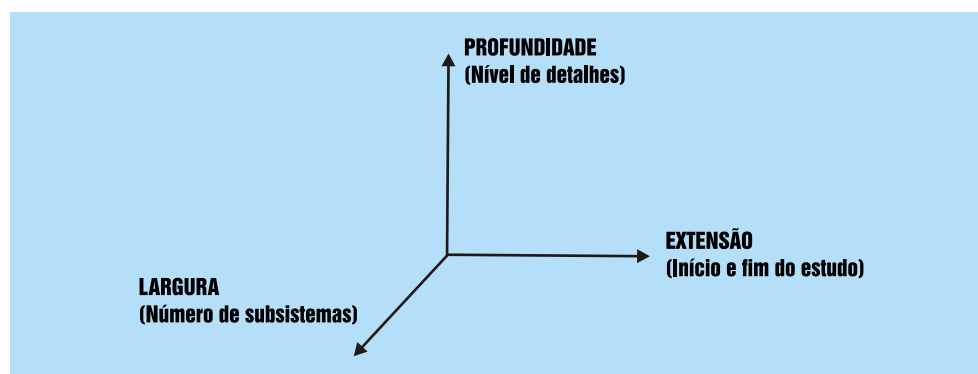


FIGURA 5.4 – DIMENSÕES DE UMA ACV (CHEHEBE, 1998)

Esses aspectos devem ser devidamente tratados, de forma a se ter uma resultante equilibrada, exequível e que atenda ao objetivo do estudo.

Observe o fluxo do polietileno e a definição das três dimensões na Figura 5.5:

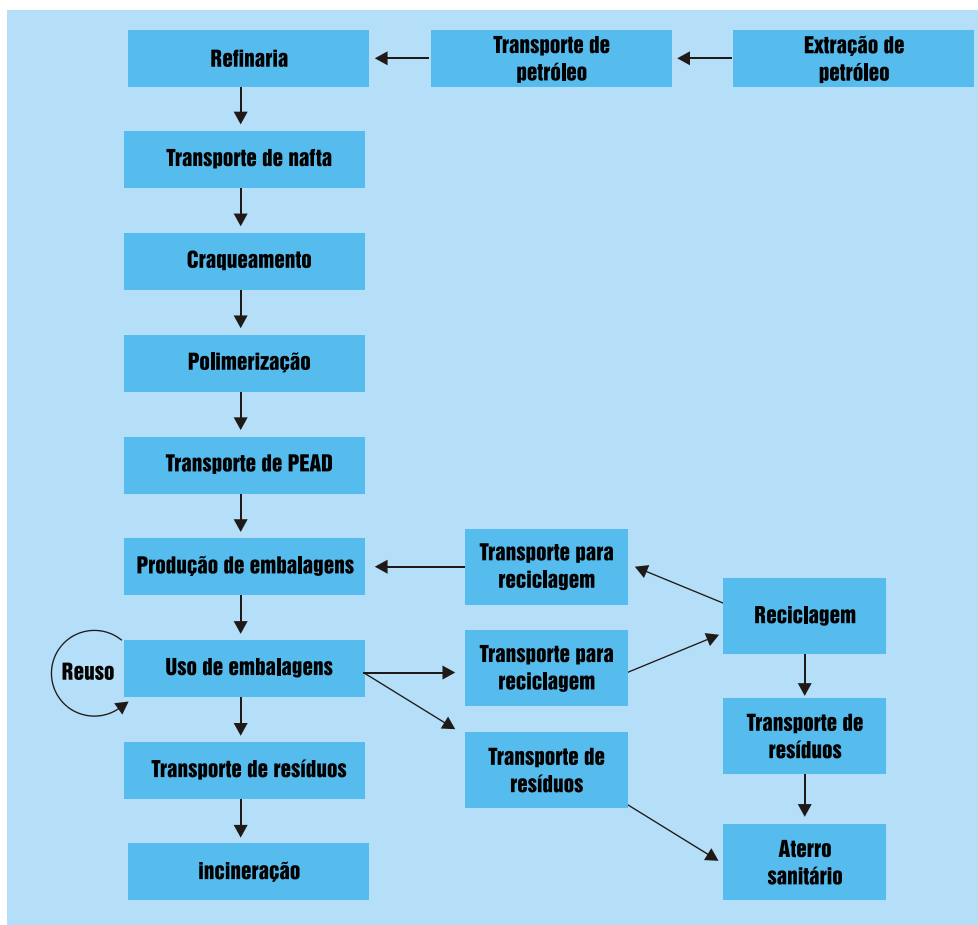


FIGURA 5.5 – CICLO DE VIDA DO POLIETILENO (RYDBERG, 1996)

No exemplo do polietileno da Figura 5.5 temos:

- A **extensão** do estudo vai desde a extração do petróleo até a disposição final no aterro. É o início e o fim.

