

# Conceitos e aplicações de Análise do Ciclo Vida (ACV) no Brasil

## Afonso Frazão Barbosa Júnior

Graduado em Tecnologia em Gestão Ambiental / IFRN  
- Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Natal – RN [Brasil]  
frazaojr84@yahoo.com.br

## Rafael Meira de Moraes

Graduado em Tecnologia em Gestão Ambiental / IFRN  
- Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Natal – RN [Brasil]  
raf.meira@gmail.com

## Sebastião Virginio Emerenciano

Graduado em Tecnologia em Gestão Ambiental / IFRN  
- Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Natal – RN [Brasil]  
emerenciano\_virginio@yahoo.com.br

## Handson Cláudio Dias Pimenta

Mestre em Engenharia de Produção- Professor do IFRN  
- Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Graduado em Engenharia de Produção-UFRN;  
Natal – RN [Brasil]  
handson@cefetrn.br

## Reidson Pereira Gouvinhas

Doutor em Engenharia do Produto-Cranfield University  
- Inglaterra;  
Graduado em Engenharia Mecânica-PUC-RJ;  
Professor da UFRN  
professor@ct.ufrn.br

Este artigo consiste em uma pesquisa exploratória sobre Análise de Ciclo de Vida (ACV), uma ferramenta de gerenciamento ambiental voltada para produtos. Foram abordados aspectos do seu surgimento, conceitos, benefícios, barreiras para aplicação, metodologia e sua utilização no Brasil, nas últimas décadas. Pelos resultados, nota-se que, para essa análise ser aplicada no Brasil, é preciso que se adquira maior experiência de seu uso. Além disso, é fundamental que haja uma padronização de sua metodologia e que os estudos sobre tal análise tenham incentivos governamentais. Com isso, observa-se que a adoção da ACV representa uma mudança estratégica importante, que pode auxiliar tanto no Sistema de Gestão Ambiental da empresa quanto no ganho de produtividade do sistema.

**Palavras-chave:** Avaliação do ciclo de vida.  
Gestão ambiental. Impactos ambientais.  
Meio ambiente.

## 1 Introdução

A crescente preocupação com as questões ambientais tem levado as indústrias brasileiras a buscar tecnologias mais limpas. No entanto, há outros fatores associados a esse processo: a conscientização da sociedade, a pressão do mercado, que exige padrões mais adequados, e o avanço da legislação ambiental, cada vez mais exigente, que vêm induzindo as organizações a manter uma relação mais sustentável com o meio ambiente.

Segundo Chehebe (1997), todo produto, não importa de que material seja feito –, madeira, vidro, plástico, metal ou qualquer outro elemento –, provoca um impacto no meio ambiente, seja em razão de seu processo produtivo, das matérias-primas que consome ou de seu uso e disposição final.

Nesse contexto, torna-se importante a utilização de instrumentos que analisem a contribuição de uma tecnologia para a sustentabilidade e avaliem seus impactos ambientais (FIGUEIREDO et al., 2007). No entanto, para que essa evolução venha a ser bem-sucedida, é necessário que as ferramentas gerenciais sejam apropriadas.

Na análise dos impactos ambientais das atividades industriais é preciso que haja um enfoque integrado, no qual seja feito uma completa avaliação do ciclo de vida dos produtos, abrangendo limites além do processo produtivo.

Nesse sentido, a ACV, ou *Life Cycle Assessment* (2007), surge como uma técnica que encoraja as empresas a considerar sistematicamente as questões ambientais associadas à cadeia produtiva e permite avaliar o impacto ambiental de um produto, processo ou sistema, do berço ao túmulo, ou seja, desde a extração da matéria-prima até a disposição final.

Dessa forma, este artigo consiste em uma pesquisa exploratória sobre ACV dos produtos, abordando seu surgimento, metodologia, conceitos, benefícios e as barreiras para sua aplicação no Brasil, nas últimas décadas.

## 2 ACV: conceitos, vantagens e barreiras

Os primeiros estudos sobre a ACV tiveram início, de forma tímida, durante a primeira crise do petróleo. Nesse período, o mundo despertou para a necessidade de uma melhor utilização dos recursos naturais. Em razão disso, foram realizados estudos, que ficaram conhecidos como *Resource Environmental Profile Analysis* (REPA), para avaliar os processos produtivos e racionalizar o consumo energético.

