

Análise do ciclo de vida como ferramenta de inovação tecnológica

Lidiana Zocche (UTFPR) lidianazocche@hotmail.com
Antonio Carlos de Francisco (UTFPR) acfrancisco@utfpr.edu.br
João Luiz Kovaleski (UTFPR) kovaleski@utfpr.edu.br
Cassiano Moro Piekarski (UTFPR) cassianopiekarski@gmail.com
Leila Mendes da Luz (UTFPR) leila.mendesdaluz@gmail.com

Resumo:

Estudos atuais indicam uma necessidade de integrar a gestão ambiental com a estratégia de fabricação, incluindo aspectos e impactos ambientais associados aos produtos. Para tanto, técnicas de avaliação ambiental vêm sendo desenvolvidas com o propósito de avaliar o impacto ambiental associado aos produtos. Uma das técnicas que vem ganhando destaque é a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), que pode prover as mudanças tecnológicas fundamentais nos processos e produtos. Desta forma, este estudo tem como objetivo verificar a contribuição da ACV na geração de inovação na indústria. Para isso, foi realizado um levantamento da literatura abordando conceitos relacionados ACV, inovação e ACV e inovação tecnológica, bem como, a utilização da ACV na indústria, os indicadores gerados e o potencial da ACV para geração de Inovação. Com este estudo pode-se observar que, os indicadores gerados na análise do ciclo de vida do produto poderão dar suporte a geração de inovação podendo ser utilizado pelas empresas como fonte de informação para a inovação. Neste sentido a ACV pode auxiliar ou fornecer subsídios para a geração de inovação que contribuam para o desenvolvimento sustentável.

Palavras chave: Análise do Ciclo de Vida (ACV), inovação, indústria.

LIFE CYCLE ANALYSIS AS A TOOL FOR TECHNOLOGICAL INNOVATION

Abstract

Environmental aspects and impacts associated to products have received special attention, and environmental assessment techniques have been developed in order to assess the environmental impact of the products. One technique that is gaining prominence is the Life Cycle Assessment (LCA), which can provide fundamental technological shifts in processes and products. Thus, this study aims to determine the contribution of LCA in innovation generating in industry. For this, a literature survey was conducted addressing concepts related to LCA, LCA and innovation, technological innovation, as well as the use of LCA in industry, the indicators generated and the potential of LCA to generate innovation. In this study can be seen that the indicators generated in the analyzing of life cycle of the product may support the innovation generation and can be used by the companies as an information source for innovation. In this sense, the ACV can assist or provide subsidies for innovation generation that contribute to the sustainable development.

Key-words: Life Cycle Analysis (LCA), innovation, industry.

1. Introdução

No mundo atual há uma forte pressão por inovar, a inovação vem sendo considerada pelos pesquisadores do tema como uma forma estratégica, um ponto chave para o sucesso da empresa em um ambiente cada vez mais competitivo, em decorrência do intenso desenvolvimento tecnológico e da expectativa de novos produtos pelos consumidores. Isto conduz as empresas à necessidade de constantemente inovar, lançar novos produtos para buscar ou manter sua posição no mercado.

Paralelo a isso, os aspectos e impactos ambientais associados aos produtos têm recebido atenção especial e, técnicas de avaliação ambiental vêm sendo desenvolvidas com o propósito de avaliar o impacto ambiental associado aos produtos (LUZ, 2011).

Para Cramer e Ttukker (2006) a resposta das indústrias para essas exigências esta largamente focada na inovação através da adaptação aos processos e produtos, devido aos regulamentos, considerando que sejam esperados os melhores resultados em relação aos aspectos ambientais, a custos mais baixos, ampliando assim o leque de respostas para todas as etapas do ciclo de vida dos produtos.

