

Panorama dos Estudos sobre Avaliação do Ciclo de Vida - ACV nas Instituições de Ensino Superior Brasileiras na Última Década

ANTÔNIO, João Ronaldo [\[1\]](#)

GONÇALVES, Daniel Bertoli [\[2\]](#)

ANTÔNIO, João Ronaldo; GONÇALVES, Daniel Bertoli. **Panorama dos Estudos sobre Avaliação do Ciclo de Vida - ACV nas Instituições de Ensino Superior Brasileiras na Última Década.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Edição 07. Ano 02, Vol. 01. pp 226-234, Outubro de 2017. ISSN:2448-0959

Resumo

A Avaliação do Ciclo de Vida – ACV é uma metodologia que permite a estimativa dos impactos ambientais cumulativos resultantes de todas as fases do ciclo de vida de um determinado produto. A partir de uma pesquisa bibliográfica sistemática em artigos publicados no período de 2007 a 2016 na base de dados do Scielo Brasil e da Associação Brasileira de Engenharia de Produção - ABEPRO, o presente artigo busca apresentar um panorama dos estudos relacionados a aplicação da ACV pelas principais instituições de ensino do país, e como tem sido o avanço em relação a aplicação desta metodologia.

Palavras-Chave: Avaliação do Ciclo de Vida, Impactos Ambientais, Metodologia, Pesquisa.

Introdução

A ACV – Avaliação do Ciclo de Vida é uma abordagem do "berço ao túmulo" para a avaliação de sistemas de produção (EPA e SETAC, 2006). Nessa óptica, a avaliação começa com a aquisição de matérias-primas e termina no momento em que todos os materiais sofrem disposição final. A ACV – Avaliação do Ciclo de Vida permite a estimativa dos impactos ambientais cumulativos resultantes de todas as fases do ciclo de vida do produto, muitas vezes incluindo impactos não considerados em análises mais tradicionais (por exemplo, a extração de matérias-primas, material de transporte, disposição final do produto etc.) (GIANNETTI et al., 2008). Ao incluir os impactos ao longo do ciclo de vida do produto, a ACV – Avaliação do Ciclo de Vida oferece uma visão abrangente dos aspectos ambientais do produto ou processo e uma imagem mais precisa do verdadeiro *trade-off* (balanço entre prós e contras) do produto e da seleção de processos. A Figura 1 ilustra as possíveis etapas do ciclo de vida que podem ser consideradas em uma ACV – Avaliação do Ciclo de Vida e as entradas e saídas típicas.



Figura 1. Estágios do ciclo de vida (EPA e SETAC, 2006).

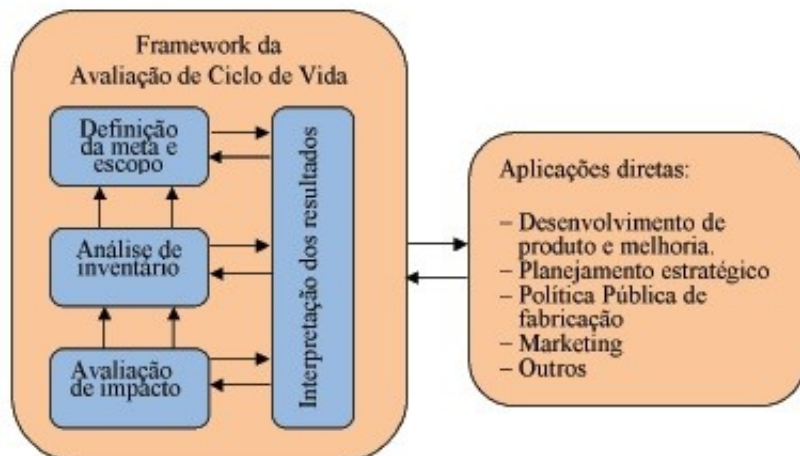
Figura 1: Estágios do ciclo de vida. Fonte:

adaptado de EPA e SETAC (2006)

O conceito de ACV – Avaliação do Ciclo de Vida emergiu na década de 1960 e desde a década de 1970 vários esforços para desenvolver uma metodologia acerca deste conceito, vêm sendo adotados. A partir de 1990 a SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) e a USEPA (US Environmental Protection Agency) propuseram workshops e diversos projetos para desenvolver e promover um consenso sobre um framework visando à condução da Análise de Inventário do Ciclo de Vida e Avaliação de Impacto. Esforços similares foram empreendidos pelo SETAC Europe, outras organizações internacionais de padronização de normas (tais como a International Organization for Standardization - ISO) e praticantes de pesquisas com esta abordagem em todo o mundo (Roy et al., 2009). A metodologia de uma ACV – Avaliação do Ciclo de Vida é estruturada nas quatro fases a seguir, de acordo com Roy et al. (2009):