Consciente da importância da ACV, o Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental da Associação Brasileira de Normas Técnicas/CB38 iniciou, no começo de 2000, a tradução das normas da série NBR ISO 14040, além de apoiar a criação da Associação Brasileira de Ciclo de Vida (ABCV). Algumas iniciativas de estudos de ACV já se encontram em desenvolvimento no Brasil. Atualmente, com a criação de grupos de pesquisa sobre esse assunto, diversas instituições têm desenvolvido trabalhos, buscando aprimorar a base conceitual.

A Análise do Ciclo de Vida (ACV) é conceituada como uma ferramenta de gerenciamento ambiental para avaliar aspectos ambientais e impactos potenciais associados ao ciclo de vida de um produto (ABNT, 2001).

Segundo Caldeira-Pires et al (2005), a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é um processo que tem como objetivo avaliar os impactos de um produto, processo, serviço ou outra atividade econômica, em todo o seu ciclo de vida, sobre o meio ambiente e a saúde. Essa avaliação identifica oportunidades para melhorar o desempenho ambiental e, em longo prazo, pode promover mudanças tecnológicas fundamentais tanto na produção quanto nos produtos, em parte, em razão do efeito multiplicador ao longo da cadeia de produção, inclusive no uso otimizado de energia e de materiais, por meio da utilização de processos de reciclagem e de reúso.

De acordo com Chehebe (1997), a ACV requer toda uma análise dos produtos envolvidos no sistema, considerando todas as categorias de impactos ambientais, e pode ser utilizada para uma grande variedade de propósitos, pois se trata

de um instrumento para gerenciar os aspectos ambientais das várias fases do sistema de produção. Essa análise está relacionada a várias etapas do processo – desde a extração de matéria-prima até a disposição final do produto – conforme indicado na figura 1.

Extração das matérias-primas → Produção →  
Distribuição → Uso → Gerenciamento de resíduos  
Transporte em todas as fases

**Figura 1: Ciclo de vida de um produto**

Fonte: Adaptado de Santos (2002).

A ACV é essencialmente um instrumento científico qualitativo e quantitativo, que avalia todos os estágios do ciclo de vida e tipos de impactos ambientais direcionados ao produto, com o intuito de levantar e interpretar os aspectos e impactos potenciais envolvidos em todo o processo; aprimorar o processo produtivo e os produtos de uma empresa; comparar, de uma forma integrada, o desempenho ambiental de seus produtos; auxiliar na tomada de decisões da indústria, do governo e das ONGs, na definição de prioridades e no desenvolvimento de projetos e processos; fornecer informações referentes aos recursos utilizados no consumo de energia e nas emissões de poluentes; subsidiar as estratégias de marketing (comparação de produtos, rotulagem e declarações ambientais), gerando uma diferenciação na competitividade dos produtos no mercado cada vez mais exigente. Além disso, a implementação bem-sucedida da metodologia de ACV encoraja as indústrias a considerarem as questões ambientais associadas à produção. Na verdade, trata-se de uma tentativa de integrar qualidade tecnológica do produto e ambiental como valor agregado para o consumidor.

No entanto, algumas limitações são comuns entre as empresas brasileiras que apresentam, como principais dificuldades encontradas para aplicar a metodologia proposta e difundir essa técnica no país, a falta de pessoal adequadamente capacitado, de bancos de dados contendo informações para auxiliar nos estudos sobre a ACV de insumos industriais básicos como energia, aço, cimento, combustíveis etc e também de incentivos

fiscais, por parte do Estado, para aquelas empresas que desejam realizar e mudar os pontos críticos identificados por meio dessa análise. Outra questão refere-se à influência de metodologias estrangeiras no Brasil na utilização de modelos de avaliação de impactos de amplitude que desconsideram as especificidades locais e regionais.

O fato de a elaboração de um estudo de ACV necessitar normalmente de muitos recursos e arrastar-se por muito tempo constitui outra dificuldade enfrentada pelas empresas. Desse modo, os recursos financeiros deverão ser balanceados com os benefícios previsíveis do estudo.

Com relação às pequenas e médias empresas, a grande dificuldade encontra-se na aplicação da metodologia, em razão basicamente da sua complexidade e da necessidade de dados detalhados do sistema de produção, o que, no entanto, não impede que tenham condições de conduzir um estudo desse tipo, utilizando a idéia e o conceito da ACV.

Essa complexidade e necessidade também constituem barreira para as grandes empresas, até porque os processos de produção são específicos, ou seja, cada sistema requer uma atenção diferenciada, o que dificulta a coleta e o fornecimento de informações técnicas gerais. Tais obstáculos exigem maior quantidade de pesquisas e esforços para aprofundar o conhecimento sobre o tratamento desses processos, levando, às vezes, a determinar um limite a ser estudado, apesar de não atender, como deveria, todo o processo produtivo.