Muitos métodos são desenvolvidos para avaliar os impactos ambientais no ciclo de vida dos produtos para efeitos de regulação e de apoio nas decisões das empresas sobre a melhoria do produto gerando inovações (KROZER, 2008). Uma das técnicas que vem ganhando destaque é a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), que pode prover as mudanças tecnológicas fundamentais na produção e nos produtos. A ACV avalia e quantifica os impactos ambientais causados pelo produto ou processo de produção compreendendo as etapas desde a origem das matérias-primas até a disposição do produto final, envolvendo todo o seu ciclo de vida (ABNT, 2009a; LOFGREN, BIRGER, TILLMAN, 2011).

ACV é, de maneira geral, uma ferramenta inovadora para as indústrias. Segundo Rozenfeld e Forcellini (2009) e Damasceno et al (2011), a operacionalização do sistema produtivo aliado as inovações que visem atender as dimensões da sustentabilidade são consideradas tendências iminentes para organizações que pretendem manterem-se competitivas e consolidando bons resultados. Sobre este aspecto, Luz (2011) afirma que a utilização da ACV pode resultar em inovações na indústria e conseqüentemente na melhoria da competitividade.

Neste contexto, este estudo tem como objetivo discutir teoricamente, a contribuição da ferramenta ACV para geração de inovação na indústria. Para isso foi realizada uma pesquisa básica, de caráter exploratório, onde foi percorrido sobre alguns conceitos relacionados à ACV, bem como seus benefícios e aplicações no ambiente industrial e seu potencial para a geração de inovação. Esta ferramenta foi escolhida para estudo por abranger todo o ciclo de vida do produto e por proporcionar um melhor entendimento da interação existente entre a atividade industrial e o meio ambiente e auxiliar na tomada de decisão dentro das organizações.

2. Referencial Teórico

2.1. Avaliação do Ciclo de Vida - ACV

Os primeiros estudos de ACV tiveram início no final da década de 60 ao início da década de 70 durante a primeira crise do petróleo, provocando no mundo uma necessidade de melhor utilização de seus recursos naturais, gerando uma busca por melhores alternativas de energia com abordagens relacionadas aos impactos ambientais de produtos. O período entre as décadas de 1970 e 1990 foi marcado pela concepção da ACV, com amplas divergências no uso de metodologias, terminologias e resultados.

A década entre 1990 a 2000, devido a importância que a ACV adquiriu no contexto da gestão

ambiental, foi apontada como a década da normatização e padronização de uma metodologia de acordo com os estudos de ACV, através de modelos para sintetizar a análise de impactos ambientais possibilitando a comparação de diferentes resultados de estudos decorrentes do conceito de ciclo de vida que possibilitaram a criação da norma ISO da metodologia ACV, tendo então maior atenção em diversos programas e projetos globais e estudos realizados.

A atual metodologia regente para a ACV é normatizada pela ISO 14040 (ABNT, 2009). A metodologia engloba quatro diferentes fases: definição de objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação de impacto e interpretação.

A primeira fase da ACV objetivo e escopo, define a aplicação pretendida, as dimensões do estudo e definições da unidade funcional e os limites do sistema em estudo. A Análise de Inventário envolve um extenso banco de dados de materiais envolvidos no produto ou sistema incluindo o levantamento, a coleta e a análise dos dados necessários para a ACV. Na fase de avaliação de impacto consiste em estudar a significância dos impactos ambientais, a partir dos dados do inventário. A última fase da estrutura da avaliação do ciclo de vida, compreende a interpretação dos resultados de acordo com os objetivos traçados na primeira fase do estudo (LUZ, 2011; JIJAKLI, 2012; ABNT, 2009).

Desta forma, a ACV fornece informações que podem ser utilizadas para trazer alguns benefícios para a organização. Alguns benefícios, usos e aplicações desta ferramenta serão discutidos a seguir.

Em seu estudo devem-se analisar os passos da produção; o impacto ecológico das matérias-primas; a energia utilizada na fabricação de produtos e dos seus componentes, a montagem dos produtos; a geração de poluentes durante o processo; o sistema de transporte e distribuição), uso, tratamento e disposição final (SEIFFERT, 2010).

