A metodologia da Análise do Ciclo de Vida com o auxílio do *software* Umberto

KUCHINISKI, B. C. T.[a*]; FRANCISCO, A. C. de[b]; LUZ, L. M. da [c]; PIEKARSKI, C. M. [d]; ZOCCHE, L. [e]

a. Universidade Tecnologia Federal do Panará, Ponta Grossa

b.Universidade Tecnologia Federal do Panará, Ponta Grossa

c.Universidade Tecnologia Federal do Panará, Ponta Grossa

d.Universidade Tecnologia Federal do Panará, Ponta Grossa

e. Universidade Tecnologia Federal do Panará, Ponta Grossa

**Bárbara Caroline Turra Kuchiniski, bahturra@hotmail.com*

Resumo

A preocupação com a sustentabilidade e com o meio ambiente está se tornado cada vez mais evidente. As empresas estão tendo que inserir estas questões no seu planejamento estratégico, considerando todo o ciclo de vida dos seus produtos. Isso representa não só a preocupação com a matéria prima e com os resíduos,mas também com o destino de seus produtos após o uso gerados por eles no meioambiente.Este estudo teve como objetivo descrever a metodologia empregada para a aplicação da Análise do Ciclo de Vida (ACV), os seus benefícios, as suas limitações e*softwares* utilizados, com ênfase no *software* Umberto, sendo ele uma ferramenta muito importante para o auxílio do estudo. Para isso, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, documental, qualitativa e exploratória. Pode-se perceber quea Análise do Ciclo de Vida apresenta certa complexidade de aplicação, porém pode contribuir para a redução dos impactos ambientais causados pelas atividades industriais e resultar em benefícios e melhorias para a empresa.

Palavras-chave: Análise do Ciclo de Vida; pesquisa bibliográfica;impactos ambientais.

1. Introdução

O meio ambiente vem sendo afetado de maneira preocupante nos últimos anos. Sendo assim, a redução dos impactos causados pelos produtos e processos pode fazer parte da busca por um diferencial para as organizações. Devido a essa preocupação com a questão ambiental, vem sendo desenvolvidas algumas ferramentas para auxiliar na minimização destes impactos, como a Análise do Ciclo de Vida (ACV).

O estudo da ACV, segundo Chauhan (2011), analisa a interação do homem com o meio ambiente, sendo utilizado para a avaliação do impacto ao longo da vida do produto de processamento desde a matéria-prima até a sua eliminação. Atua também comparando várias alternativas, de forma sistemática e com uma análise adequada, dependendo dos aspectos ambientais dos produtos.

A ACV, segundo Coltro (2007) é uma ferramenta utilizada na avaliação dos impactos ambientais potenciais que cada produto ou processo causa sobre o meio ambiente durante todo o seu ciclo de vida. Por meio desses estudos, pode ser avaliada a implantação de melhorias ou alternativas para reduzir os impactos ambientais, dependendo do objetivo que há em vista do processo ou do produto analisado.

São vários os benefícios dos estudos da ACV, segundo a ABNT (2009), servindo para visualização de todos os dados de um dado processo ou produto, observando os processos em todo o seu ciclo de vida para obter uma decisão ambiental mais precisa sobre os processos ou produtos a escolher, possuindo diversas comparações de processos de fabricação exercidos com o mesmo produto, podendo identificar os pontos críticos do produto, gerenciando e preservando os recursos naturais.

A aplicação da ACV apresenta algumas limitações, devido seu grau de complexidade. Para realizar um estudo deste tipo,segundo Santiago (2005),são necessários vários recursos, como *softwares* com uma ampla base de dados, recursos financeiros e sendo necessário também disponibilizar tempo para a realização. Se houver alguma falha ou falta nos recursos necessários, pode ocorrer de o resultado não ser satisfatório.

Devido a grande quantidade de dados que a ACV necessita, a qualidade dos mesmos pode ser outra limitação do estudo, implicando na confiabilidade final do estudo. Para facilitar o armazenamento e visualização de dados, é possível fazer o uso de *softwares,* minimizando possíveis falhas.