- A **largura** representa os subsistemas, que vão ser analisados entre o início e o fim do estudo: fabricação de torres de exploração de petróleo, insumos para perfuração, combustíveis, pneus e lubrificantes para o transporte, etc.
- A **profundidade** se refere ao nível de detalhamento e precisão das informações a serem levantadas.

Dica!

Da série ISO 14000 – Norma Internacional de Sistema de Gestão Ambiental –, as que tratam de ACV são:

- **ISO 14040** – Gestão Ambiental – Análise de Ciclo de Vida – Princípios e estrutura.
- **ISO 14041** – Gestão Ambiental – Análise de Ciclo de Vida – Definição e escopo e análise do inventário.
- **ISO 14042** – Gestão Ambiental – Análise de Ciclo de Vida – Avaliação do impacto do ciclo de vida.
- **ISO 14043** – Gestão Ambiental – Análise de Ciclo de Vida – Interpretação do ciclo de vida.
- **ISO-TR-14047** – Gestão Ambiental – Avaliação de Ciclo de Vida – Exemplos para interpretação da ISO 14042.
- **ISO 14048** – Gestão Ambiental – Análise de Ciclo de Vida – Formato da apresentação dos dados.
- **ISO-TR-14049** – Gestão Ambiental – Análise de Ciclo de Vida – Exemplos para a aplicação da ISO 14041.

Ainda na fase de objetivo e escopo, até mesmo antes do estabelecimento dos limites, é importante fazer um fluxograma do processo para se ter uma idéia geral de todas as fases do ciclo de vida.

Por fim, uma vez que o objetivo do estudo esteja claro, é fundamental definir nesta fase da análise a unidade funcional. Para tanto, vale fazer algumas considerações para facilitar o entendimento da importância deste parâmetro numa ACV.

Tanto o impacto ambiental de um produto ou processo como os benefícios econômicos dele dependem do porte da produção e do seu desempenho produtivo, considerando-se também no nível do consumidor ou usuário. Por exemplo, se fizermos uma análise de ciclo de vida comparativa entre dois detergentes e concluirmos que o detergente A tem maior carga ambiental do que o detergente B, mas que no entanto o detergente A permite lavar 1,5 vez o número de pratos que o detergente B lava, isso pode reverter o critério de maior impacto ambiental.

Portanto, é indispensável identificar um parâmetro que permita correlacionar esses aspectos. Este parâmetro funcional ou funcionalidade serve para referenciar cada um dos aspectos estudados com a finalidade ou função do processo ou produto analisado. No caso de análises comparativas, a definição da funcionalidade é essencial, pois permite que sejam comparados produtos diferentes mas que se igualam na função que desempenham no caso de estudos comparativos.

Exemplos de unidades funcionais de alguns produtos ou processos:

Pneu	➡	Quilômetros rodados
Refino de petróleo	➡	Toneladas/ano de gasolina ou mistura de produtos
Garrafas PET	➡	Litros de bebida engarrafados
Detergente	➡	Número de pratos lavados por litro

A definição da funcionalidade permitirá que os parâmetros de impacto possam ser referidos a uma base única.

ANÁLISE DO INVENTÁRIO

Esta talvez seja a fase mais trabalhosa. Aqui devem ser levantados os dados necessários ao estudo. Todos os materiais e energia que entram e saem do sistema são levantados na forma de balanços de massa e energia. O que sai do sistema, ou de cada subsistema, um produto secundário comercializado, uma perda de energia, um resíduo gasoso, líquido ou sólido, disposto em aterro, reciclado, etc., deve ser aqui levantado. O mesmo vale para os insumos materiais e energéticos. É importante que os dados venham de fontes seguras. A qualidade das fontes utilizadas deve ser devidamente esclarecida.

Outra observação importante é que na fase de coleta deve-se observar se os dados obtidos provêm da região onde está sendo feito o estudo ou são compatíveis com as condições da região. Por exemplo, suponha que estivéssemos fazendo uma ACV de um refrigerador e quiséssemos obter dados relativos ao total de energia consumido durante sua fabricação. Ora, sabemos que há diversas fontes de energia – nuclear, hidroelétrica, etc. –, de modo que se os dados obtidos para uso de energia forem relativos a uma fonte energética diferente da que irá ser usada no processo, de que vão valer as informações? Os dados devem refletir, da melhor forma possível, as condições que irão ser encontradas no processo.