Os autores Garraín (2010); Lofgre, Tillman, Rinde (2011) e Chauhan et al (2011) complementam que análise do ciclo de vida é uma ferramenta técnica de abordagem analítica e caráter gerencial que contribui para a avaliação dos aspectos ambientais e impactos potenciais associados a um produto ou atividade durante seu ciclo de vida, através dos dados provindos.

Essas características atribuídas à ACV vêm fazendo com que a sua importância e o interesse pela técnica venha aumentando nos últimos anos. A Figura 1 apresenta a evolução de estudos de ACV desenvolvidos na área acadêmica mundial nos últimos 10 anos.

Os dados apresentados na figuras foram obtidos mediante busca do termo “life cycle assessment” no banco de dados Scopus em agosto de 2012 e demonstram que nos últimos anos ocorreu um aumento significativo nas atividades de pesquisas em ACV.

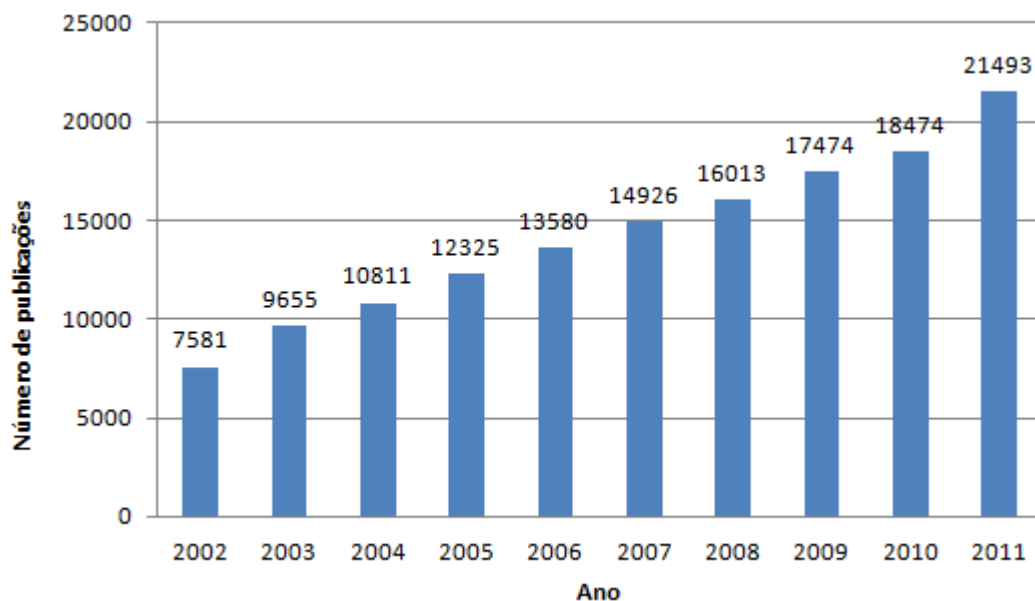


Figura 1: Evolução das pesquisas em ACV

Fonte: Os autores

O número crescente de estudos pode ser reflexo da importância que vem sendo atribuída atualmente a questão da sustentabilidade. Em termos gerais o objetivo com relação ao uso da ACV é satisfazer os pedidos dos clientes e ao mesmo tempo conseguir um equilíbrio ideal entre o produto e o meio ambiente. Tais benefícios qualificam a ACV como a mais importante metodologia na gestão ambiental industrial moderna (LÖFGREN, TILLMAN, RINDE, 2011).

2.1.2. Benefícios e aplicações da ACV na indústria

O resultado de uma regulamentação mais estrita sobre o impacto dos produtos, durante sua fabricação, utilização e fim de vida fez com que o desenvolvimento sustentável se torna-se uma grande preocupação em países desenvolvidos (BAUMANN E TILLMAN, 2004; GARCÍA, 2011). A ACV é uma ferramenta adequada e valiosa para avaliar o impacto ambiental dos materiais, produtos e sistemas de serviço e devem ser parte do processo de tomada de decisão para a sustentabilidade.

