

Melhoria ambiental através da ACV: revisão de literatura

Reinaldo Luan Rodrigues (UTFPR) rlrodrigues@outlook.com.br
Nathalie Hamine Panzarini (UTFPR) nhpanzarini@gmail.com
Antonio Carlos de Francisco (UTFPR) acfrancisco@utfpr.edu.br
Cassiano Moro Piekarski (UTFPR) piekarski@utfpr.edu.br

Resumo:

Este artigo tem como principal objetivo expor e contextualizar a Sustentabilidade, tendo como foco principal a Avaliação do Ciclo de Vida e suas principais formas de avaliações. A discussão do Desenvolvimento Sustentável (DS) por vários atores, como as organizações, os governos e a sociedade, vem ganhando entendimentos divergentes, gerando debates e estudos do tema, inclusive no que se refere a sua definição e formas de avaliações. A ACV é uma ferramenta para a análise do impacto ambiental de produtos levando em consideração todas as fases do seu ciclo de vida, desde a extração de recursos até seu descarte. Como um estudo de ACV gera e necessita de uma grande quantidade de dados, com o desenvolvimento e aprimoramento da técnica, foram sendo desenvolvidas algumas ferramentas exclusivas e base de dados afim de ajudar a realização de uma ACV. Se aplicada corretamente, a ACV pode trazer muitos benefícios tanto para as empresas, quanto para os consumidores. Pois sabe-se que ela poderá trazer como principais resultados para os gestores os seguintes aspectos: identificação de oportunidades para melhorar os aspectos ambientais dos produtos em diversos pontos relacionados a seu ciclo de vida; tomada de decisões na indústria; seleção de indicadores pertinentes de desempenho ambiental, incluindo técnicas de medição e poderá auxiliar também no marketing corporativo.

Palavras chave: Sustentabilidade, ACV, Melhoria Ambiental.

Environmental improvement through the ACV: literature review

Abstract

This article aims to expose and contextualize Sustainability, focusing mainly on the Life Cycle Assessment and its main forms of assessments. Discussion of Sustainable Development (SD) by various actors such as organizations, governments and society, has gained divergent understandings, generating debates and theme studies, including with respect to its definition and forms of assessment. LCA is a tool for analyzing the environmental impact of products taking into account all phases of its life cycle, from resource extraction to disposal. As an LCA study generates and requires a lot of data, with the development and improvement of the technique have been developed some exclusive tools and database in order to help carry out an LCA. If applied correctly, the ACV can bring many benefits to both companies, and for consumers. Since it is known that it can bring as main results for the following managers: identifying opportunities to improve the environmental aspects of products at various points related to their life cycle; decision-making in the industry; selection of relevant indicators of environmental performance, including measurement techniques and may also assist in corporate marketing.

Key-words: Sustainability, LCA, Environmental Improvement.

1. Introdução

A discussão do Desenvolvimento Sustentável (DS) por vários atores, como as organizações, os governos e a sociedade, vem ganhando entendimentos divergentes, gerando debates e estudos do tema, inclusive no que se refere a sua definição. Isto geralmente acontece pelo fato de que as interpretações ou aplicações vão de encontro às necessidades ou interesses de cada ator. No caso das organizações, os esforços ainda estão concentrados no desempenho econômico-financeiro. Já os governos e instituições relacionadas procuram elaborar leis e normas que permitam controlar ou regular os impactos que as atividades das organizações e da sociedade promovem. No caso da sociedade, há uma busca pela preservação das tradições culturais, pela inclusão social, pela qualidade de vida e o bem-estar, assim como pelo respeito aos direitos humanos (CHUM, 2010).

Esse conflito não é recente e com algumas iniciativas ao longo do tempo tem-se chegado num consenso. Uma dessas iniciativas foi a Comissão Mundial das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED) de 1987, vinculada à Organização das Nações Unidas (ONU), que apresentou um documento titulado "Our Common FutureJJ" ("Nosso Futuro Comum"), que depois ficou conhecido como o Relatório Brundtland, em homenagem à Coordenadora da Comissão Gro Harlem Brundtland. Neste documento foram colocadas discussões e propostas para tentar equilibrar o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental. Este relatório define o Desenvolvimento Sustentável como o desenvolvimento que permite satisfazer as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades.