- Definição dos objetivos e escopo: é uma das fases mais importantes visto que o estudo é realizado de acordo com o estabelecido nesta etapa, que define o propósito do estudo, o resultado esperado, os limites do sistema, unidade funcional (UF) e as suposições;
- Análise de inventário: é a fase mais trabalhosa e demorada comparada com outras fases, sobretudo pela coleta de dados; esta coleta pode consumir pouco tempo em caso de existirem boas bases de dados e se clientes e fornecedores estiverem dispostos a ajudar; informações de bases de dados podem ser utilizadas para processos que não são de produtos específicos, tais como dados gerais sobre a produção de eletricidade, carvão e embalagem;
- Avaliação de impacto: a AICV - Avaliação dos Impactos de Ciclo de Vida visa compreender e avaliar os impactos ambientais com base na análise de inventário no âmbito da meta e no escopo do estudo, fase em que os resultados do inventário são atribuídos a diferentes categorias de impacto, com base nos tipos de impactos esperados ao meio ambiente; a Avaliação dos Impactos na ACV geralmente consiste dos seguintes elementos: classificação, caracterização, normatização e avaliação;
- Interpretação dos resultados: o propósito de uma ACV – Avaliação do Ciclo de Vida é se obter conclusões que possam apoiar uma decisão ou fornecer um resultado facilmente compreensível. O inventário e os resultados da avaliação de impacto são discutidos juntos, no caso de uma AICV - Avaliação dos Impactos de Ciclo de Vida, ou unicamente do inventário, no caso da análise ICV -

Inventário de Ciclo de Vida e significativas questões ambientais são identificadas para conclusão e recomendações compatíveis com os objetivos e escopo do estudo. As quatro fases previamente descritas podem ser visualizadas na Figura 2.



Fonte: Adaptado de Roy et al. (2009)

Figura 2. Estágio de uma Análise do Ciclo da Vida (ACV)

Figura 2: Estágio de uma Análise do Ciclo de Vida (ACV). Fonte: adaptado de Roy et al. (2009)

Segundo Seo *et al.* (2013), a importância que foi conquistada pela ACV – Avaliação do Ciclo de Vida quando se trata de Gestão Ambiental e da Prevenção da Poluição induziu a padronização da estrutura metodológica pela International Organization for Standardization (ISO), respectivamente na família 14040 da série 14000. Até o ano de 2005 lançaram-se as seguintes normas técnicas dessa coleção:

ISO 14040: Environmental management – Life Cycle Assessment - Principles and framework (1997);

ISO 14041: Environmental management – Life Cycle Assessment - Goal and scope definition and inventory analysis (1998);

ISO 14042: Environmental management – Life Cycle Assessment - Life cycle impact assessment (2000);

ISO 14043: Environmental management – Life Cycle Assessment - Life cycle interpretation (2000).

A ABNT, um dos membros ativos e fundadores das discussões em torno de normas técnicas na ISO, igualmente dispõe do seu comitê técnico de gestão ambiental (ABNT/CB-38), com estrutura similar ao ISO/TC 207. Este comitê traduz normas internacionais para o português, publicando as respectivas NBR-ISO (POMBO *et al.*, 2008).

Este trabalho busca apresentar um panorama dos estudos relacionados à aplicação da ACV pelas principais instituições de ensino do país nos últimos dez anos, discutindo os avanços em relação à aplicação desta metodologia.

Metodologia

Para a realização deste estudo foi utilizada a técnica de revisão bibliográfica sistemática, utilizando duas importantes bases científicas, o SciELO - Scientific Electronic Library Online, e os anais eletrônicos do Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), principal evento nacional da área de Engenharia de Produção organizado pela ABEPRO - Associação Brasileira de Engenharia de Produção. Em ambas foram pesquisados termos relacionados ao tema para a identificação de artigos científicos e resumos que abordaram a ACV – Avaliação do Ciclo de Vida.