Como já foi ressaltado, a obtenção dos dados não é tão simples assim. A dificuldade de se obter dados é um dos principais responsáveis pela redefinição de objetivos e do escopo. Se a qualidade dos dados obtidos não for satisfatória para o cumprimento da meta inicialmente estabelecida, deve-se coletar dados adicionais, para melhorar a qualidade ou redefinir a meta e o escopo do estudo. Dados de menor qualidade levam a resultados que mesmo que possam ser utilizados para subsidiar decisões, seu alcance necessariamente será mais restrito.

Lindfors (1995) inclui entre as fontes de dados:

- Entrevistas com profissionais que tenham reconhecido conhecimento sobre o assunto;
- Companhias, indústrias que tenham em seus processos os elementos estudados;
- Normas técnicas;
- Fatores de emissão;
- Literatura técnica;
- Informações dentro das companhias, indústrias;
- Fornecedores;
- Bancos de dados prontos de Análise de Ciclo de Vida;
- *Software* de ACV.

Observe que os dados levantados devem ser normalizados com relação ao critério de funcionalidade, por exemplo: km/h por quilômetro rodado pelo pneu ou m³ de água por tonelada de polipropileno produzido.

Uma importante verificação ao final desta fase é que o inventário de cada um dos subsistemas somados deve se igualar ao inventário total do sistema. Tudo o que entra sai. Qualquer desvio deste princípio deve ser ressaltado e justificado.

Segundo Lindfors (1995), se a qualidade dos dados obtidos não for satisfatória para o cumprimento da meta inicialmente estabelecida, então pode-se:

1. Coletar dados adicionais para melhorar a qualidade. Se não for possível...
2. Redefinir a meta e o escopo do estudo. Se não for possível...
3. Abandonar o estudo. Largar tudo. Desistir!

AVALIAÇÃO DO IMPACTO

Neste ponto do estudo, já temos um levantamento de todos os dados: matérias-primas, insumos e energia, que entram e saem em cada uma das etapas, que fazem parte dos limites que estabelecemos para nosso sistema. Em alguns casos, essas informações serão quantitativas; e em outros, qualitativas.

Na fase anterior, os dados obtidos certamente permitiram observar que algumas fases do ciclo de vida contribuem de forma mais significativa do que outras na exaustão dos recursos naturais, nos impactos sobre a saúde humana e sobre o meio ambiente. Na fase de avaliação do impacto isso deve ser **validado** através de um estudo mais profundo.

Há muitas metodologias disponíveis para fazer a análise quantitativa/qualitativa que essa fase do estudo requer, como, por exemplo, metodologias de AIA, análises de risco, análises de melhorias técnicas e econômicas, entre outras.

As metodologias são geralmente muito detalhadas e complexas. A escolha vai depender dos objetivos estabelecidos na primeira fase do estudo. Esta norma recomenda que, seja qual for a metodologia escolhida, as seguintes etapas não podem deixar de ser consideradas:

Seleção e Definição das Categorias: Onde são identificados os grandes focos de preocupação ambiental, as categorias e os indicadores que o estudo utilizará (estes se relacionam a efeitos ou impactos ambientais conhecidos, efeitos tóxicos, aquecimento global, acidificação, saúde humana, exaustão dos recursos naturais, etc.). As categorias devem ser estabelecidas com base no conhecimento científico dos processos e mecanismos ambientais. Como isso nem sempre é possível, admite-se que, em alguns casos muito específicos, o julgamento de valores possa substituir parte do conhecimento científico.

Classificação: Onde os dados do inventário são classificados e agrupados nas diversas categorias, anteriormente identificadas. A atribuição adequada é crucial nesses casos para a relevância e validade da avaliação do impacto.