O Triple Bottom Line (TBL) ou Tripé da Sustentabilidade, proposto por Elkington em 1997, apresenta as dimensões ambiental, social e econômica. A Figura 1 ilustra o TBL, cuja dimensão econômica tem seu foco no lucro. Já a dimensão social direciona sua atenção para as pessoas e a dimensão ambiental para o planeta. Como mostra a figura, existem interseções entre as dimensões. Na interseção da dimensão econômica com a ambiental tem-se a eco-eficiência, que segundo o World Business Council for Sustainable Development (WBCSD, 1992) eco-eficiência é a distribuição de bens e serviços com preços competitivos, que satisfazem as necessidades humanas e trazem qualidade de vida, reduzindo progressivamente os impactos ecológicos e a intensidade de extração dos recursos naturais ao longo do ciclo de vida, levando em consideração a capacidade estimada do Planeta. Entre a dimensão social e econômica está a equidade e na interseção da dimensão ambiental com a social encontra-se a responsabilidade. Finalmente, na interseção das três dimensões está a Sustentabilidade.



Figura 1 - Dimensões da Sustentabilidade
Fonte: Adaptado de ELKINGTON (1997).

Baseado em tais fatos, este artigo tem como principal objetivo expor e contextualizar a Sustentabilidade, tendo como foco principal a Avaliação do Ciclo de Vida e suas principais formas de avaliações. Elencando cada ponto de forma clara, a fim de facilitar a compreensão e formação de conceitos.

2. Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)

O pensamento do ciclo de vida visa identificar os impactos que ocorrem nas fases do ciclo de vida de um produto ou material. Além disso, identificam-se os impactos decorrentes de escolhas feitas pelas organizações, como por exemplo, o material a ser utilizado para a produção de um produto, o processo de fabricação, as fontes de energia necessárias e o mercado a ser atendido. Na prática, o conceito de ciclo de vida significa avaliar os impactos potenciais no âmbito do processo de tomada de decisão (CHUM, 2010).

Em 2007, a United Nations Environment Programme (UNEP) juntou forças com a Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) definiram os principais objetivos do pensamento do ciclo de vida: a redução da utilização de recursos, das emissões nocivas ao meio ambiente e a melhoria do desempenho sócio-econômico nas fases do ciclo de vida de um produto. A Figura 2 ilustra um sistema-produto mostrando as fases de um ciclo de vida genérico. Este inicia com a extração dos recursos materiais nas fontes e que são utilizados como matéria prima no desenvolvimento de produtos. Na sequência, tem-se o projeto e produção dos produtos, seguida da embalagem e da distribuição. Com o produto no mercado, a seguinte fase do ciclo de vida é o uso e a manutenção do produto. Após esta fase normalmente viria o descarte, mas neste ciclo de vida surgem opções como: o reuso, a reciclagem de materiais ou componentes, a incineração, o reaproveitamento ou recuperação do produto desde o início do ciclo (UNEP/SETAC, 2007).

