

# TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA: UM ESTUDO SOBRE AS FERRAMENTAS QUE SUBSIDIAM A SUSTENTABILIDADE NOS NOVOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

**CAMILA DO NASCIMENTO CULTRI**

[milacultri@gmail.com](mailto:milacultri@gmail.com)

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP - SÃO CARLOS

**ALDO ROBERTO OMETTO**

[aometto@sc.usp.br](mailto:aometto@sc.usp.br)

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP - SÃO CARLOS

**Resumo:** A PERSPECTIVA DE SUSTENTABILIDADE NAS PRÁTICAS DE NEGÓCIO TORNA A ENGENHARIA DE PRODUÇÃO AINDA MAIS PROEMINENTE NO CONTROLE DA GESTÃO ORGANIZACIONAL. ATUALMENTE, A INTRODUÇÃO DOS ASPECTOS DE SUSTENTABILIDADE NOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO É DESTAQUE NOS RELATÓRIOS DAS EMPRESAS, NA MÍDIA E NOS MERCADOS DE AÇÕES DAS BOLSAS DE VALORES. NESSE CONTEXTO, SE DESTACA A GESTÃO DO CICLO DE VIDA (GCV) COMO FERRAMENTA QUE AUXILIA NA TOMADA DE DECISÕES E NA IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES ABRANGENDO DESDE O PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO ATÉ AS ESTRATÉGIAS DE FIM DE VIDA DOS PRODUTOS, PASSANDO PELA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS SOCIAIS, AMBIENTAIS E ECONÔMICOS. ENTRETANTO, PARA CADA UM DESTES IMPACTOS HÁ UMA TÉCNICA DE AVALIAÇÃO. ALGUNS ESPECIALISTAS DA GCV RECONHECEM QUE CADA UMA DESTAS ÊNFASES ENCONTRA-SE EM ESTÁGIOS DIFERENCIADOS COM RELAÇÃO À MATURIDADE DA TÉCNICA, APLICAÇÃO DE MÉTODOS E UTILIZAÇÃO DE SOFTWARES. NO BRASIL, AS PUBLICAÇÕES ACERCA DOS ASPECTOS AMBIENTAIS SE SOBRESSAEM FRENTE ÀS DEMAIAS VERTENTES. NESTE SENTIDO, ESTE ARTIGO APRESENTA OS ESTÁGIOS ATUAIS DAS TÉCNICAS DE ACV DESTACANDO AS CARACTERÍSTICAS E LIMITAÇÕES DA AVALIAÇÃO SOCIAL DO CICLO DE VIDA, CUJO DESENVOLVIMENTO É AINDA BEM INCIPIENTE. POR MEIO DE TÉCNICAS DE PESQUISA BIBLIOGRÁFICA E DOCUMENTAL, REALIZOU-SE UMA ANÁLISE DE CONTEÚDO INDUTIVA COM O PROPÓSITO DE FUNDAMENTAR E APRECIAR CRITICAMENTE OS ESTUDOS EM QUESTÃO.

**Palavras-chaves:** PENSAMENTO DO CICLO DE VIDA; AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA; AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO CICLO DE VIDA, AVALIAÇÃO SOCIAL DO CICLO DE VIDA.

# **TECHNIQUES OF LIFE CYCLE ASSESSMENT: A STUDY OF THE TOOLS THAT SUPPORT SUSTAINABILITY IN THE NEW PRODUCTION SYSTEMS**

**Abstract:** SUSTAINABILITY PROSPECTS INTO BUSINESS PRACTICES MAKES THE INDUSTRIAL ENGINEERING HAS A PROMINENT FUNCTION OF MANAGEMENT ENTERPRISE. CURRENTLY, THE INTRODUCTION OF SUSTAINABILITY ASPECTS IN PRODUCTION SYSTEMS IS HIGHLIGHTED BY COMPANY REPORTS, NEWSPAPERS, NEWSLETTERS, DATABASE, MAGAZINES, JOURNALS AND THE STOCK EXCHANGE. ON THIS CONTEXT, HIGHLIGHTS THE LIFE-CYCLE MANAGEMENT AS A TOOL THAT HELPS IN MAKING DECISIONS AND IDENTIFYING OPPORTUNITIES SINCE THE STRATEGIC PLANNING TO THE END OF LIFE OF PRODUCTS THROUGH SOCIAL, ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC ASSESSMENT. FOR EACH ONE OF THESE IMPACTS THERE IS AN EVALUATION TECHNIQUE. SOME EXPERTS AT LIFE CYCLE MANAGEMENT RECOGNIZE THAT EACH EMPHASIS IS IN DIFFERENT STAGES WITH REGARD TO APPLICATION METHODS, TECHNICAL, AND SOFTWARE. IN BRAZIL, THE ENVIRONMENTAL PUBLICATIONS STAND OUT AGAINST OTHERS. THEREFORE, THIS ARTICLE PRESENTS THE CURRENT STAGE OF LCA TECHNIQUES HIGHLIGHTING THE FEATURES AND LIMITATIONS OF THE SOCIAL ASSESSMENT LIFE CYCLE, WHOSE DEVELOPMENT IS STILL VERY INCIPIENT. USING DOCUMENTARY AND BIBLIOGRAPHICAL TECHNIQUES RESEARCH, WE EXPLORE THE ANALYSIS CONTENT AND DO THE CRITICS REVIEW ABOUT THE STUDIES IN FOCUS.