### **3 Metodologia da ACV no Brasil**

Existem várias maneiras de conduzir uma ACV, em razão, principalmente, da complexidade dos sistemas e das diferentes condições e características ambientais existentes em cada região, o que acarreta o desenvolvimento de modelos diferenciados.

Segundo Souza et al. (2007), na ACV há três grupos principais de métodos: o europeu, o norte-americano e o japonês. No geral, ambos agregam os dados da população e os valores da

caracterização específicos às suas circunstâncias ambientais. Outras metodologias, como a utilizada na África do Sul, comprovam a necessidade de métodos mais regionalizados.

O Brasil ainda enfrenta sérios problemas quanto ao desenvolvimento de uma metodologia adaptada à nossa realidade, pelo fato de a ACV ser muito dependente das circunstâncias regionais; por esse motivo, muitos estudos utilizam como base a norma NBR ISO 14040.

A metodologia de execução da ACV, de acordo com os critérios da norma NBR ISO 14040 (ABNT, 2001), estabelece que o estudo dessa ferramenta deve incluir as fases de definição, objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação de impactos ambientais e interpretação, conforme se observa no Quadro 1:

Na agroindústria, o trabalho foi realizado com o objetivo de propor um sistema de avaliação do impacto das tecnologias, seguindo as fases que constam na norma NBR ISO 14040: a) definição de objetivo e escopo; b) análise de inventário; c) avaliação de impacto; d) interpretação dos resultados.

Outros setores, por exemplo, precisam adequar o modelo de acordo com as condições de seus processos, agrupando ou adaptando, parcialmente, certas etapas da metodologia. Muitas vezes, as indústrias buscam, na literatura, modelos que se adaptem ao produto em questão. Segundo Passuello e Cybis (2007), em uma indústria de embalagens de frutas o modelo foi simplificado, focando itens chaves do processo e eliminando a necessidade de uma coleta de dados minuciosa.

## 4 A ACV no Brasil

No Brasil, a ACV de produtos ainda não é uma ferramenta muito difundida, tanto que poucas empresas e instituições a utilizam – Mercedes-Benz do Brasil e o Instituto Técnico de Alimentação (ITAL) são algumas delas (CHEHEBE, 1997).

A própria norma que rege as diretrizes para a ACV dos produtos, a NBR ISO 14040:2001, reconhece que a técnica ainda está em um estágio inicial de desenvolvimento e, para que a prática dessa análise avance, é preciso que um

Fases	Definições
Definição de objetivo e escopo	Objetivo: O objetivo de um estudo de ACV deve declarar inequivocamente a aplicação pretendida, as razões para conduzir o estudo e o público-alvo, isto é, para quem se pretende comunicar os resultados do estudo.
	Escopo: Na definição do escopo de um estudo de ACV devem ser considerados e claramente descritos os seguintes itens: a) Função e unidade funcional; b) Fronteiras do sistema; c) Requisitos da qualidade dos dados; d) Comparações entre sistemas; e) Considerações sobre análise crítica.
Análise de inventário	Envolve a coleta de dados e procedimentos de cálculo para quantificar as entradas e saídas pertinentes a um sistema de produto. Esses dados também constituem a entrada para avaliação do impacto do ciclo de vida.
Avaliação de impacto	É dirigida à avaliação da significância de impactos ambientais potenciais, usando os resultados da análise de inventário. Em geral, esse processo é a tentativa de compreender esses impactos.
Interpretação dos resultados	É a fase na qual as constatações da análise do inventário e da avaliação de impacto ou, no caso de estudos de inventário, são combinadas, de forma consistente, com o objetivo e o escopo definidos, visando alcançar conclusões e recomendações.

**Quadro 1: Fases da Análise de Ciclo de Vida**

Fonte: Adaptado de NBR ISO 14040 (2001).

considerável esforço seja feito, e alguma experiência, adquirida.

Nos últimos anos, tem aumentado o interesse das indústrias, dos especialistas ambientais, das autoridades, associações de consumidores, organizações ambientais e do público em geral em querer conhecer a qualidade ambiental dos processos de produção e dos produtos (LIMA et al., 2007). Entretanto, de acordo com Lemos e Barros (2006), no Brasil e na maioria dos países da América Latina, essas ações ainda estão aquém do desejado, se comparadas com as principais potências econômicas: União Européia, Acordo de Livre Comércio da América do Norte (Nafta) e Cooperação Econômica da Ásia e do Pacífico (APEC).