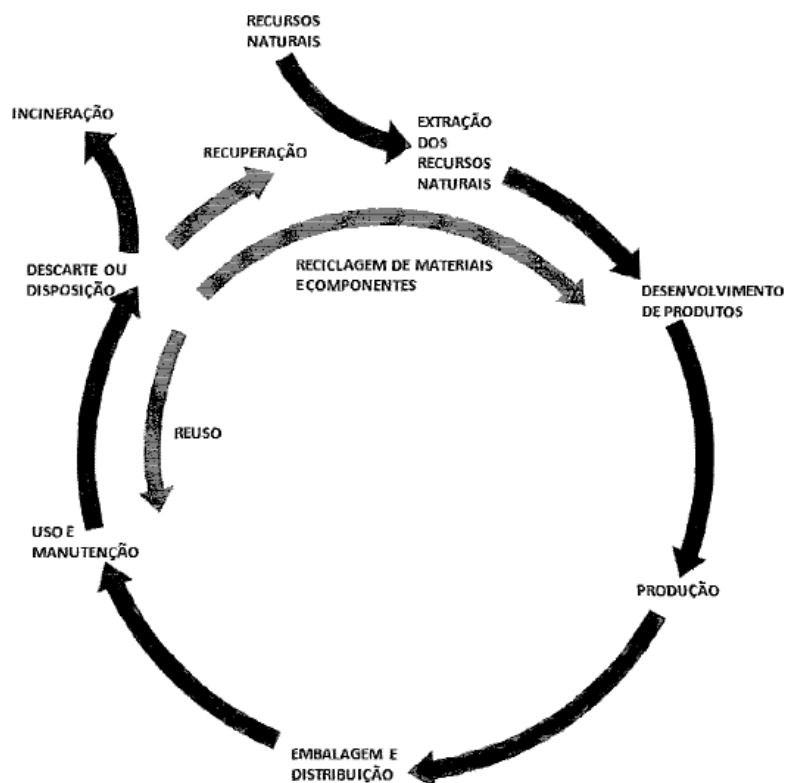


Figura 2 - Ciclo de vida de um produto.
Fonte: Adaptado de UNEP/SETAC (2007).

A ACV tem como função avaliar aspectos ambientais e impactos potenciais relacionados a um produto, mediante a realização de um inventário de entradas e saídas pertinentes de um sistema de produto (ABNT, 2009a). Guinée (2011) completa tal conceito citando que a ACV é uma ferramenta para a análise do impacto ambiental de produtos levando em consideração todas as fases do seu ciclo de vida, desde a extração de recursos até seu descarte. De acordo com Barbieri (2004, p. 146) a ACV também “é conhecida pela expressão do berço ao túmulo (cradle to grave), berço indicando o nascedouro dos insumos primários mediante a extração dos recursos naturais, e túmulo sendo o destino final dos resíduos que não serão reusados ou reciclados”. Desta forma os descartes gerados nos diferentes processos do ciclo de vida do produto, tais como a geração de efluentes líquidos e resíduos sólidos e, o consumo de energia e de matérias-primas são avaliados (SANTOS, 2002).

Com isso a utilização da abordagem da ACV admite que a empresa entenda de maneira mais clara os efeitos ambientais totais de seus produtos e processos (FUNDACIÓN..., 1999). Além disso, a ACV também permite identificar ao longo do processo ou produto quais estágios do ciclo de vida contribui com mais significância para o impacto ambiental. As principais aplicações da ACV de acordo com Guinée (2001) estão em: analisar as origens dos problemas relacionados a um determinado produto; possibilitar melhorias por meio da comparação de variáveis de um produto qualquer; promover a concepção de novos produtos e possibilitar a escolha entre uma série de produtos comparáveis. As aplicações da ACV estão relacionadas a duas grandes vertentes: a primeira se refere à comparação da função ambiental de produtos, os quais exercem a mesma função; e a segunda à identificação de oportunidades de melhora de desempenho ambiental (SILVA e KULAY, 2006).

A utilização da ACV seguindo a primeira vertente “localiza maior solicitação junto a organizações empresariais que tenham interesse em demonstrar a supremacia ambiental de seus produtos sobre dos concorrentes, com a intenção de conquistar novos mercados” (SILVA E KULAY, 2006, p. 321). Assim a UNEP (2007) menciona itens onde a ACV pode ajudar, são eles:

- Identificação de oportunidades para melhorar os aspectos ambientais dos produtos em diversos pontos relacionados a seu ciclo de vida;
- Tomada de decisões na indústria, organizações governamentais ou não governamentais;
- Seleção de indicadores pertinentes de desempenho ambiental, incluindo técnicas de medição;
- No marketing (por exemplo, uma declaração ambiental).