Caracterização: Onde os dados do inventário atribuídos a uma determinada categoria são modelados, para que os resultados possam ser expressos na forma de um indicador numérico para aquela categoria. Pontos a serem observados:

- o indicador de categoria representa a carga total ambiental ou a significância do uso dos recursos naturais especificada para a categoria, após a conversão e a agregação dos dados do inventário atribuídos à mesma;
- para a conversão dos dados do inventário deve-se dar preferência à utilização de fatores de equivalência baseados em conhecimentos científicos e universalmente aplicáveis. Os fatores de equivalência são também chamados de fatores de caracterização. Os fatores científicos de caracterização nem sempre podem ser obtidos. Se o julgamento de valores for utilizado em substituição aos fatores de caracterização em estudos dentro das organizações, os resultados dos indicadores devem ser identificados na forma de uma escala de valores;
- juntos, os resultados dos indicadores representam um perfil de emissão e utilização de recursos naturais para o sistema. (ISO 14042, 1997, apud Chehebe, 1998)

INTERPRETAÇÃO E PROPOSTAS

Nesta etapa, segundo Chehebe (1998), deve-se:

- analisar os resultados obtidos nas duas fases anteriores;
- tirar conclusões compatíveis com os objetivos estabelecidos;
- explicar as limitações do estudo;
- identificar oportunidades de melhoria de acordo com o objetivo.

As melhorias podem se dar através de mudanças no processo de manufatura, em um novo *design* para o produto, em mudanças de matérias-primas, na forma de uso e descarte do produto, enfim, podem ser identificadas melhorias ao longo de todo o ciclo analisado.

Aqui também pode ser indicada a forma como o estudo pode ser aperfeiçoado, com indicação do uso de outras ferramentas, ou pesquisa relativa a determinado tema, enfim, é feita uma avaliação crítica do próprio estudo, indicando caminhos para aperfeiçoá-lo.

São essas, enfim, as quatro fases de estudo de uma ACV. Essa divisão pode variar um pouco de autor para autor, mas os conteúdos são similares.

5.4 ACV PARA IDENTIFICAÇÃO DE QUESTÕES-CHAVE

Nem todas as Análises de Ciclo de Vida cumprem necessariamente as quatro fases anteriormente descritas. Muitas análises são efetivadas apenas para se identificar as questões ambientais principais, ou questões-chave.

Uma ACV como essa pode ser extremamente útil para identificar questões como:

- Uma categoria de impactos dominante;
- Um estágio dominante no ciclo de vida;
- Uma lacuna nos dados ou no conhecimento.

(Lindfors, 1995)

Neste caso, trabalha-se basicamente com informações qualitativas. Informações quantitativas são utilizadas para comparar a importância de processos, correntes de insumos e resíduos e impactos ambientais.

5.5 ANÁLISES COMPARATIVAS

Além da Análise do Ciclo de Vida de um único produto, processo ou serviço, há uma outra forma típica de ACV. É a ACV comparativa.

Através de uma análise comparativa entre dois produtos é possível identificar as maiores diferenças nos impactos ambientais potenciais das duas alternativas, para ver qual delas é menos agressiva ao ambiente.

Atenção!

Neste caso, os produtos têm que atender ao mesmo propósito. Têm que ter a mesma funcionalidade, a mesma utilidade. Não importa se um deles é feito de metal e o outro de plástico, por exemplo. Portanto, não estará se comparando bananas com laranjas, pois o importante é comparar o impacto ambiental final que cada um deles causa, por unidade funcional.

Os resultados de um estudo como esse podem ser:

- Comparar as maiores diferenças dos impactos ambientais potenciais entre os sistemas;
- Selecionar os tipos de impactos causados por um sistema, que são candidatos em potencial a melhorias, quando comparados com um sistema de referência;
- Avaliar as opções ambientais potenciais dadas pela escolha entre as diferentes alternativas, isto é, identificando os benefícios ambientais de determinada alternativa;
- Identificar as categorias de impactos que não são significativamente afetadas pela escolha entre as alternativas.

Como já foi dito, uma Análise de Ciclo de Vida pode ser muito trabalhosa se não forem excluídas as partes menos importantes. No caso de uma análise comparativa, pode-se imediatamente descartar do estudo os impactos equivalentes entre os dois produtos. Só tem sentido comparar efeitos ambientais se pudermos optar pelos menos impactantes.

5.6 ALGUMAS APLICAÇÕES DE ANÁLISE DE CICLO DE VIDA

A seguir são apresentados dois estudos de Análise de Ciclo de Vida, do **Café** e do **Vidro**, ambos realizados pela Universidade dos Andes, Colômbia. Para sua realização foi utilizado um *software* especializado em ACV, o SimaPro. Segundo Hoof, autor do documento que relata os dois exemplos, “o SimaPro é o software mais utilizado no mundo, principalmente na Colômbia”, onde se realizaram os estudos.