Para auxiliar os estudos da ACV, tem sido desenvolvidos alguns programas de computador para atender diversas necessidades, que auxilia nas análises que envolvem o uso de muitas informações. Com o auxílio de *softwares* a visualização do processo é clara e fácil, pode-se mudar e aprimorar, dando cálculos de confiança e relatórios com maior precisão,disponibilizando também banco de dados.

Neste contexto, o artigo tem como objetivo descrevera metodologia empregada para a aplicação da Análise do Ciclo de Vida (ACV), os seus benefícios, as suas limitações e o *softwares* Umberto. Para isso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, documental, qualitativa e exploratória, onde foram abordados conceitos referentes à Análise do Ciclo de Vida incluindo as quatro fases da metodologia apresentada pela ISO 14040. Sendo assim, o tópico a seguir apresenta algumas considerações vinculadas com a revisão de literatura existente sobre o tema em estudo.

2. Análise do Ciclo de Vida (ACV)

O primeiro estudo da Análise do Ciclo de Vida (ACV), segundo Hunt e Franklin (1996), foi designado para a companhia Coca-Cola, em 1969, com o objetivo de observar as emissões e resíduos originados pelas embalagens de suas bebidas. O estudo mostrou um resultado onde se constatou que as garrafas de plásticos não causavam os maiores riscos ambientais, quando comparada com as de vidro. Esta pesquisa foi conduzida pelo "*MidwestResearchInstitute*" (MRI).

O MRI também conduziu um estudo para embalagens de cervejas e sumos,no final do ano de 1972. De acordo com o mesmo autor, a "*U.S. Environmental ProtectionAgency*" (USEPA), encomendou o estudo, que possuía a finalidade de examinar os menores riscos ambientais com a utilização de garrafas reutilizáveis ao invés de latas e garrafas descartáveis. Nesse estudo foram envolvidas as indústrias de aço, vidro, alumínio, plástico e papel. O resultado obtido foi o favorecimento ao uso de garrafas reutilizáveis.

Em 1984,segundo Fink (1997), o Laboratório Federal Suíço para Teste e Investigação de Materiais (EMPA), obteve um relatório publicado que possuía a finalidade de obter um banco de dados dos principais materiais: vidro, plástico, alumínio, chapas de latas e papel. Com o objetivo de relatar os impactos ambientais, para padronizando os materiais.

Em 1990, ocorreu um aumento na procura dos estudos da ACV, com maior procura na Europa e Estados Unidos. De acordo com Fava et al (1991), nesta década começaram os "*workshops*" e os fóruns a respeito de ACV, começando também a visar mudanças e melhorias na metodologia utilizada.

Em 1992, formou-se uma Sociedade para a Promoção do Desenvolvimento de Ciclo de Vida (SPOLD), com o intuito de melhorar a metodologia da Análise do Ciclo de Vida. De acordo com Tibor e Feldman (1996),também houve uma padronização da metodologia da aplicação da ACV pela Organização Internacional para a Normalização (ISO).

Atualmente, no Brasil utilizam apenas duas normas da ISO, que foram atualizadas em 2009, para melhor compreensão da ACV, sendo elas:

- ISO 14040: 2009 Gestão Ambiental – Avaliação do Ciclo de Vida – Princípios e Estrutura
- ISO 14044: 2009 Gestão Ambiental – Avaliação do Ciclo de Vida – Requisitos e Orientação

Com o aumento do número de pesquisas na área e melhorias desenvolvidas na metodologia da ACV, nota-se que existe uma grande expectativa da ACV em contribuir para o futuro das empresas (GUINEÉ et al, 2010). Tendo isso em vista, a seguir é apresentada uma descrição da metodologia empregada para aplicação da ACV.

3. Metodologia da Análise do Ciclo de Vida

A Análise do Ciclo de Vida (ACV) é um método de estudo para um dado produto ou processo, sendo ele padronizado internacionalmente para quantificar as emissões de gases, as matérias-primas que são consumidas, e os danos ambientais causados (WELZ et al, 2011).