2.1 Fases da ACV

Segundo a norma ISO 14040, as fases da ACV são quatro: definição do objetivo e do escopo, análise de inventário, avaliação de impactos e interpretação de resultados. Sendo que a interação entre as fases pode ser observada na Figura 3 (ABNT, 2009a).

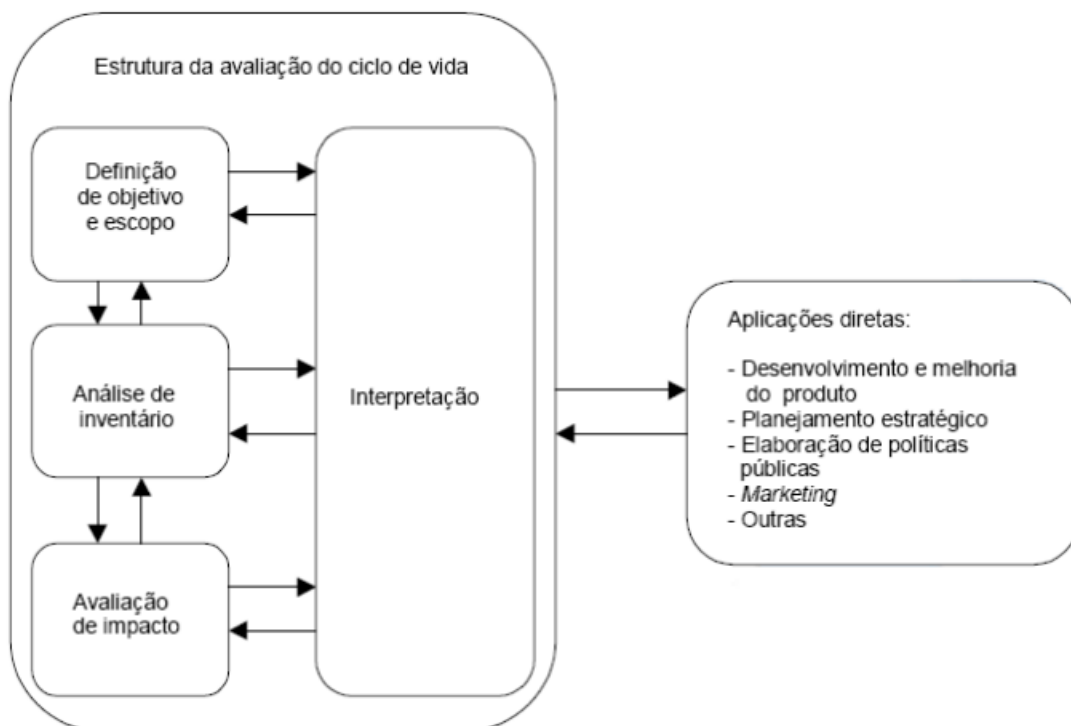


Figura 3 - Fases de uma ACV
Fonte: ABNT (2009).

Onde na primeira fase, é determinado como o estudo da ACV será conduzido. Já na fase seguinte, onde na análise do inventário os dados necessários são levantados, coletados e analisados. Na fase de avaliação de impacto, os dados originados na etapa anterior são associados a impactos ambientais específicos e por fim na última fase os resultados são estudados de acordo com os objetivos definidos na primeira fase do estudo (LUZ, 2011).

2.1.1 Definição do objetivo e escopo

Trata-se do primeiro passo da ACV, é onde são feitas as escolhas iniciais que irão determinar o plano de trabalho da ACV do produto e onde serão estabelecidas as principais características do estudo (GUINÉ et. al, 2001).

De acordo com a ABNT (2009a) o objetivo e o escopo devem declarar de forma bem clara qual será a aplicação almejada, suas razões para se conduzir o estudo, o público-alvo e ainda ser consistente com a aplicação pretendida.

2.1.2 Análise do inventário do ciclo de vida (ICV)

A análise do inventário do ciclo de vida é utilizada para a coleta de dados e procedimento de cálculo que tem como objetivo quantificar as entradas e saídas dos contornos do sistema do produto, onde tais dados constituirão a base para avaliação do impacto do ciclo de vida do mesmo (ABNT, 2009a). É nesta fase que se deve coletar um grande número de informações das unidades de processo, levando em conta os limites estabelecidos na fase anterior para o sistema do produto. Os dados coletados são agrupados considerando as cargas ambientais ou os itens a serem avaliados, e na unidade funcional (PEREIRA, 2008).