Os artigos encontrados foram analisados e separados por ano de publicação, principal autor, obra, área de estudo, instituição de ensino e base de dados, de forma a avaliar qualitativa e quantitativamente o panorama dos estudos relacionados a aplicação do ACV – Avaliação do Ciclo de Vida pelas principais instituições de ensino do país.

Resultados e discussão

A pesquisa identificou 30 artigos das principais instituições de ensino do país que citavam ACV – Avaliação de Ciclo de Vida, no período de 2007 á 2016, sendo 17 pesquisados nos anais da ABEPRO e 13 no site da SCIELO Brasil. O Quadro 1 demonstra como estão distribuídos estes trabalhos nas instituições de ensino e como tem sido o avanço no Brasil em relação a aplicação desta metodologia nos últimos 10 anos (2007 á 2016).

Quadro 1 – Artigos publicados relacionados à aplicação da metodologia ACV – Avaliação do Ciclo de Vida disponíveis nas bases de dados so Scielo e da ABEPRO entre 2007 e 2016.

Ano	Autor Principal	Título	Área	Instituição	Base
2007	Gabriela Delgado Ibrahim	Análise de ciclo de vida de sacos plásticos produzidos por reciclagem - Estudo de caso em Seropédica RJ	Serviços	CEFET	ABEPRO
2007	Márcia Noélia Eler	Métodos de estudos de sustentabilidade aplicados a aquicultura	Agronegócio	USP	SCIELO
2008	Biagio F. Giannetti	Inventário de ciclo de vida da manufatura de seringas odontológicas	Indústria	UNIP	SCIELO
2009	Elbert Muller Nigri	Cimento tipo portland: uma aplicação da análise do ciclo de	Indústria	UFMG	ABEPRO

2010	Elbert Muller Nigri	vida simplificada Comparando processos industriais e artesanais: uma aplicação da análise simplificada do ciclo de vida na produção de cachaça	Indústria	UFMG	ABEPRO
2010	Juan Carlos Claros Garcia)	Emissão de gases de efeito estufa no ciclo de vida do etanol: estimativa nas fases de agricultura e industrialização em Minas Gerais	Agronegócio	UFMG	SCIELO
2010	Jorge Alberto S. Tenório	Avaliação do ciclo de vida e custeio do ciclo de vida de evaporadores para usinas de açúcar	Agronegócio	USP	SCIELO
2010	Guilherme de C. Queiroz	Reciclagem de sacolas plásticas de polietileno em termos de inventário de ciclo de vida	Serviços	CETEA	SCIELO
2011	Elbert Muller Nigri	Avaliando impactos ambientais a partir de ACV comparadas de processos industriais e artesanais: o caso do queijo de minas	Indústria	UFMG	ABEPRO
2011	Antonio Carlos Dantas Cabral	Mapeamento e análise dos impactos ambientais na cadeia produtiva	Indústria	IMT	ABEPRO

		da embalagem para cosmético: estudo de caso frasco de vidro Kaiak			
2011	Ilana de Souza Nunes	Prospecção de impactos ambientais com apoio da metodologia de avaliação de ciclo de vida: estudo de caso na produção de soros hiperimunes em um laboratório farmacêutico oficial	Indústria	CEFET	ABEPRO
2011	Maurinice Daniela Rodrigues	Utilização da análise do ciclo de vida e aplicação de design for environment: o caso de produtos de pedra-sabão de Minas gerais	Indústria	UFMG	ABEPRO
2012	Daniela da Gama e Silva Volpe Moreira de Moraes	Logística reversa de celulares: avaliação ambiental de cenários	Indústria	CTI	ABEPRO
2012	Cassiano Moro Piekarski	Modelagem de cenário para avaliação de ciclo de vida do painel de madeira MDF utilizando o software Humberto ®	Indústria	UTFPR	ABEPRO
2012	Andreza Kalbusch	Método para quantificação do consumo energético no ciclo de vida de	Serviços	UESC	SCIELO