A ACV tem por objetivo fornecer uma imagem fiel de quaisquer interações existentes com o meio ambiente, é importante ressaltar que ela a única técnica da gestão ambiental que possibilita a comparação do desempenho ambiental de produtos. Se tratando de uma metodologia cujo foco se situa sobre a função do produto, estabeleceu-se que a realização de um estudo dessa natureza tem por premissas (FERREIRA, 2004; ABNT, 2009a):

- Auxiliar na triagem de indicadores pertinentes de desempenho ambiental, incluindo técnicas de medição;
- No marketing, através de declaração ambiental ou um programa de rotulagem relacionada a uma atividade ou produto;
- Auxiliar na tomada de decisões na indústria, organizações governamentais ou não-governamentais em seu planejamento estratégico, definição de prioridades, projeto ou reprojeto de produtos ou processos.
- A metodologia ACV tem numerosas aplicações, desde o desenvolvimento de produtos, passando pela rotulagem ecológica e regulação, até a definição de cenários de prioridade e de

política ambiental;

- Contribuir para o entendimento da natureza e das conseqüências ambientais das atividades humanas;
- Gerar indicadores capazes de determinar os efeitos ambientais dessas atividades; e
- Identificar oportunidades de melhorias de desempenho ambiental, na busca de novos materiais, formas de energia alternativas e implementação de melhorias de processo.

Complementando os benefícios que a utilização da ACV promove, os autores Guinée (2011) e Pieragostini, Mussati, Aguirre (2011) enfatizam ainda outros benefícios como: a ACV é amplamente utilizada para tomada de decisão, pois possibilita a escolha entre uma série de produtos comparáveis, promover a concepção de novos produtos, analisar as origens dos problemas relacionados a um determinado produto; possibilitar melhorias por meio da comparação de variantes de um determinado produto.

São várias as razões pelas quais a ACV pode ser aplicada, estas dependem dos objetivos e interesses que a organização pretende obter e da utilização dos resultados da ACV. Segundo Silva (2010) e Seiffert (2010) a indústria é um grande potencial praticante da ACV, tal necessidade da sua utilização deve-se as exigências do mercado e pressões de regulamentação. A ACV tem sido destinada a apoiar decisões ambientais relacionadas à melhoria de produtos existentes no mercado em comparação com outras alternativas, gerando assim inovação de novos produtos ou a readequação dos mesmos.

Para Silva e Kulay (2006) as aplicações da ACV estão relacionadas a duas grandes vertentes: a primeira se refere a comparação do desempenho ambiental de produtos; e a segunda a identificação de oportunidades de melhoria de desempenho ambiental, as melhorias incluem inovações tanto para produtos como para processos.

A quantificação de indicadores da ACV auxilia na identificação de problemas ambientais e permitem a realização de simulações nos processos para se avaliar os efeitos sobre consumos e emissões (FIGUEIRÊDO et al, 2010). Dessa forma, podem facilitar ações de melhoria de processos antes da transferência de produtos ou processos. Através deste método é possível obter uma análise ambiental mais ampla que vem a contribuir com inovações de produtos e processos considerando aspectos ambientais desde a etapa de produção da matéria-prima utilizada pela inovação até a etapa de descarte final do produto.

3. Inovação

Devido ao aumento da competitividade os produtos estão sendo rapidamente substituídos por novos, diminuindo assim seu ciclo de vida e fazendo com que as empresas sejam induzidas a inovar constantemente a fim de se manterem competitivas no mercado.

De acordo com Wonglimpiyarat (2005) e Silva, Souza, Freitas (2012) inovação se refere a produto e/ou processo novo ou substancialmente aprimorado para a empresa, não sendo, necessariamente, novo para o mercado/setor de atuação, podendo ter sido desenvolvida pela empresa ou por outra empresa/ instituição.

Pode-se depreender que no mundo atual há uma forte pressão por inovar, e que a importância da inovação para a estratégia das empresas é decorrência do intenso desenvolvimento tecnológico, do encurtamento das distâncias e da aproximação das pessoas, por meio das novas tecnologias de comunicação, da maior disponibilidade do conhecimento, da facilidade de comparação e da expectativa de novos produtos pelos consumidores. Isto conduz as empresas à necessidade de constantemente inovar, lançar novos produtos (HEGEDUS, 2006; SILVA, SOUZA, FREITAS, 2012; KROZER, 2008).