Neste caso, os dados podem ser classificados em títulos gerais incluindo: entradas de energia, matérias-primas, auxiliares e outras entradas físicas; produtos, coprodutos e resíduos;

emissões atmosféricas, liberações para a água e solo, e outros aspectos ambientais (ABNT, 2009a). Desta maneira o produto do inventário do ciclo de vida é uma lista que contém os valores consumidos de energia e materiais e as quantidades de emissões poluentes ao meio ambiente (PEREIRA, 2008).

Nesta fase da ACV são identificadas todas as entradas e saídas de cada unidade de processo a fim de realizar a avaliação de quais são as mais importantes para a modelagem dos dados. Para isso são utilizados critérios de relevância nos aspectos de balanço de massa, balanço energético e importância para o meio ambiente (COSTA, 2007). Segundo Chehebe (1997) o critério mais empregado é o balanço de massa, que orienta a decisão para a inclusão de todas as entradas que contribuam mais do que uma determinada porcentagem da massa total de entrada do sistema em questão.

De acordo com Passuelo (2007), após a definição do objetivo e escopo é realizada a preparação para a coleta de dados, que pode incluir a definição de quais dados serão primários e secundários, o preparo das planilhas de coleta e o qual será o treinamento das pessoas para a coleta dos dados. Posteriormente à etapa de preparação, é realizada a coleta de dados propriamente dita, por via direta e/ou indireta, neste estágio do estudo é importante que seja verificado tanto o objetivo quanto o escopo estão sendo alcançados e que seja feito registro de todos os procedimentos realizados.

2.1.3 Avaliação de impacto do ciclo de vida (AICV)

A fase de avaliação do impacto do ciclo de vida (AICV) utiliza os resultados obtidos na análise do inventário para aferir a significância dos impactos ambientais potenciais. A escolha dos impactos avaliados e das métodos utilizados bem como o nível de detalhes também depende do objetivo e do escopo do estudo (ABNT, 2009a, p.15).

A Norma ISO 14044, indica que a AICV pode incluir elementos obrigatórios e elementos opcionais. Os elementos obrigatórios englobam a seleção das categorias de impacto, classificação e caracterização, já os elementos opcionais englobam a normalização, agrupamento, ponderação e análise adicional da qualidade dos dados.

2.1.4 Interpretação

De acordo com a ISO 14040 nesta fase as constatações da análise do inventário e da avaliação de impacto são combinadas visando alcançar conclusões e recomendações. Assim a interpretação destas constatações podem se transformar em conclusões e recomendações úteis para os gestores (ABNT, 2009a).

Esta fase da ACV compreende três etapas (CHEHEBE, 1997; FERREIRA, 2004): Identificação dos assuntos ambientais mais significativos tendo como base os resultados obtidos nas fases de ICV ou AICV; Avaliação da integridade (plenitude), sensibilidade e consistência; Conclusões, recomendações e relatório referentes às questões ambientais significativas.

Esse fato fornece uma espécie de controle da qualidade e essas informações podem ser utilizadas para refinar a definição do escopo e concentrar-se nas mais importantes unidades de processo (PIEKARSKI, 2013).

2.2.2 Indicadores de ACV

Em um estudo de ACV são obtidos vários indicadores relacionados às entradas e saídas do sistema e ao impacto ambiental que o mesmo pode causar, demonstrando seu perfil durante todo seu ciclo de vida (LUZ, 2011).

Estes indicadores estão divididos em dois grupos: os de entrada e os de saída. Nestes dois grupos são mensurados seis principais indicadores: consumo de energia, consumo de recursos naturais, uso do solo, emissões para o ar, emissões para águas e resíduos sólidos. Sendo que para cada um destes, são quantificados aspectos ambientais considerados importantes, seguindo o objetivo e escopo de cada estudo desenvolvido, variando de sistema para sistema (SILVA, 2007; PRADO, 2007; PEREIRA, 2008).