2013	Michael Walter Trommer	equipamentos hidrossanitários ACV do processo de produção de cerveja	Indústria	UNIMEP	ABEPRO
2013	Bruno Jacomel	Sustentabilidade ambiental e avaliação do ciclo de vida (ACV) de produto: estudo comparativo entre duas embalagens	Indústria	UFSC	ABEPRO
2013	Rafael Pazeto Alvarenga	Avaliação da periculosidade ambiental da produção agrícola de milho por meio de um estudo qualitativo de avaliação de ciclo de vida (ACV) : um estudo de caso	Agronegócio	UNESP	ABEPRO
2013	Edison S. Claudino	Análise do Ciclo de Vida (ACV) aplicada ao agronegócio - Uma revisão de literatura	Agronegócio	UFGD	SCIELO
2014	Aline Capanema de Barros	Análise comparativa dos impactos ambientais dos processos de produção industrial e artesanal utilizando ACV: o caso do doce de leite	Indústria	UFMG	ABEPRO
2014	Regivaldo Santos Silva Filho	Análise do ciclo de vida (ACV) e aplicação de cumulative energy demand (CED):	Agronegócio	UESC	ABEPRO

2014	Amanda Rodrigues Inacio	uma investigação na produção de uma cafeteira Aplicação da análise do ciclo de vida como estratégia para minimizar a geração de rejeitos no processo produtivo: um estudo de caso no processo de panificação	Serviços	SENAC	ABEPRO
2014	Samanta Pereira Ferraz	Oportunidades de aplicação da avaliação do ciclo de vida na gestão da produção de ovos	Agronegócio	UESB	ABEPRO
2014	Ana Carolina Badalotti Passuello	Aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida na análise de impactos ambientais de materiais de construção inovadores: estudo de caso da pegada de carbono de clínqueres alternativos	Indústria	UFRGS	SCIELO
2014	Geraldo Antônio Reichert	Avaliação do ciclo de vida e apoio à decisão em gerenciamento integrado e sustentável de resíduos sólidos urbanos	Serviços	UFRGS	SCIELO
2014	Paulo Henrique Ribeiro Borges	Estudo comparativo da análise de ciclo de	Indústria	CEFET	SCIELO

		vida de concretos geopoliméricos e de concretos à base de cimento Portland composto (CP II)			
2015	Matheus Roberto Manara	Avaliação do processo produtivo de celulose branqueada com base nos princípios da ACV - Avaliação do Ciclo de Vida	Indústria	FAJ	ABEPRO
2015	Luiz Alexandre Kulay	Avaliação de desempenho ambiental de sistemas para fornecimento de água quente para uso doméstico	Serviços	USP	SCIELO
2016	Vinicius Martins Marques	Avaliação ambiental do ciclo de vida de telhas de fibrocimento com fibras de amianto ou com fibras de polipropileno	Indústria	UVRS	SCIELO
2016	Elaine Aparecida da Silva	Impactos ambientais da produção de garrafas de polietileno numa indústria de Teresina-PI	Indústria	UFPI	SCIELO

Fonte: Elaborado pelos Autores

A pesquisa permitiu estruturar os resultados deste trabalho em três itens principais: instituições de ensino, base de dados e áreas de atuação, conforme Figuras 3, 4 e 5 respectivamente.

Figura 3 – Publicações relacionadas à ACV no período de 2007 a 2016 por Instituição de Ensino. Fonte: elaborado pelos autores

Na Figura 3 observa-se que de forma geral, as publicações nas instituições de ensino do país relacionadas a aplicação da metodologia de ACV – Avaliação de Ciclo de Vida está distribuída de forma regular, com exceção a UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais, que demonstra claramente, neste período estudado, um número superior de publicações realizadas sobre o tema, quando comparada as demais instituições de ensino identificadas no estudo. Um aspecto interessante é que todos os seis artigos publicados pela UFMG estão relacionados à temática da fabricação artesanal de produtos da região onde a universidade está localizada (cachaça, pedra-sabão, queijo e doce de leite), demonstrando o interesse da instituição em fazer pesquisa e estudo de casos em exemplos típicos da comunidade onde a universidade atua.