Quatro tipos de inovações que encerram um amplo conjunto de mudanças nas atividades das empresas como, inovações de produto, inovações de processo, inovações organizacionais e inovações de marketing foram definidos pelo Manual de Oslo e citados pela OCED (2005) são apresentados a seguir:

- Inovações de produto: compreende a introdução de um bem ou serviço totalmente novo, ou a inserção de mudanças significativas para produtos existentes;
- Inovações de processo: inserção de novos processos e métodos de distribuição ou representam mudanças significativas nos equipamentos, tecnologia, ou softwares nesses dois parâmetros;
- As inovações organizacionais: referem-se à implementação de novos métodos organizacionais ou mudanças significativas incluindo mudanças em práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas da empresa;
- As inovações de marketing: envolvem a implementação de novos métodos de marketing, compreendendo mudanças significativas na concepção do produto (design do produto e na embalagem, no posicionamento do produto, em sua promoção ou na fixação de preços).

Para que inovação ocorra, o produto novo deve ser introduzido no mercado e os novos processos, métodos de marketing e métodos organizacionais devem ser efetivamente utilizados nas operações das empresas (DIAS, 2009).

Ao mesmo tempo em que o desenvolvimento de novos produtos é algo almejado e importante, devido às constantes mudanças do meio ambiente. Alternativas no campo socioeconômico (o que as pessoas querem, acreditam e esperam), criam oportunidades e também restrições. A legislação vem cumprindo seu papel rigorosamente podendo abrir novos caminhos mas também fechar outros, como, por exemplo, aumentar as exigências para produtos ecologicamente orientados, tornando importante a avaliação ambiental de novos produtos e processos para as organizações (TIDD; BESSANT; PAVITT, 2005; LUZ, 2011).

A resposta das indústrias para essas exigências Cramer e Tukker (2006) esta largamente focada na adaptação ao processo, devido aos regulamentos, considerando que sejam esperadas a redução das emissões, a custos mais baixos, ampliando assim o leque de respostas para todas as etapas do ciclo de vida dos produtos.

Muitos métodos são desenvolvidos para avaliar os impactos ambientais no ciclo de vida dos produtos para efeitos de regulação e de apoiar a decisão das empresas sobre a melhoria do produto gerando inovações. Dentre os pilares a ACV se destaca por abordar as características mutáveis dos mercados durante a sua evolução (WONGLIMPIYARAT, 2005; KROZER, 2008).

A ACV pode prover as mudanças tecnológicas fundamentais na produção e nos produtos segundo Bonezzi (2004), em parte devido ao efeito multiplicador ao longo da cadeia de produção, inclusive no uso otimizado de energia e de materiais, com a redução de material depositado em aterros através do uso de processos de reciclagem e de reuso.

4. A ACV e a Inovação

O ciclo de vida de produtos vem evoluindo num quadro onde, demandas para a saúde e exigências ambientais são suscitados por vários interessados, como autoridades, empresas e organizações sociais que visam inovações através de mudanças tecnológicas nos produtos e processos com o menor impacto possível.

Para que o processo de inovação tecnológica nas organizações resulte em produtos e processos sustentáveis, Figueirêdo et al (2010) enfatiza que se faz necessário a disponibilização e uso de ferramentas metodológicas que facilitem a consideração das questões ambientais em cada etapa desse processo.

Nesse contexto a ACV se apresenta como uma poderosa ferramenta que permite avaliar os efeitos ambientais oriundos da cadeia produtiva inteira, das ações operacionais executadas, enquanto quantificam as repercussões tanto para trás como para frente na cadeira produtiva. Deste modo, o processo de decisão baseado em uma ACV conduz a ações mais efetivas, por conseguinte com maior sustentação no longo prazo, com relação à redução dos custos econômicos e ambientais para as companhias e para o país (BONEZZI, 2004).