Segundo Lima et al (2007), atualmente, verifica-se que os setores produtivos abordados são bem diversificados – construção civil, automobilístico, embalagens, energia, agropecuário, mineração, químico etc. Entretanto, constata-se que não existe uma evolução progressiva dos trabalhos, apesar de a produção ter crescido entre 2003/2004, possivelmente em decorrência da publicação da primeira norma ABNT/ISO 14040, o que facilitou o acesso à informação sobre o tema.

No Brasil, diversas iniciativas estão sendo adotadas para superar as dificuldades encontradas. Esse é o caso da agroindústria, que vem utilizando a ACV para a análise das questões ecológicas relacionadas às diversas etapas de produção, consumo e destino final de produtos ou serviços industriais e agrícolas, com o objetivo de melhorar a eficiência da produção e de contribuir para o desenvolvimento socioeconômico e a conservação ambiental. Essas medidas podem, por exemplo, auxiliar o empresário na tomada de decisão quanto à definição dos insumos e ao investimento em novas tecnologias voltadas à preservação ambiental.

Outro setor que vem aplicando a metodologia de ACV é o energético. Segundo Coimbra e Salgado (2006) apud Demanboro (2007), de dezembro de 2002 a janeiro de 2006, o preço da eletricidade subiu, em média, 103,8% para os grandes consumidores industriais brasileiros. Nesse contexto, um projeto que merece destaque é o de eficiência energética aplicado na empresa Multibrás. Com a implantação do novo sistema de iluminação, houve uma diminuição do consumo de energia elétrica em 1.052 MWh/ano, que representa uma economia de R\$ 69.704,80. Com a modernização dos sistemas de força motriz, economizaram-se 572 MWh, ou seja, verificou-se uma redução anual de R\$ 38.515,00. Com as modificações no sistema de ar comprimido, caiu para 1.892 MWh/ano, o que representa uma economia de R\$ 127.608,00 por ano. O tempo de retorno dos investimentos foi inferior a quatro anos.

Outro caso do setor energético é Usina Hidrelétrica de Taipu, onde foi possível estabelecer as etapas do ciclo de vida da geração de energia elétrica que contribuem significativamente com impactos ambientais. Ribeiro (2003) afirma

que os processos que mais favorecem os aspectos ambientais de hidrelétricas são, possivelmente, as etapas de enchimento do reservatório, do ciclo de vida do cimento e do aço e da operação das máquinas de construção.

Na indústria de embalagens, essa metodologia vem sendo aplicada com a finalidade de comparar o desempenho ambiental das caixas de madeira e de papelão ondulado para acondicionamento e transporte de frutas e hortaliças. Para tanto, a empresa desenvolveu o Inventário do Ciclo de Vida (ICV) dos produtos, o que possibilitou relacionar vários aspectos ambientais e econômicos no sistema utilizado (PASSUELLO; CYBIS, 2007).

Outro setor industrial que vem aplicando a ACV como ferramenta de gestão ambiental é o de fabricação de extintores de incêndio automotivo, como a Kidde, fabricante de extintores, pó químico e mangueiras de incêndio. A empresa utilizou a metodologia aplicada nessa análise para comparar dois tipos de extintores produzidos, avaliando, dessa forma, a qualidade dos produtos, ao passo que, ao mesmo tempo, visou à melhoria contínua do Sistema de Gestão Ambiental da empresa, considerando os aspectos e os impactos ambientais levantados no ICV.

Observando esses casos, Caldeira-Pires et al. (2005) afirmam que, durante muitos anos, importantes organizações científicas e industriais têm trabalhado no desenvolvimento da ACV, empreendendo esforços na sua aplicação em diferentes tipos de setores industriais e de serviços.

## 5 Considerações Finais

Este artigo abordou o tema Análise do Ciclo de Vida, uma ferramenta de gerenciamento ambiental voltada para o produto. Tratou-se dos aspectos do seu surgimento, conceitos, benefícios, barreiras para aplicação, metodologia e sua aplicação no Brasil nas últimas décadas.