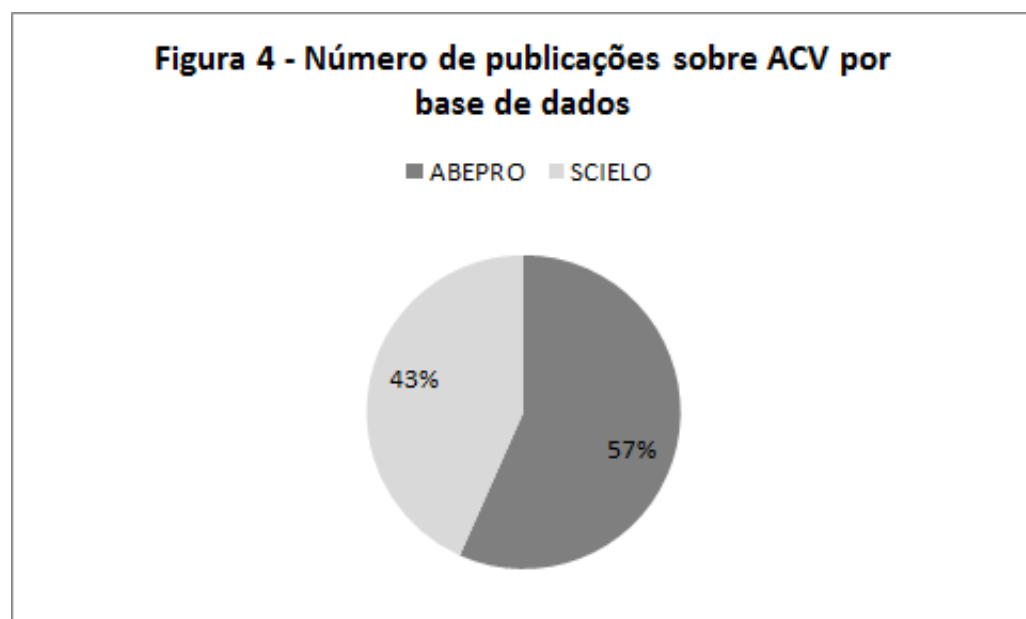


Figura 4 – Número de publicações sobre ACV por bases de dados. Fonte: elaborado pelos autores

Em relação à Figura 4, observa-se que há um ligeiro desequilíbrio no número de publicações relacionadas ao tema entre as duas bases de dados, favorável à ABEPRO, o que demonstra que o ENEGEP, principal evento de Engenharia de Produção do Brasil, foi o meio que mais divulgou trabalhos sobre ACV – Avaliação do Ciclo de Vida dentre as bases consultadas no período.

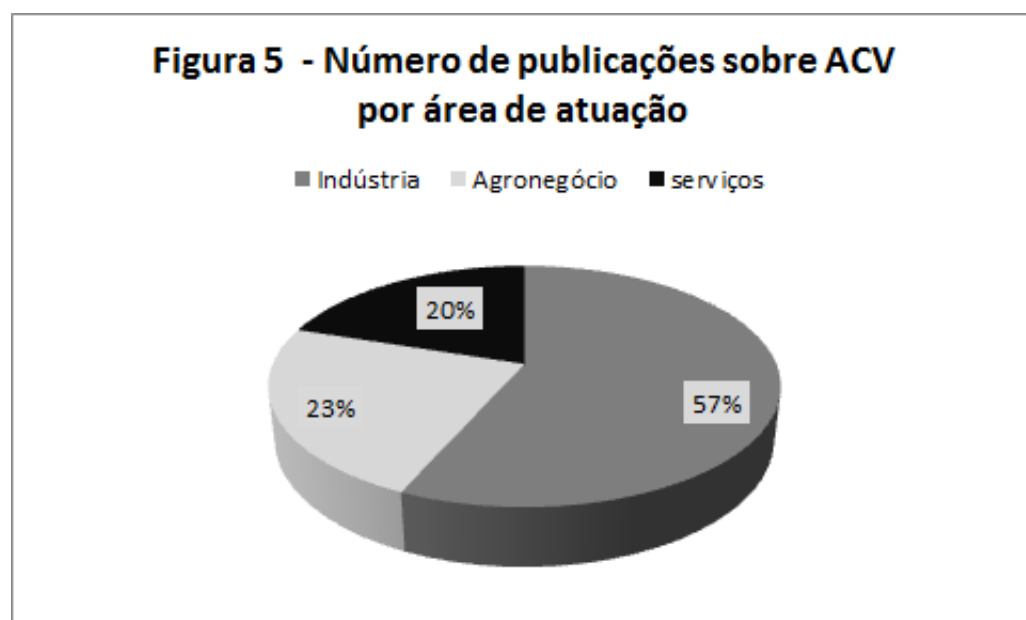


Figura 5 – Número de publicações sobre ACV por setor de aplicação. Fonte: elaborado pelos autores

Na Figura 5, observa-se que a maior parte dos casos de aplicação da metodologia de ACV – Avaliação do Ciclo de Vida são realizadas utilizando casos de produção industrial, o que pode ser explicado pelas maiores oportunidades proporcionadas pelo ambiente industrial para a redução de custos nos processo de fabricação, e pelo fato das empresas estarem cada vez mais pressionadas a buscar alternativas para se

manter competitivas no mercado, seja pela necessidade de redução de custos no processos, no reaproveitamos dos recursos naturais, assim como pela necessidade de demonstrar ao público interessado suas ações para a redução de impactos ambientais de seus produtos e/ou processos. Em segundo lugar ficou o agronegócio com inúmeras oportunidades de aplicação da ACV, e em terceiro o setor de serviços, com oportunidades também promissoras, mas com menor velocidade de avanço em razão da dificuldade maior para definir e contabilizar os mesmos ganhos.