Para Kemp et al (1999), a ACV se apresenta como uma ferramenta de avaliação do impacto ambiental, capaz reconhecer o caráter multifacetado da inovação ambiental, considerando os fatores internos e externos no desenvolvimento de uma inovação:

- As inovações ambientais consistem em inovações tecnológicas ambientais e nas inovações orgânicas caracterizadas por mudanças internas às estruturas/instituições ambientais.
- As tecnologias ambientais caracterizam mudanças nos produtos e processos afim de reduzir os impactos ambientais negativos.
- As inovações orgânicas ambientais são diretivas que identificam e executam mudanças internas para caracterizar problemas ambientais associados com os produtos e processos existentes, e estimulam a criação de estruturas, programas e procedimentos inovadores para resolver estes problemas.

A ACV permite obter conhecimento do ciclo de vida do produto como um todo, abrangendo todas as etapas do processo de elaboração do produto, incluindo as entradas e saídas referente a cada etapa do processo. Isto possibilita identificar, entre outros aspectos, os pontos desfavoráveis do produto relacionados aos aspectos ambientais. Desta maneira, a busca de alternativas para melhorar o desempenho ambiental desse produto pode resultar em inovações para a indústria.

Em um estudo realizado por Luz (2011) através de um levantamento bibliográfico sobre estudos realizados tanto a área de ACV quanto na área de inovação, com base em estudos de teses e dissertações, abordou-se os seguintes temas a serem levantados: ACV, inovação, ACV mais inovação, verificou-se uma evolução em relação ao número de pesquisas nestas áreas, porém, apesar de um grande volume de estudos, nota-se uma lacuna em pesquisas que abordam esses dois temas em conjunto, corroborando a precariedade de pesquisas no Brasil sobre a contribuição que a ACV pode ter no processo de geração de inovação nas organizações.

Partindo deste principio, foram levantados seis trabalhos referentes à aplicação da ACV na indústria (Quadro 1) onde se pode observar a geração de inovação tecnológica tanto em mudança de processo como do produto.

Título do Estudo	Objetivo Geral	Geração de inovação	Referência
Carbon and water footprint tradeoffs in fresh tomato production	Avaliação do ciclo de vida de três cenários da cadeia de suprimentos com base em diferentes emissões e custos de carbono.	Adoção de tecnologias de produção	Abdallah T (2011)
Evaluation of the environmental performance of lime production in Cuba	Quantificar os impactos ambientais da produção de cal em Cuba por meio da ACV em todas as fases do processo de fabricação.	Melhoria da eficiência de energia da fase de calcinação	Sagastume Gutierrez A. et al (2012)
Life Cycle Assessment Software for Product and Process Sustainability Analysis	Aplicação da ACV em dois processos distintos a fim de obter informações sobre o impacto ambiental dos processos	Sugestão de inovação nas fases de processos de maior impacto ambiental	Vervaeke M. (2012)
How green solar desalination really is? Environmental assessment using life-cycle analysis (LCA) approach.	Em um estudo realizado em uma siderúrgica sobre o diagnóstico ambiental dos processos siderúrgicos.	Melhoria dos processos	Jijakli (2012)
Environmental impacts of olive oil production: A Life Cycle Assessment case study in the province of Messina (Sicily)	Utilização da ACV para determinar os impactos ambientais potenciais de atividades ligadas a produção de azeite	Melhoria dos processos	Salomone R.; Ioppolo G. (2012)
Life cycle impact assessment (LCIA) of paper making process in Iran	Avaliação do impacto ambiental causado pela produção de papel através da ACV	Mudança no processo e produto	Poopak S.; Agamuthu P. (2011)

Quadro 1 – Estudos de ACV que possibilitaram inovação.

Fonte: Os autores

Segundo Lundie e Peters (2005) a ACV foi desenvolvida para atender a questões que não eram abrangidas por outras ferramentas de gestão ambiental, apresentando-se útil como técnica para comparar duas ou mais alternativa em termos de impactos ambientais e sustentabilidade, auxiliando na identificação dos pontos críticos do ciclo de vida do produto que pode ter seu desempenho ambiental melhorado, através da inovação.