Conforme apresentado na Fig. 1, a aplicação do estudo da Análise do Ciclo de Vida possui quatro fases a ser seguida, que é normatizada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), conforme a série de normas da ISO 14040.

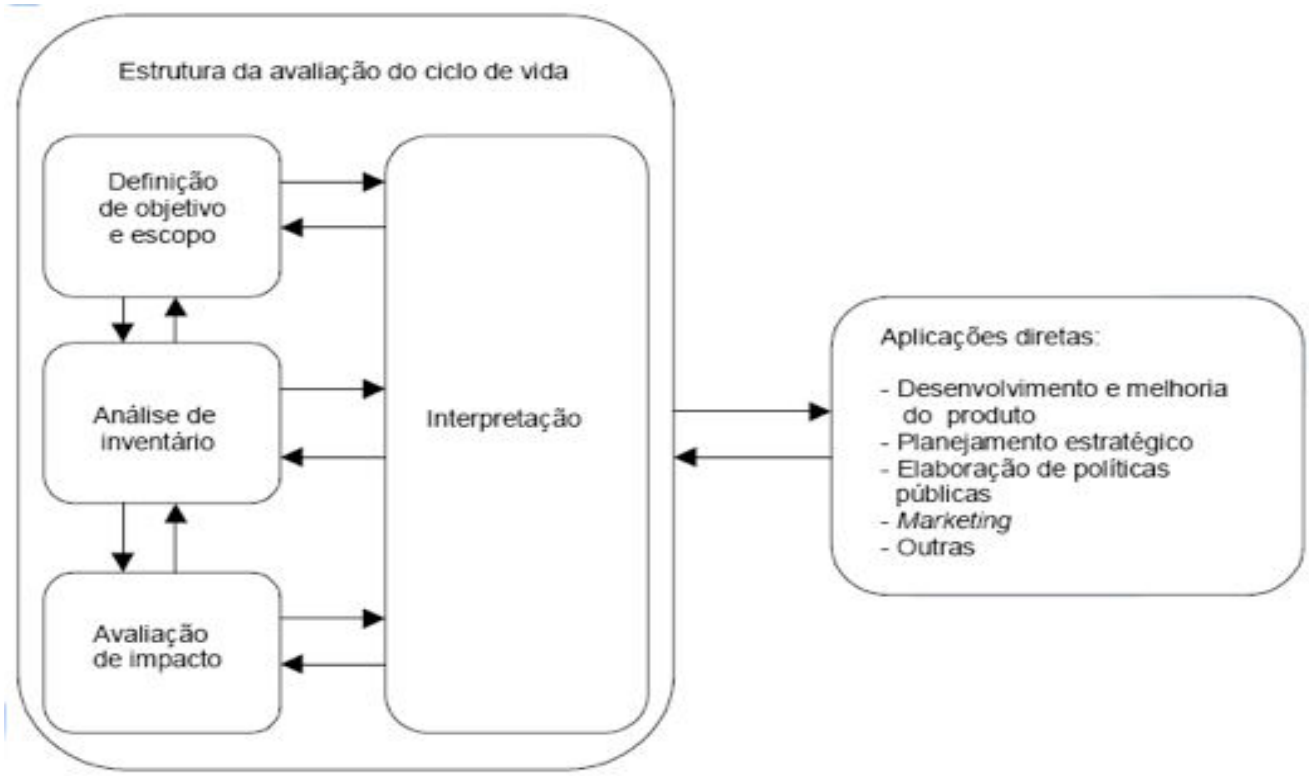

Fig.1. Fases de uma ACV. Fonte: ABNT (2009a).

Na primeira fase, Definição do Objetivo e Escopo, segundo Coltro (2007) tem o objetivo de definir os propósitos do estudo e sua amplitude, envolvendo decisões importantes sobre as fronteiras e a unidade funcional. Na segunda fase do estudo, a Análise de Inventário, é onde são dadas as informações sobre o sistema do produto que são levantadas e onde são inseridas todas as entradas e as saídas do produto.