**Keyword:** LIFE CYCLE THINKING, LIFE CYCLE ASSESSMENT, LIFE CYCLE COSTS, SOCIAL LIFE CYCLE ASSESSMENT.

## 1 Introdução

Em 1987, o manifesto "*Our Common Future*" definiu o conceito de desenvolvimento sustentável como sendo o desenvolvimento "capaz de atender às necessidades presentes sem comprometer a capacidade das futuras gerações atenderem às suas" (CMMAD, 1991, p. 9). Desde então esse assunto tem recebido destaque em agendas públicas e privadas, as quais discutem sobre "proposições necessárias e possíveis de intervir no processo de desenvolvimento econômico de modo a direcioná-lo junto à conciliação de eficiência econômica, desejabilidade social e prudência ecológica" (ROMEIRO, 1997). Weinert et al. (2008) salienta que a sustentabilidade, convencionalmente, cognominada de "*triple bottom line*" corresponde a uma visão que contempla a harmonização das dimensões econômica, ecológica e social.

Com influência desse contexto, a Gestão do Ciclo de Vida (*Product LifeCycle Management - PLM*) surge como uma abordagem de apoio para gerenciar todo o ciclo de vida de um produto. De acordo com a ABNT CB/38 (2009), Ciclo de Vida são "estágios consecutivos e encadeados de um sistema de produto, desde a aquisição da matéria-prima ou de sua geração a partir de recursos naturais até a disposição final". Hauschild, Jeswiet e Alting (2005) salientam que em todas as etapas - extração, manufatura, distribuição, uso e descarte do produto são geradas consequências que afetam a percepção de sustentabilidade dos diversos atores envolvidos ao longo da cadeia produtiva.

A Gestão do Ciclo de Vida torna possível o acompanhamento da rota do produto desde a concepção da idéia até o final da vida do produto, incluindo sua retirada do mercado, tratamento e destinação final. Ela pode ser entendida como um dos três pilares da iniciativa de ciclo de vida (*Life Cycle Inventory - LCI, Life Cycle Impact Assessment - LCIA e Life Cycle Management - para LCM*). Para Hauschild, Jeswiet e Alting (2005, p.03) esses pilares correspondem às atividades de integração de ferramentas existentes e concepção de decisões para a fabricação de produtos e serviços sustentáveis, há também, atividades de comunicação de informações do ciclo de vida para *stakeholders*. Guelere Filho et al. (2008) ressaltam que essa gestão tem entre uma de suas especificidades, o ciclo de vida material do produto, que na sua forma ideal fecha o ciclo de vida dos materiais por meio das estratégias de fim de vida.

O interesse acerca do Ciclo de Vida de Produtos tem ganhado atenção de múltiplas áreas do conhecimento, sobretudo de profissionais com atuação ambiental ou de engenharia. A Gestão do Ciclo de Vida vem se consolidando principalmente no campo da inovação e do desenvolvimento de produto. Entretanto, a integração dos fatores sociais, econômicos e ambientais é uns dos principais desafios para as ciências atuais atenderem e consolidarem estratégias com vistas à sustentabilidade. A interface destes fatores deve ser calçada no desenvolvimento e aprimoramento de cada uma destas ênfases. No entanto, observa-se na literatura sobre Ciclo de Vida de Produtos que os estudos com abordagem ambiental e econômica predominam sobre os sociais.

Para que a gestão do ciclo de vida de produtos consiga atender os requisitos colocados pela sustentabilidade apresenta-se neste artigo um panorama atual da Avaliação do Ciclo de Vida, tendo em vista que a questão social é iminente para as empresas que querem continuar competitivas no mercado globalizado.

## 2 Objetivo e Metodologia

Este trabalho teve o objetivo apresentar os estágios atuais das técnicas de Avaliação do Ciclo de Vida de Produtos e discorrer sobre características e limitações da ACV Social, enquanto técnica ainda incipiente frente ao desenvolvimento das abordagens ambientais e econômicas. Os parâmetros metodológicos foram orientados de acordo com Silva & Menezes (2005) e Lacerda et al (2007). Trata-se de um trabalho de natureza aplicada, com abordagem qualitativa, cujos objetivos do estudo foram conduzidos pela pesquisa exploratória e descritiva, as quais visaram proporcionar maior familiaridade com o problema e expor as características de uma determinada população ou fenômeno. O procedimento técnico adotado foi a pesquisa bibliográfica e documental.

Nas próximas alíneas, apresenta-se o contexto das Avaliações do Ciclo de Vida para a sustentabilidade, considerando os âmbitos ambiental, econômico e social, com destaque para a Avaliação Social do Ciclo de Vida, cujas bases metodológicas estão em desenvolvimento.