2.2.3 Ferramentas para Análise do Ciclo de Vida

Como um estudo de ACV gera e necessita de uma grande quantidade de dados, com o desenvolvimento e aprimoramento da técnica, foram sendo desenvolvidas algumas ferramentas exclusivas e base de dados afim de ajudar a realização de uma ACV. Destes, os normalmente utilizados em trabalhos acadêmicos são: SimaPro (SILVA, 2002), Umberto (DURÃO, 2009; PRADO, 2007), Gabi (PASSUELO, 2007) e a base de dados Ecoinvent (TAKAHASHI, 2008; CAMARGO, 2007).

2.2.3.1 Ferramenta Umberto

O Umberto foi desenvolvido pela instituição Alemã ifu Institut für Umweltinformatik Hamburg GmbH (Instituto de Informática Ambiental Hamburg Ltda.), para modelagem, visualização de cálculo e avaliação dos sistemas de fluxo de materiais e energia, tendo como finalidade organizar os dados obtidos possibilitando clareza na obtenção e interpretação dos resultados (LUZ, 2011).

Um dos benefícios deste software é a possibilidade de analisar e otimizar os sistemas de processo de produção. Podendo neste caso, ser empregado para estudar uma única linha de produção, uma planta ou toda a empresa. Tal software permite o diagnóstico em várias perspectivas, tais como (UMBERTO, 2010b):

- Análise do fluxo de materiais, com modelagem gráfica;
- Otimização dos sistemas de produto;
- Avaliação do Ciclo de Vida (ACV);
- Análises e relatórios, dos custos e impactos ambientais;
- Cálculo e visualização de indicadores de desempenho.

Por este motivo, este software vem sendo grandemente utilizado por indústrias de gestão de resíduos, químicas e de impressão. Sendo também, utilizado por empresas de consultoria e investigação na realização de projetos e universidades (UMBERTO, 2010a). De acordo com Umberto (2010c), são dois os principais objetivos que levam à utilização deste software nas empresas. O primeiro, é detectar pontos importantes para otimização dos processos no sistema de produção, e o segundo, reduzir os recursos de materiais e energia e minimizar as quantidades de emissões poluentes. Além disso, de acordo com Durão (2009) o Umberto permite visualizar fluxos, analisar e avaliar os impactos ambientais.

Devido a sua grande versatilidade, este software pode ser adaptado para atender às especificidades da indústria. Gerando uma visualização de todo o processo, desde a extração da matéria-prima até o descarte do produto final (UMBERTO, 2010b). Isso pode resultar em apoio significativo à tomada de decisão dentro das organizações (UMBERTO, 2010c).

O Ecoinvent se trata de uma base de dados internacional, apresentando ICV em diversas áreas como: agricultura, transportes, abastecimento de energia, produtos químicos a granel e de especialidade, materiais de construção, materiais de embalagem, metais básicos e preciosos, processamento de metais, as TIC e eletrônica, bem como o tratamento de resíduos. ICV são baseados em dados industriais compilados por institutos de pesquisa de renome internacional e examinadores da ACV. Os dados ficam disponíveis no formato de dados EcoSpold, e são compatíveis com as principais ferramentas (software) de ACV (ECOINVENT, 2014).

Cada software desenvolvido para apoio a ACV apresenta características diferentes e, devido ao grande número de ferramentas que podem ser utilizadas nestes estudos, um ponto importante na sua escolha, de acordo com EPA (2006), é verificar se ela atenderá o nível de análise requerida dos dados para cumprimento do objetivo estabelecido. Para auxiliar nesta escolha segundo Tateyama (2007) algumas características de um bom software de ACV podem ser observadas: Quanto ao uso; Quanto aos dados; Quanto à qualidade dos dados; Quanto ao relatório; Configurações de hardware já difundido no mercado; Acessível financeiramente; Trabalhar com uma base de dados de qualidade e que possa ser frequentemente atualizada.