Na fase de Avaliação de Impactoos dados e as informações geradas da Análise de Inventário são associados a impactos ambientais específicos, de modo que o significado destes impactos potenciais possa ser avaliado(COLTRO, 2007). E, na última fase, a de Interpretação, é onde os resultados obtidos nas fases de Análise de Inventário e de Avaliação de Impacto são combinados e interpretados de acordo com os objetivos definidos previamente no estudo.

Chauhanet al (2011) diz que a ACV é uma ferramenta utilizada para a analisedas interações entre as atividades humanas e o meio ambiente.Os princípios da Análise do Ciclo de Vida são as perspectivas do ciclo de vida, focando o meio ambiente, unidade funcional, abordagem relativa, abordagem interativa transparência, abrangência e prioridade de abordagem científica.

A ACV é uma técnica quantitativa utilizada para avaliar os encargos ambientais associados a um produto ou um processo ao longo de seu ciclo de vida. O modelo da ACV é desenvolvido através da identificação de processos detalhados que são usados para fabricar um produto e o controle de entradas e saídas de cada processo (AZARI-N et al, 2012).

3.1. Fase 1 – Definição do objetivo e Escopo

A Definição do Objetivo e Escopo, segundo Azari-N et al (2012), é o início para um estudo da Análise do Ciclo de Vida, é a aplicação da unidade funcional, os fluxos de referência, as fronteiras do sistema e as categorias de avaliação de impacto e metodologia.

De acordo com a UNEP (2009), nesta fase é onde se define detalhadamente os motivos para a realização do estudo e o seu uso pretendido, obtendo dados sobre a abordagem para a realização do estudo.

A fronteira do sistema estabelece os limites para o estudo, ou seja, Coltro (2007) define todos os processos elementares que serão estudados, precisando ser estabelecidas em diversas dimensões, como: as fronteiras em relação aos sistemas naturais; as fronteiras geográficas; as fronteiras temporais; as fronteiras dentro do sistema técnico relacionadas com a produção e as fronteiras dentro do sistema técnico relacionadas com o ciclo de vida de outros produtos.

O estabelecimento das fronteiras do estudo é feito no início da fase de definição do objetivo e escopo. No entanto Coltro (2007) define a fronteira final do sistema somente quando as informações suficientes foram coletadas durante a análise de inventário.

3.2. Fase 2 – Análise do Inventário

Na fase de Análise de Inventário é elaborado um fluxograma do sistema em estudo, de modo que os produtos ou os processos que serão avaliados sejam bem definidos, bem como as fronteiras técnicas do mesmo (COLTRO, 2007).

Na Fig.2, mostra o procedimento simplificado para a análise do inventário:

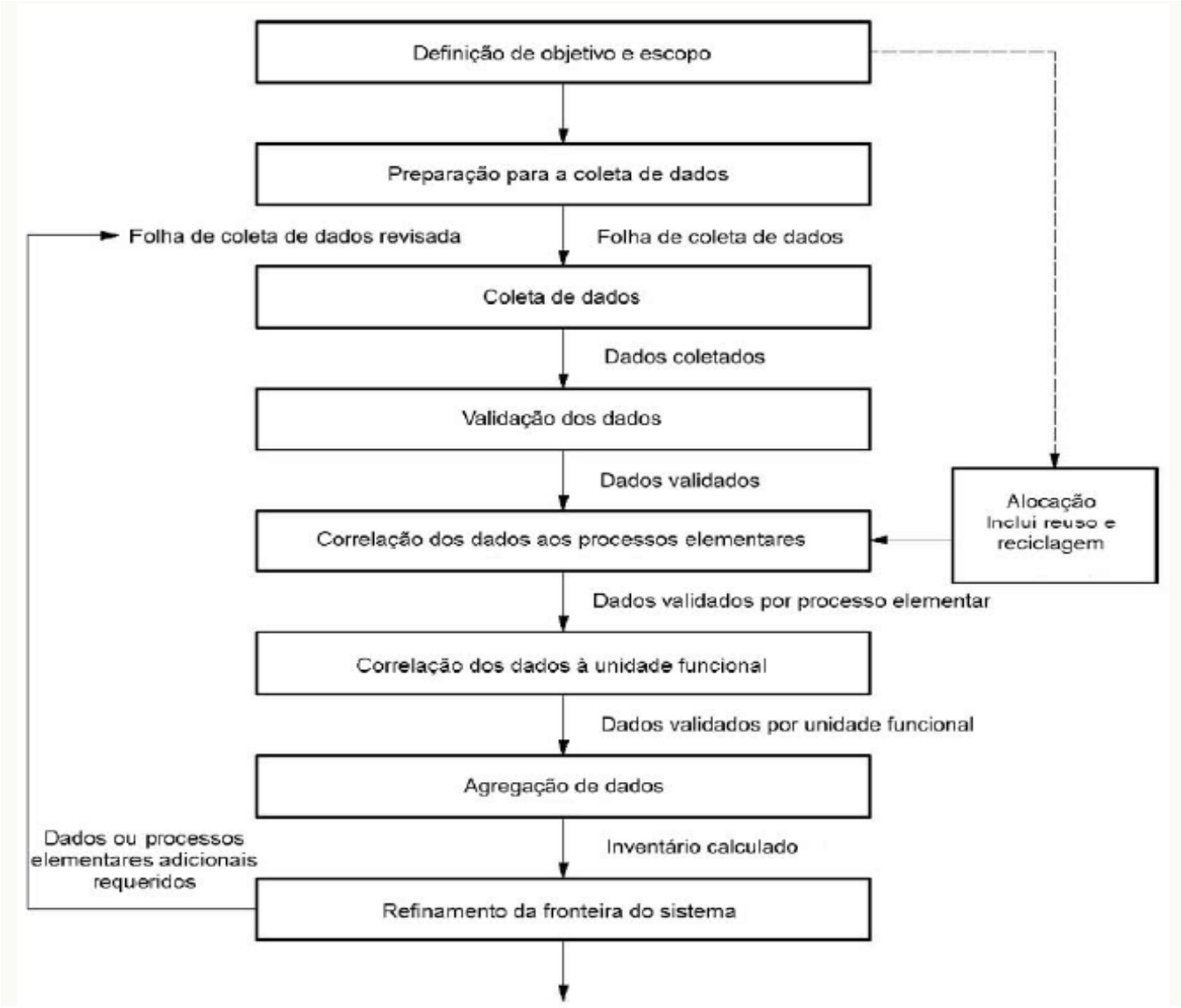

Fig.2. Procedimentos simplificados para análise de inventário. Fonte: ABNT (2009b).

A Análise do Inventário é onde o sistema deseus produtose de seus processosde unidadesconstituintessão descritose as trocas entreo sistema de produtoe do meio ambientesão analisadase avaliadas.Essas trocas, chamados fluxos elementares,incluem entradasda natureza(por exemplo,matérias-primasextraídas, a terra usada) e saídas para a natureza (por exemplo, emissões parao ar, águae solo).Os valoresdos fluxoselementarestrocadospelo sistemado produtoe do ambientesão, em referência a uma unidadefuncional,tal como definidona fasede metaeescopo(UNEP, 2009).

3.3. Fase 3 – Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida (AICV)

A AICV deve ser planejada detalhadamente, para poder obter resultados satisfatórios em relação ao objetivo e o escopo definido para o estudo. Como a ACV é um estudo iterativo, quando necessário, as fases anteriores podem ser revisadas para melhor qualidade da avaliação de impacto. Segundo a ABNT (2009b), a AICV consiste em elementos obrigatórios e opcionais. Como ilustrando na Fig.3.