Conclusão

Embora o estudo apresente algumas restrições em relação às bases de dados pesquisadas, pode-se verificar aspectos interessantes sobre a aplicação da metodologia ACV pelas instituições de ensino do país, como o exemplo dos processos artesanais nos estudos da UFMG, que demonstram que mesmo em processos e produtos simples é possível mensurar ganhos com a metodologia.

Cada dia mais as empresas precisam ser mais competitivas no mercado, e um fator determinante para isto é a redução de seus custos de seus processos e de seus produtos, e a aplicação da metodologia ACV – Avaliação do ciclo de vida tem se mostrado uma excelente ferramenta para atingir estes resultados de forma robusta e sustentável, tornando as empresas mais competitivas e demonstrando o seu compromisso com o meio ambiente para as partes interessadas.

As instituições de ensino tem um papel importante na difusão desta metodologia nas empresas públicas e privadas, é uma das maneiras para isto é através da realização de parcerias. A instituições de ensino podem ajudar as empresas a identificarem as oportunidades para aplicação da metodologia, assim como de implantarem corretamente todos os conceitos da metodologia ACV – Avaliação do ciclo de vida, acompanhar os resultados, aumentar em número e qualidade a capacitação das pessoas para trabalharem com a metodologia.

Em suma, sabemos que as empresas no Brasil, de forma geral, precisam melhorar a gestão voltada para a identificação das oportunidades de redução dos impactos ambientais dentro de seus processos e produtos, e a fomentação e consolidação do uso da metodologia ACV – Avaliação do ciclo de vida é um excelente caminho para atingir a sustentabilidade em seus processos.

Referências

EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY; SETAC - SCIENCE APPLICATIONS INTERNATIONAL CORPORATION. *Life Cycle Assessment: principles and practice*. 2006. Disponível em: <http://www.epa.gov/ord/NRMRL/lcaccess/pdfs/600r06060.pdf>>. Acesso em: out. 2016. [Links]

ROY, P.; NEI, D.; ORIKASA, T.; XU, Q.; OKADAME, H.; NAKAMURA, N.; SHIINA, T. A review of life cycle assessment (LCA) on some food products. *Journal of Food Engineering*, v.90, p.1-10, 2009.

SEO, EMÍLIA, & KULAY, LUIZ. Avaliação do ciclo de vida: ferramenta gerencial para tomada de decisão. **InterfacEHS-Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**, 1(1), 2013.

GIANNETTI, Biagio F.; ALMEIDA, Cecília M. V. B.; BONILLA, SÍLVIA H.; RIBEIRO, Celso M. Inventário de ciclo de vida da manufatura de seringas odontológicas. **Revista Produção**, v.18, n.1, p.

155-169., 2008.

POMBO, Felipe e MAGRINI, Alessandra. Panorama de aplicação da norma ISO 14001 no Brasil. **Gestão & Produção**, 15(1), 1-10, 2008.

LIMA, A.M.F. Avaliação do Ciclo de Vida no Brasil – inserção e perspectivas. Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, Salvador, 2007. 116p (Dissertação – Mestrado).

ABCV. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO CICLO DE VIDA. **Histórico do desenvolvimento da ACV**. <http://www.abcvbrasil.org.br/> > acesso em 26 outubro de 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14001**: sistemas de gestão ambiental: requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14040**: gestão ambiental: avaliação do ciclo de vida: princípios e estrutura. Rio de Janeiro, 2009a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14044**: gestão ambiental: avaliação do ciclo de vida: requisitos e orientações. Rio de Janeiro, 2009b.

[1] Engenheiro de Produção Mecânica, Mestrando em Processos Tecnológicos e Ambientais da Universidade de Sorocaba – UNISO

[2] Engenheiro Agrônomo, Docente e Pesquisador do Programa de Pós Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais da Universidade de Sorocaba – UNISO.