Analisando estas características, percebe-se que o software Umberto é capaz de atender a maioria delas. Segundo pesquisa feita por Andrade (2005) comparando diferentes softwares de ACV (Umberto 4.1, SimaPro 6.0, Gabi 4.0, TEAM 4.0 e Gemis 4.2), em relação aos critérios: facilidades e funcionalidade de interface; abrangência e qualidade do banco de dados; segurança; licenças; importação/exportação de dados; suporte; hardware mínimo necessário; flexibilidade da plataforma; apresentação dos resultados e interconectividade; o software Umberto foi o que apresentou melhor avaliação (RODRIGUES, 2009).

3. Considerações Finais

Este trabalho buscou identificar de maneira mais detalhada o conceito de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) e a aderência desta na sustentabilidade, demonstrando através da literatura, as principais contribuições que, se aplicada corretamente, a ACV pode trazer muitos benefícios tanto para as empresas, quanto para os consumidores. Pois sabe-se que ela poderá trazer como principais resultados para os gestores os seguintes aspectos: identificação de oportunidades para melhorar os aspectos ambientais dos produtos em diversos pontos relacionados a seu ciclo de vida; tomada de decisões na indústria; seleção de indicadores pertinentes de desempenho ambiental, incluindo técnicas de medição e poderá auxiliar também no marketing corporativo.

Desta maneira, o principal objetivo deste artigo que era de expor e contextualizar a Sustentabilidade, tendo como foco a Avaliação do Ciclo de Vida e suas principais formas de avaliações, foi atingido com sucesso, deixando claro suas definições e formas de avaliações.

Referencias

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14040:** Gestão Ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura. Brasil, 2009a.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14044:** Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Requisitos e orientações. Brasil, 2009b.

ANDRADE, J.. N.; NETO, J. A. A.; PIRES, M.. M. Avaliação de ferramentas computacionais para análise de ciclo de vida. In: Seminário de iniciação científica, 11., 2005, Santa Catarina. **Anais...** Santa Catarina: UESC, 2005. IN: RODRIGUES, S. C. **Análise do processo de fabricação do compósito ecowood:** estudo de caso de reciclagem. 2009. 111f. Dissertação. (Mestrado em Tecnologia) - Centro Federal de Educação Tecnológica CEFET/RJ - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Rio de Janeiro, 2009.

BARBIERI, C. J. **Gestão ambiental empresarial.** São Paulo: Saraiva, 2004.

CAMARGO, A. M. **Inventário do ciclo de vida do metanol para as condições brasileiras.** Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

CHEHEBE, J. R. B. **Análise do ciclo de vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.

CHUM, J. C. B. Gestão do processo de desenvolvimento de produtos e a Gestão do ciclo de vida: proposta de um modelo para o Desenvolvimento de produtos sustentáveis. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

COMISSÃO MUNDIAL PARA O AMBIENTE E O DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro em comum.** 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

COSTA, M. S. V. **O enfoque de ciclo de vida como estratégia para a gestão sustentável: um estudo de caso sobre pneus.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

CURRAN, M. A. **Life cycle assessment: principles and practice.** Cincinnati, Ohio 2006. Disponível em <<http://www.epa.gov/nrmrl/lcaccess/pdfs/600r06060.pdf>>. Acesso em: 27 fev. 2010.

DURÃO, V. L. C. **Análise comparativa de sistemas centralizados e descentralizados de valorização de chorumes de suinoculturas, utilizando o software Umberto.** Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciência e Tecnologia, Lisboa, 2009.

ECOINVENT. **Database.** Disponível em: <<http://www.ecoinvent.org/database/>>. Acesso em: 27 out. 2014.

ELKINGTON, J. **Cannibals With Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business.** Capstone: New Society, 1997, 407 p.

FERREIRA, J. V. R. **Análise de ciclo de vida dos produtos.** 2004. Disponível em: <<http://www.estv.ipv.pt/PaginasPessoais/jvf/Gest%C3%A3o%20Ambiental%2020An%C3%A1lise%20de%20Ciclo%20de%20Vida.pdf>>. Acesso em: 26 fev. 2014.