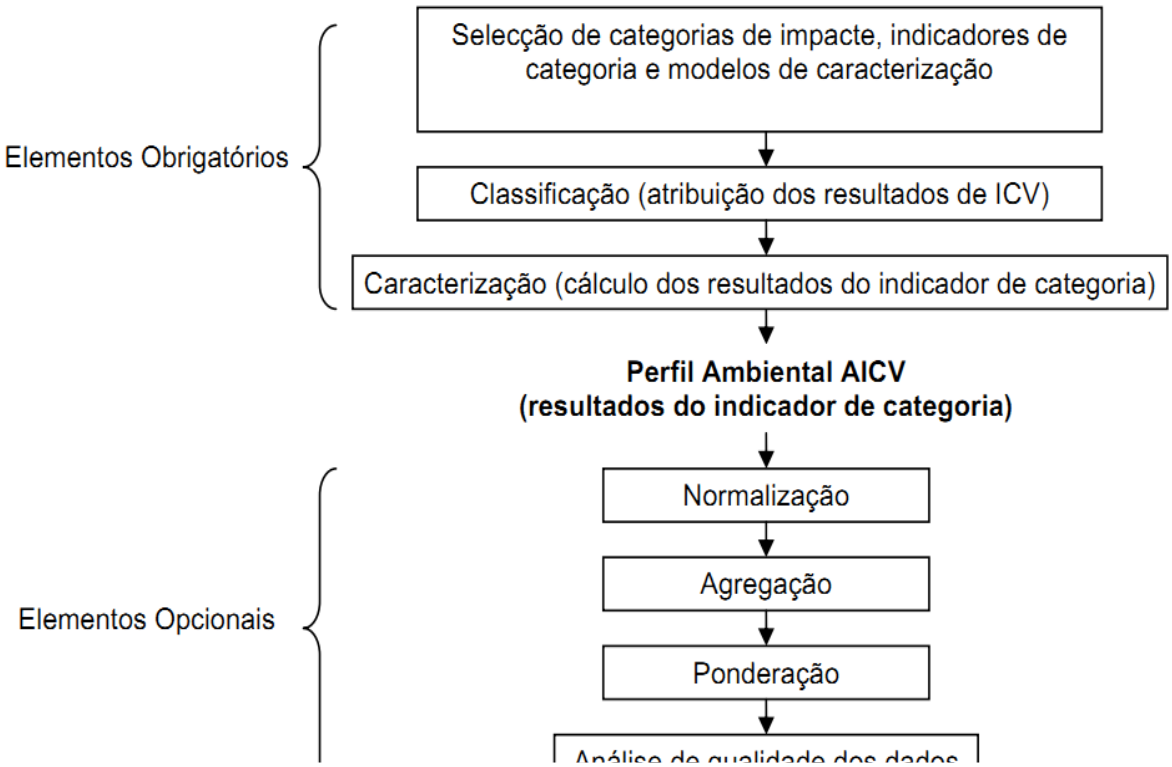

Fig.3. Elementos da fase AICV. Fonte: ABNT (2009b).

Nessa fase são utilizados os dados obtidos na fase anterior para avaliar a significância dos impactos ambientais potenciais associados ao sistema do produto em estudo. Isto é feitoassociando osresultados do ciclode vidade inventáriocom as categoriasde impacto ambientale indicadoresda categoria (UNEP, 2009).

Sendo interpretados em termos de seus impactos ambientais, por exemplo, acidificação, eutrofização, mudanças climáticas, entre outros. Na primeira etapa dessa fase,de acordo com Coltro (2007), ocorre a classificação, onde os dados do inventário são selecionados e atribuídos a categorias de impacto específicas.

Na etapa seguinte, o mesmo autor fala que a caracterização é onde são colocados os dados do inventário e são multiplicados por fatores de equivalência para cada categoria de impacto. Então, todos os parâmetros incluídos na categoria de impacto são somados e é obtido o resultado da categoria de impacto.

3.4. Fase 4 – Interpretação da Análise do Ciclo de Vida

Na fase de Interpretação, segundo a UNEP (2009), é onde os resultados dasduas fases anteriores quesão combinadas coma meta definidae alcance desejado, a fim de chegar a conclusõesou recomendações.