Em relação aos obstáculos para implementar a ACV, destacam-se a falta de bancos de dados sobre os impactos ambientais, de acordo com a realidade brasileira, e as dificuldades financeiras, pelo fato de a elaboração de um estudo sobre esse

tema necessitar normalmente de muitos recursos e arrastar-se por muito tempo, além da falta de incentivos governamentais. Em razão de tantas barreiras, sua aplicação no Brasil ainda necessita de um maior investimento tanto no esforço a ser feito no desenvolvimento de bancos de dados nacionais quanto na experiência a ser adquirida para o avanço da prática.

De forma geral, observa-se que a adoção da ACV representa uma mudança estratégica importante, que pode auxiliar tanto no Sistema de Gestão Ambiental da empresa quanto no ganho de produtividade do sistema, garantindo os princípios da sustentabilidade.

### Life Cycle Assessment Concepts and Application in Brazil

This article is based on an exploratory research regarding Life Cycle Assessment (LCA), an environmental management tool towards product system. It was analyzed its origin, concepts, benefits, barriers, methodology and its implementation in Brazil during the last decades. Based on the results, it was observed that in order to apply this tool in Brazil it is necessary to acquire more experience in its use. Besides that, it is essential that there be a standardization of its methodology and government incentives. Therefore, it is observed that the LCA adoption represents an important strategic change, which can assist both in the environmental management system of the company and in the productivity profits of the system.

**Key words:** Life Cycle Assessment. Environmental Management. Environment.

## Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO 14040: Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura*. Rio de Janeiro, 2001. 10 p.
- CALDEIRA-PIRES, A.; SOUZA-PAULA, M.C. de & VILLAS BÔAS, R.C. *A Avaliação do ciclo de vida: a ISO 14040 na América Latina*. Brasília: Abipti, 2005. 337 p.
- CHEHEBE, J. R. *Análise do Ciclo de vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000*. Rio de Janeiro: Qualitymark, CNI, 1997.

DEMANBORO, A. C.; MARIOTONI, C.A.; NATURESA, J. S. Indicadores Industriais e o Programa de Eficiência Energética In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL CICLO DE VIDA, 2, 2007, São Paulo.

FIGUEIREDO, M. C. B.; MOTA, S.; RODRIGUES, G. S.; CALDEIRA-PIRES, A.; ROSA, E. F. Metodologia de avaliação dos impactos ambientais de inovações tecnológicas agroindustriais, com base no ciclo de vida In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL CICLO DE VIDA, 2, 2007, São Paulo.

JENSEN, A. A; REMMEN, A; FRYDENDAL, J; VALDIVA, S; SONNEMANN, G. *A UNEP/SETAC Life Cycle Management Guide*. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL CICLO DE VIDA, 2, 2007, São Paulo.

LEMONS, H. M.; BARROS, R. L. P. *Ciclo de vida dos produtos: certificação e rotulagem ambiental*. Rio de Janeiro: Comitê Brasileiro das Nações Unidas para o Meio Ambiente, SEBRAE, 2006.

LIFE CYCLE ASSESSMENT. *Evaluation of the life cycle, Trends, methodologies and current execution*. Disponível em: <<http://www.life-cycle.org/>>. Acesso em: 20 abril 2007.

LIMA, A. M. F; CALDEIRA-PIRES, A; KIPERSTOK, A. Evolução dos trabalhos de avaliação do ciclo de vida nas instituições acadêmicas brasileiras. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL CICLO DE VIDA, 2, 2007, São Paulo.

PASSUELLO, A. C. B.; CYBIS, L. F. Aplicação da análise de inventário de ciclo de vida em caixas para acondicionamento e transporte de frutas. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL CICLO DE VIDA, 2, 2007, São Paulo.

RIBEIRO, F.M. *Inventário de ciclo de vida da geração hidrelétrica no Brasil- Usina de Itaipu: primeira aproximação*. 2003. 243 f. Dissertação (Mestrado em Energia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SANTOS, L. M. M. *Avaliação ambiental de processos industriais*. Ouro Preto: ETOP, 2002.

SOUZA, D. M; SOARES, S. R; SOUZA, S. R. A life cycle impact assessment method for the brazilian context. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL CICLO DE VIDA, 2, 2007, São Paulo.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. *Grupo de pesquisas em ACV. A ACV*. Disponível em: <<http://www.ciclodevida.ufsc.br>>. Acesso em: 17 abril 2007.

Recebido em: 8 maio 2008 / aprovado em: 22 jun. 2008

#### Para referenciar este texto

BARBOSA JÚNIOR, A. F. Conceitos e aplicações de Análise do Ciclo de Vida (ACV) no Brasil. *Revista Gerenciais*, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 39-44, 2008.