Esta indicação resultante da ACV e a busca por melhorias no processo de produção podem resultar em inovações para a indústria, possibilitando a empresa buscar por inovações ao mesmo tempo em que procura melhorar o desempenho ambiental de seus produtos. Já que a tendência é que as organizações sejam mais pressionadas a atender as exigências do desenvolvimento sustentável. Mas para isso, a ACV tem que ser algo presente nas organizações.

5. Considerações finais

Através estudo realizado, percebe-se que a ACV tem grande potencial para auxiliar no processo de geração de inovação nas organizações. Visto que, num estudo de ACV, são gerados indicadores referentes às entradas e saídas do sistema do produto e indicadores referente às categorias de impactos que possibilitam uma visão do sistema como um todo.

Assim, estes indicadores geram informações referentes a todo o ciclo de vida do produto, que podem ser utilizadas para dar direcionamento nas ações de decisão da empresa, permitindo avaliar a implementação geração de inovação a fim de promover de melhorias tanto para produtos como para processos, com o intuito de melhorar ou reduzir o impacto causado por

ele no meio ambiente e ainda ser útil para o planejamento estratégico da empresa Permitindo identificar oportunidades de inovação que ainda não tinham sido exploradas.

Referências:

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR ISO 14040:** Gestão Ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura. Brasil, 2009a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR ISO 14044:** Gestão Ambiental - Avaliação do ciclo de vida – Requisitos e Orientações. Brasil, 2009b.
- ABDALLAH, T. et al.** Green supply chains with carbon trading and environmental sourcing: Formulation and life cycle assessment . Applied Mathematical Modelling. v. 36, p. 4271 - 4285, 2012.
- BAUMANN H, TILLMAN A. M.** The Hitch Hiker's guide to LCA. An orientation in life cycle assessment methodology and application. ISBN 9144023642, Studentlitteratur, Lund, Sweden, 2004.
- CHAUHAN, Manich K. et al.** Life cycle assessment of sugar industry: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v.15. n.7, p. 3445-3453, abr. 2011.
- CRAMER J. M; TUKKER A.** Product innovation and eco-efficiency in theory. Product innovation and eco-efficiency. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers. p. 3-30, 2006.
- DAMASCENO, S. M. B. et al.** *Sustentabilidade no Foco da Inovação.* Revista Gestão Industrial, Ponta Grossa, v. 8, n. 1, p.120-134, 25 set. 2011.
- DIAS, R.** Gestão ambiental: **responsabilidade social e sustentabilidade.** São Paulo: Atlas, 2009.
- FERREIRA, J. V. R.** Análise de ciclo de vida dos produtos. Gestão Ambiental. Instituto Politécnico de Viseu. 2004. Disponível em:< <http://www.estv.ipv.pt/paginaspessoais/jvf/gest%C3%A3o%20ambiental%20-%20an%C3%A1lise%20de%20ciclo%20de%20vida.pdf>>. Acesso em:25 ago. 2012.
- FIGUEIRÊDO, Maria C. B. et al.** Métodos de avaliação do desempenho ambiental de inovações tecnológicas agroindustriais. Revista Espacios.v. 31, n.4, 2010.
- GARRAIN, Daniel et al.** Análisis del Ciclo de Vida de los Procesos de Recubrimiento Metálico de Termoplásticos. Información Tecnológica, v. 2, n.2, p. 59-64, 2010.
- GARCÍA, Sara G. et al.** Combined application of LCA and eco-design for the sustainable production of wood boxes for wine bottles storage. The International Journal of Life Cycle Assessment. v.16, p.224–237, 2011.
- GUINÉE, J.B.; HEIJUNGS, R.; HUPPES, G.; ZAMAGNI, A.; MASONI, P.; BUONAMICI, R.; EKVALL, T.; RYDBERG, T.** *Life Cycle Assessment: past, present, and future.* Environmental Science and Technology. Vol. 45, p. 90-96, 2011.
- HEGEDUS, Clóvis E. N.** A introdução de novos produtos e o processo de difusão das inovações na estratégia das empresas: uma análise de bens duráveis. 2006. 225 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- JJAKLI, Kenan et al.** How green solar desalination really is? Environmental assessment using life-cycle analysis (LCA) approach. Desalination, v. 287, n.15, p. 123-131, fev. 2012.
- KEMP, R., SMITH, K., BECHER, G.** How should we study the relationship between environmental regulations and innovation?. Final report. Seville, 1999.
- KROZER, Yoram.** Life cycle costing for innovations in product chains. Journal of Cleaner Production, p. 310-32, 2006.
- LÖFGREN, Birger; TILLMAN, Anne-marie; RINDE, Björn.** Manufacturing actor's LCA. Journal Of Cleaner Production, Amsterdam, v. 19, p.2025-2033, 2011.
- LUZ, Leila Mendes da.** Proposta de modelo para avaliar a contribuição dos indicadores obtidos na análise do ciclo de vida sobre a geração de inovação na indústria. 2011. 165 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2011.
- LUNDIE, S.; PETERS, G. M.** Life cycle assessment of food waste management options. Journal of Cleaner Production, 13, 275–286, 2005.