Nessa fase é feito um resumo dos resultados da análise de inventário e da avaliação de impacto obtidos no estudo. Os resultados, segundo Coltro (2007),é considerado umafase de conclusões e recomendações. Devendo incluir a identificação dos impactos ambientais significativos; avaliação do estudo em relação a sua completeza, sensibilidade e consistência; bem como conclusões e recomendações de programar melhorias com a finalidade de reduzir os impactos ambientais significativos.

Ainda segundo o autor, asinformações obtidas na última fase podem afetar as fases anteriores. Quando isso ocorre, as fases iniciais devem ser ajustadas e retrabalhadas considerando a nova informação. Portanto, em estudos de ACV é comum o trabalho das várias fases paralelamente.

4. Software Umberto para o estudo da ACV

Com o estudo da Análise do Ciclo de Vida dos produtos e dos processos, visa cada vez mais na sustentabilidade e no meio ambiente, mostrando necessário escolher uma ferramenta adequada para o estudo. Os *softwares* vem sendo desenvolvidos especificamente para isto.

Em uma análise inicial entre os *softwares* utilizados para o estudo da ACV, mostrou-se os cinco dos mais comercializados e utilizados, sendo eles os *softwares*Umberto, SimaPro, Gabi, BEES e TEAM. O *software* Umberto se destacou por apresentar interface para geração conceitual do sistema podendo analisar todo o seu ciclo de vida (GOMES, 2011).

O *software* Umberto, segundo Gomes (2011), foi desenvolvido pelo Instituto de Informática Ambiental da Universidade de Hamburgo – Ifu e pelo Instituto de Pesquisa Ambiental e Enérgica da Universidade de Heidelberg – IfEU. Onde foi definido como um software para a análise de fluxo de materiais e cálculo de inventários na análise de ciclo vida, baseado em banco de dado relacional, ou seja, constituído de tabelas com grande volume de dados possibilitando relacionamento entre elas.

O *software*Umberto, segundo Saraivaet al (2007), possui uma grande flexibilidade, possibilitando o desenvolvimento dequalquer tipo de sistema, podendo ser adaptado, permite também o desenvolvimento de cálculos específicosdefinidos pelo usuário para que o sistema seja fiel ao ambiente a que pertence. Permitindo uma análise de fluxo de materiais e energia, através de suas redesde fluxo, tornando possível uma análise tanto de aspectos ambientais, como de aspectos financeiros de todasas atividades componentes do sistema, dependendo do objetivo do estudo.

Para o estudo da Análise do Ciclo de Vida são necessários obter um grande levantamento de dados, para obter resultados mais precisos, com o auxilio do software fica mais fácil a visualização, e a modificação caso necessário.O software gera um balanço coerente com a realidade, gerando uma contribuiçãoimportante e real ao meio ambiente ea melhoria da produtividade da empresa avaliada.

Baseado nos resultados obtidos na fase de interpretação e nas ferramentas de avaliação disponibilizadas pelosistema será possível comparar cenários alternativos, melhorando a eficiência técnica efinanceira do processo, além de levantar os importantes aspectos ambientais.O *software* estrutura seus dados em redes de fluxo, organizadas em projetos, cenáriose períodos (SARAIVAet al, 2007).

É importante descrever as relações entre os dados levantados e suas quantidades deentrada e saída, pois segundo o mesmo autor todos os fluxos de entrada devem terfluxos correspondentes de saída, mesmo que sejam decompostos em produtos essencialmentediferentes, e o *software*Umberto baseia-se nessas definições para elaborar os balanços de forma arepresentar o que ocorre no processo.

A modelagem do processo, os fluxos de entrada e saída, os locais de onde eles vêm e aqualidade dos dados relacionados a eles são definidos nas transições, e pode ser através douso de fórmulas matemáticas ou de associações numéricas.O *software* permite avaliar separadamente a contribuição de cada material porprocesso, útil quando se deseja fazer uma avaliação individual por material (SARAIVAet al, 2007).