Estudo 1 - Análise de Ciclo de Vida: Café

Referência: Bart van Hoof – Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y su aplicación en Colombia. Santa Fé de Bogotá, maio de 2000.

Descrição do projeto

- Empresa: uma região de cafeicultura na Colômbia.
- Produto: café tradicional, tostado e moído.
- Pesquisador: Universidade dos Andes. Carlos Francisco Pareja.

Objetivo da empresa com o estudo

A associação dos cafeicultores tem entre os seus objetivos, incentivar a investigação científica em áreas que possam contribuir para melhorar a qualidade do café, que permitam também um aumento de produtividade e receita aos seus associados, levando sempre em consideração o fator ambiental. Adicionalmente, o estudo de Análise de Ciclo de Vida ajuda a comparar os cafés orgânicos com relação aos tradicionais, dando diretrizes para melhorias de mercado e direcionamento de produtos.

Unidade Funcional

Para o estudo adotou-se como unidade funcional 100kg de café tostado e moído, disposto em um supermercado de Bogotá, em unidades de 500g, empacotado em sacos de polipropileno metalizado. No estudo foram analisadas as etapas de cultivo, beneficiamento tradicional e também ecológico, processamento industrial e distribuição.

Resultados

Foi estudada a produção de dois tipos de café: o café tradicional e o café orgânico com beneficiamento ambiental. Ambos os produtos têm como processos similares a parte industrial e de transporte, e determinando um impacto comparativo temos que o café do processo tradicional tem maior impacto sobre o meio ambiente que o orgânico.

A diferença da “*ecopontuação*” do orgânico em relação ao tradicional chega a ser maior em 600%. Uma vez que o café orgânico tem um público bastante reduzido devido aos altos custos envolvidos, decidiu-se analisar em que ponto do ciclo de vida do café tradicional era prioritário trabalhar.

Segundo o estudo, as prioridades citadas anteriormente encontram-se nas fases de cultivo e beneficiamento. Isso nos ajuda a determinar de maneira preliminar que fatores ou que fases são prioritárias para melhorar o perfil ambiental do produto.

Estudando essas duas fases percebemos que na fase de cultivo a utilização de pesticidas, fungicidas e herbicidas é o fator que determina a alta pontuação desta etapa. Essas substâncias apresentam um impacto considerável devido à periculosidade para a saúde humana e de algumas espécies. O segundo problema encontra-se na eutrofização da água, que é causada pela grande quantidade de nutrientes e sólidos em suspensão gerada no processo e lançada normalmente em corpos d’água.

No processo industrial, a etapa de tostar é responsável pela principal causa do problema de acidificação nas diferentes emissões atmosféricas decorrentes da combustão. Dado o grande volume de produção nesta fase, a carga por unidade funcional é mínima.

Através do estudo fica claro que o maior impacto é o causado pelo uso de pesticidas na etapa de produção do cultivo. Para o estudo, foi considerado um período de cinco anos. Nessa análise deve-se destacar que a terra foi identificada como insumo, não tendo sido considerado como prioritário, pois não representa maior impacto.

No detalhamento da fase de beneficiamento úmido, segundo os dados do inventário, a maior contribuição para eutrofização encontra-se na fase de remoção da polpa. Nessa fase, a quantidade de nutrientes emitida para a água é considerável.

Conclusões

Da Análise de Ciclo de Vida (ACV) realizada chegou-se às seguintes conclusões:

- As tendências de mercado para o consumo de café orgânico não só são benéficas do ponto de vista econômico, mas também do ponto de vista ecológico, tal como mostram os resultados.
- No ciclo de vida do café tradicional, as fases de cultivo e beneficiamento são aquelas em que se devem concentrar as melhorias.
- Os esforços que se realizam atualmente para alcançar menor consumo de água no beneficiamento do café são apropriados.
- Não são prioritários os efeitos derivados do transporte e do empacotamento, em que pese este ser é um resíduo sólido.
- A médio prazo poderia se pensar na utilização de combustíveis alternativos para a fase de tostar o café, e dessa maneira buscar diminuir as emissões atmosféricas devido à combustão.

Estudo 2 - Análise de Ciclo de Vida: Vidro

Referência: Bart van Hoof – Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y su aplicación en Colombia. Santa Fé de Bogotá, maio de 2000.

Descrição do projeto

- Empresa: uma empresa de produção de vidro.
- Produto: garrafas de vidro.
- Pesquisadores: Universidade dos Andes. Mauricio Aponte, Magola Torres, Medardo Barrios e Guillermo Zarco.