FUNDACIÓN COTEC PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA. **Pautas metodológicas en gestión de La tecnología y innovación para empresas.** Módulo II: Herramientas de gestión de la tecnología. Madrid: Gráficas Arias Montano, 1999.

GUINÉE, J. B.; GORÉE, M.; HUPPES, R. H. G.; KLEIJN, R.; KONING, A.; SLEESWIJK, L. O. A. W.; SUH, S.; HAES, H. A. U. **Handbook on Life Cycle Assessment Operational Guide to the ISO Standards.** Publisher: Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2001.

GUINEE, J. B. et al. Life cycle assessment: past, present, and future. **Environmental science & technology**, v. 45, n. 1, p. 90-96, 2011.

LUZ, L. M. da. **Proposta de modelo para avaliar a contribuição dos indicadores obtidos na análise do ciclo de vida sobre a geração de inovação na indústria.** Dissertação (mestrado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2011.

PASSUELO, A. C. B. **Aplicação da Avaliação do ciclo de vida em embalagens descartáveis para frutas: estudo de caso.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

PEREIRA, C. L. F. **Avaliação da Sustentabilidade Ampliada de Produtos Agroindustriais: estudo de caso suco de laranja e etanol.** Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

PIEKARSKI, Cassiano Moro. **Proposta de melhoria do desempenho ambiental associado ao ciclo de vida da produção do painel de madeira MDF.** 2013. 147 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2013.

PRADO, M. R. **Análise do inventário do ciclo de vida de embalagens de vidro, alumínio e pet utilizadas em uma indústria de refrigerantes no Brasil.** Tese (Doutorado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

RIBEIRO, F. S., 2006. **Análise Teórico-Experimental de colunas curtas em Perfis Formados a frio de Seção Transversal tipo Rack.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG.

RODRIGUES, S. C. **Análise do processo de fabricação do compósito ecowood: estudo de caso de reciclagem.** Dissertação (Mestrado). Centro Federal de Educação Tecnológica. Rio de Janeiro, 2009.

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

SILVA, G. A. **Avaliação do ciclo de vida: sua importância para a sustentabilidade da construção civil.** Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/noticentro/2007/10/gil.pdf>>. Acesso em: 27 fev. 2014.

SILVA, G. A.; 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: Senac, 2006.

SILVA, P. G. S. **Inovação ambiental na gestão de embalagens de bebidas em Portugal.** Dissertação (Mestrado). Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2002.

TAKAHASHI, S. **Avaliação ambiental do setor de transporte de cargas: comparação de métodos.** Dissertação (Mestrado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

TATEYAMA, R. T. **Softwares de análise do ciclo de vida: uma contribuição à difusão da ferramenta no Brasil.** Dissertação (Mestrado). Instituto de Pesquisa Tecnológicas do Estado São Paulo, São Paulo, 2007.

UMBERTO. **Conheça Umberto.** Disponível em: <<http://www.umberto.de/en/home/language/portuguese/>>. Acesso em: 27 fev. 2014c.

UMBERTO. **Software for your Material Flow Management.** Disponível em: <<http://www.ifu.com/en/products/umberto>>. Acesso em: 27 fev. 2014b.

UMBERTO. **The software for process optimization.** Disponível em: <http://www.umberto.de/export/download/umberto_en/umberto_i_fly_en.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2014a.

UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Life cycle management: a business guide to sustainability.** 2007. Disponível em: <<http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/DITx0889xPALifeCycleManagement.pdf>>. Acesso em: 26 abril de 2014.

UNEP/SETAC, 2007, "Life Cycle Management: A Business Guide for Sustainability" UNEP/SETAC publication. Disponível em: <http://www.unep.fi/scp/lcinitiative/publications/>. Acesso em: 13 novembro de 2014.

WBCSD, 1992, "Changing Course: A global business perspective on development and the environment". Disponível em: www.wbcd.org. Acessado em: Outubro de 2009.