5. Considerações Finais

O estudo da Análise do Ciclo de Vida consiste em uma metodologia dos aspectos e impactos observados ao longo do ciclo de vida de um produto ou processo. A aplicação da ferramenta pode gerar alguns benefícios, em diferentes aspectos, como: alternativas de aprimoramento da diminuição dos impactos ambientais, redução de matéria prima dos produtos ou processos, visualizando também na comparação do desempenho ambiental dos produtos, entre outros.

Para o auxílio do estudo ACV, são utilizados *softwares,* sendo o *software* Umberto que se destacou por apresentar interface para geração conceitual do sistema podendo analisar todo o seu ciclo de vida onde ocorre a coleta dos dados e a visualização de todo o processo de estudo da ACV, podendo mudar e aprimorar as informações, dando cálculos de confiança e relatórios com maior precisão. Além do software, são necessários outros recursos para melhor qualidade do resultado, minimizando as limitações do estudo ACV.

Concluindo que a utilização do estudo da Análise do Ciclo de Vida pode contribuir de maneira positiva tanto para o meio ambiente como no processo de tomada de decisão em organizações, gerando vantagem competitiva para as mesmas.

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.

AZARI-N, R.; KIM, Y..Comparative assessment of life cycle impacts of curtain wall mullions. Revista Elsevier, Building and Environment, v. 48, p. 135-145, 2012.

CHAUHAN, M. K.; VARUN; CHAUDHARY, S.; KUMAR S.; SAMAR. Life cycle assessment of sugar industry: A review. Revista Elsevier, RenewableandSustainable Energy Reviews, v. 15, n. 7, 2011.

COLTRO, L. Avaliação de Ciclo de Vida como Instrumento de Gestão, 2007. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/42837176/ACV-Como-to-de-Gestao-CETEA>. Acessoem: 15 de jan. 2013.

FAVA, J.; DENISON, R.; JONES, B.; CURRAN, M.; VIGON, B.; SELKE, S. e BAMUM, J.A Technical Framework for Life-Cycle Assessment. SETAC - Society of Environmental Toxicology and Chemistry, 1991.

FINK, P. The Roots of LCA in Switzerland: Continuous Learning by Doing. InternationalJournalof Life CycleAssessment, v. 2, n.3, 1997.

GOMES, L. O. Design de informação e a modelagem conceitual nos softwares de ACV - estudo de caso Umberto: Information design and conceptual modelinginto LCA softwares: Umberto study case, 2011.

GUINÉE, J.; HEIJUNGS, R.; HUPPES, G.; ZAMAGNI, A.; MASONI, P.; BUONAMICI, R.; EKVALL, T.; RYDBERG, T. Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future, 2010. Environmental Science e Technology, v. 45, n. 1.

HUNT, R.; FRANKLIN, E.. LCA - How it Came About. Personal Reflections on the Origin and the Development of LCA in the USA. . International Journal of Life Cycle Assessment,v. 1 n.1, 1996.

SANTIAGO, L. Projeto Brasileiro de Inventário do Ciclo de Vida para a competitividade da industriabrasileira, 2005. Disponível em: <http://acv.ibict.br/fases/limitacoes.htm/document_view>. Acesso em: 14 de jan. 2013.

SARAIVA, G. D. I.; LIMA JUNIOR, J. A. T. de; XAVIER, L. S.; PEIXOTO, J. A. A. A metodologia da análise do ciclo de vida, apoiada pelo software Umberto, como ferramenta de gestão na perspectiva da sustentabilidade: um estudo de caso. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA. 4., Resende. Anais... Resende: AEDB, 2007.

TIBOR, T. e FELDMAN, I., ISO 14000: A Guide to the New Environmental Management Standards. USA: Times Mirror Higher Education Group, 1996.

UNEP - United Nations Environment Programme.Guidelines for Social Life Cycle Assessment of Products.Nairobi, 2009.

WELZ, T.; HISCHIER R.; HILTY, L. M..Environmental impacts of lighting technologies – Life cycle assessment and sensitivity analysis. Revista Elsevier, Environmental ImpactAssessmentReview, v. 31, 34–343, 2011.

Agracedimentos

Agradecemos a CNPq pelo apoio financeiro para a realização da pesquisa.