Objetivo da empresa com o estudo

A empresa busca, mediante este projeto, adquirir argumentos válidos em relação aos impactos ambientais da garrafa de vidro retornável e a não retornável, permitindo, assim, uma orientação nas suas estratégias de mercado e produção, tendo como base o suporte técnico dos resultados analisados através do ciclo de vida dos produtos em questão.

Unidade de análise

Foi definida, em conjunto com os empregados da empresa, a unidade funcional de 100 litros de cerveja, engarrafados e empacotados, e postos no supermercado, para cada um dos seguintes produtos:

- Garrafa retornável de 300cm³ para cerveja, de cor âmbar (210g).
- Garrafa não retornável de 300cm³ para cerveja, cor âmbar (190g).

Resultados

De acordo com a “*ecopontuação*” obtida para os ciclos de vida de cada uma das garrafas, a garrafa não retornável contribui consideravelmente mais para os problemas ambientais do que a garrafa retornável. A razão principal é a economia de recursos em matérias-primas na produção da garrafa retornável, por causa do uso repetitivo ao longo de sua vida útil.

Segundo as “*ecopontuações*” obtidas para cada fase do ciclo de vida das garrafas, a fase de matérias-primas da garrafa não retornável contribui consideravelmente mais para os problemas ambientais do que as outras fases da mesma garrafa; e seguem nessa ordem as fases de produção, transporte, uso e reciclagem. Para a garrafa retornável, a ordem de contribuição é transporte e uso, matérias-primas, produção e reciclagem. Os resultados indicam que as fases de matéria-prima e produção da garrafa não retornável aportam consideravelmente mais aos problemas ambientais do que as mesmas fases da garrafa retornável, e ocorre o contrário para as fases de transporte, uso e reciclagem.

O estudo indica que o maior problema ambiental ocasionado no ciclo de vida da garrafa não retornável é a acidificação. Este problema surge, principalmente, no processo do segundo forno, na fase de produção; as principais emissões geradas no ciclo de vida que conduzem a este problema são NO_x e SO₂, pela utilização de combustíveis fósseis.

O maior problema ambiental ocasionado pelo ciclo de vida da garrafa retornável são os compostos cancerígenos. Este problema surge, principalmente, no processo de lavagem e enchimento, nas fases de transporte e uso; o principal componente no ciclo de vida que conduz a este problema é o níquel no ar.

O maior problema ocasionado pela fase de matérias-primas do ciclo de vida de ambas as garrafas são os metais pesados. Este problema surge, principalmente, no processo de obtenção do casco, e o principal componente no ciclo de vida que conduz a este problema é o nível de chumbo dissolvido na água que é utilizada na lavagem.

Conclusões a que se chegou neste estudo:

- O melhor produto em nível ambiental é a garrafa retornável.
- Não se pode concluir sobre a vantagem ou prejuízo de uma troca na composição das matérias-primas do casco, porque não foi levado em conta o possível benefício ou prejuízo que traria um aumento ou diminuição da reciclagem do vidro como resposta ao aumento ou diminuição de sua demanda. Dessa forma, se faz necessária uma análise mais profunda deste aspecto para que seja superado este aspecto limitante do estudo.
- Recomenda-se seguir adiante com o processo de substituir o óleo combustível utilizado no segundo forno por gás natural.

FECHAMENTO

Apresentamos neste capítulo a Análise de Ciclo de Vida de produtos e processos como uma nova estratégia ambiental para fazer frente à crescente exaustão dos recursos naturais e aos impactos ambientais. Esta ferramenta é considerada como uma alternativa pró-ativa na defesa do meio ambiente, podendo contribuir para aumentar a competitividade da empresa que a adota.

Fizemos, ao longo desta etapa de aprendizado, uma abordagem conceitual da ferramenta e tentamos passar uma idéia de como aplicar o conhecimento de ACV na prática. Apontamos também as dificuldades normalmente encontradas na realização de uma ACV e algumas possíveis formas de superá-las. Procuramos demonstrar que esta ferramenta permite, através de sua estrutura, calcular quantitativamente o perfil ambiental de um produto, processo ou serviço.

Vimos ainda neste capítulo que a ferramenta Análise de Ciclo de Vida é relativamente nova. Portanto, podemos concluir que muitos aspectos aqui abordados tendem a ser aprimorados e desenvolvidos mais detalhadamente numa velocidade muito rápida num futuro próximo, uma vez que as exigências ambientais também vêm se solidificando em ritmo acelerado.