OCDE. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico -. Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação, 3. ed., (tradução FINEP), 2005. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0011/11696.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2012.

POOPAK, S.; AGAMUTHU, P. Life cycle impact assessment (LCIA) of paper making process in Iran. African Journal of Biotechnology. v. 10, p. 4860 – 4870, 2011.

PIERAGOSTINI, Carla; MUSSATI Miguel C.; AGUIRRE, Pío. On process optimization considering LCA methodology. Journal of Environmental Management, v. 96, n. 1, p. 43-54, 15 Abr. 2012.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. *Gestão do ciclo de vida de produtos inovadores e sustentáveis*. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/27/SD04_Gestão_do_Ciclo.pdf>. Acesso em: 01 set 2012.

SILVA, André R. T. Desenvolvimento de fatores de normalização de impactos ambientais regionais para Avaliação do Ciclo de Vida de produtos no estado de São Paulo. 2010. 136 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Escola de Engenharia de São Carlos. São Paulo, 2010.

SILVA, G. A. da; KULAY, L. A. Avaliação do ciclo de vida. In: VILELA JUNIO, A.; DEMAJOROVIC, J. Modelos de ferramentas de gestão ambiental: desafios e perspectivas para as organizações. São Paulo: Editora Senac, 2006.

TIDD, Joe; BESSANT, John. R.; PAVITT, Keith. Gestão da inovação. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

SALOMONE, R.; IOPPOLO, G. Environmental impacts of olive oil production: A Life Cycle Assessment case study in the province of Messina (Sicily). Journal of Cleaner Production. v. 28, p. 88- 100, 2012.

SAGASTUM, E. et al. Evaluation of the environmental performance of lime production in Cuba. Journal of Cleaner Production. v. 31, p.126 – 136, 2012.

SEIFFERT, Mari E. B. Gestão ambiental: Instrumentos, esferas de ação e educação ambiental. 1 ed. 3. reimpr. - São Paulo: Atlas, 2010.

SILVA, André R. T. Desenvolvimento de fatores de normalização de impactos ambientais regionais para Avaliação do Ciclo de Vida de produtos no estado de São Paulo. 2010. 136 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Escola de Engenharia de São Carlos. São Paulo, 2010.

SILVA, Minelle E.; SOUSA, Ismara G.; FREITAS, Lúcia S. Processo de Inovação: Um estudo no setor moveleiro de campina Grande – PB. RAI – Revista de Administração e Inovação. v.9, n.1, 2012.

VERVAEKE, M. Life cycle assessment software for product and process sustainability analysis. Journal of Chemical Education. v. 89, p. 884 – 890, 2012.

WONGLIMPIYARAT, Jarunee. Does complexity affect the speed of innovation? Technovation, v. 25, p. 865-882, 2005.