## 3 O Pensamento do Ciclo de Vida

De acordo com a ABNT (2009), Ciclo de Vida os “estágios consecutivos e encadeados de um sistema de produto, desde a aquisição da matéria-prima ou de sua geração a partir de recursos naturais até a disposição final”. Hauschild, Jeswiet e Alting (2005) salientam que em todas as etapas ciclo de vida de um produto são geradas consequências que afetam os *stakeholders* envolvidos ao longo da cadeia produtiva.

A figura 1 ilustra as principais etapas do ciclo de vida do produto, desde a extração e beneficiamento da matéria-prima, o transporte, o desenvolvimento do produto, a produção, a distribuição, o consumo, a reciclagem, a remanufatura, o reuso até a disposição final.

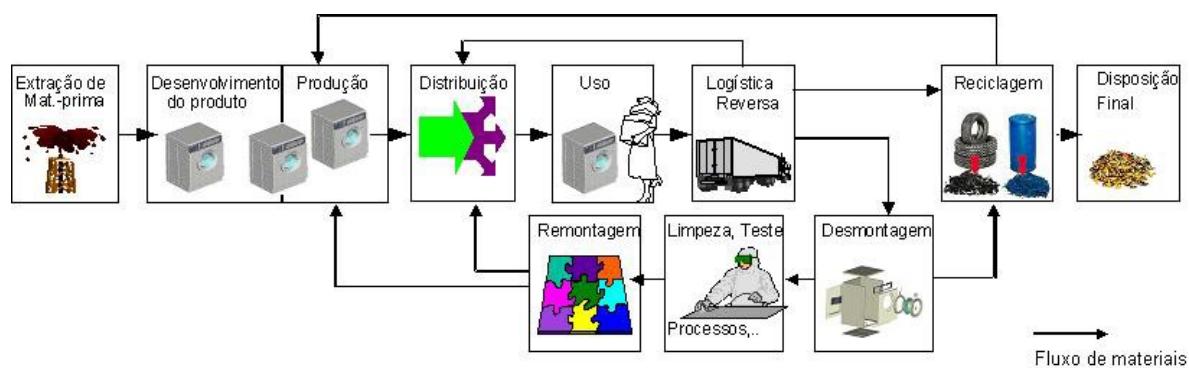


Figura 1 - Ciclo de vida do produto. Fonte: Ometto (2004)

A Gestão do Ciclo de Vida torna possível o acompanhamento da rota do produto desde a concepção da idéia até o final da vida do produto, incluindo sua retirada do mercado, tratamento e destinação final. Sua aplicação incide no recurso a conceitos, métodos e técnicas para incluir os aspectos ambiental, econômico e social no ciclo de vida de produtos, processos e serviços, com o objetivo de perseguir o desenvolvimento sustentável.

A principal ferramenta da Gestão do Ciclo de Vida é a *Life Cycle Assessment* (LCA) ou Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). Trata-se de uma metodologia que auxilia na tomada de decisões e na identificação de oportunidades em vários aspectos que incluem o planejamento estratégico e a manufatura, a partir da avaliação de impactos associados ao

“sistema produtivo”, à função “produção” e ao elemento “produto” (MILLANI, 2007; SILVA, 2005).

### **3.1 Avaliação do Ciclo de Vida**

A principal metodologia desenvolvida pelos especialistas que lidam com Gestão do Ciclo de Vida é a *Life Cycle Assessment* (LCA), em português, Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). Trata-se de uma metodologia que auxilia na tomada de decisões e na identificação de oportunidades em vários aspectos que incluem o planejamento estratégico e a manufatura, a partir da avaliação de impactos associados ao “sistema produtivo”, à função “produção” e ao elemento “produto” (SILVA, 2005 e MILLANI, 2007).

O tratamento distinto entre a ACV e outros métodos de avaliação ambiental ficou mais evidente a partir da década de 1990, em que vários aspectos dessa metodologia foram publicados em formato de normas na série ISO 14.040 pela *International Organization for Standardization (ISO)*. No Brasil, essas normas surgiram anos mais tarde com as correspondentes da série NBR ISO 14.040 publicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A estrutura metodológica da ACV é alicerçada em 4 fases: definição do objetivo e escopo; análise do inventário do ciclo de vida; avaliação do impacto do ciclo de vida e interpretação do ciclo de vida (MANHART & GRIEßHAMMER, 2006).

A primeira fase de uma ACV é a determinação do objetivo e do escopo, para isto são consideradas as aplicações pretendidas do estudo, as razões que levaram ao seu desenvolvimento e a quem se destinam os resultados. Entre os parâmetros indicados pela ISO (2006) e ABNT (2009) para definição do escopo no estudo de ciclo de vida consideram-se: unidade funcional; sistema de produto a ser estudado; fronteiras do sistema de produto; procedimentos de alocação; tipos de impacto e metodologia de avaliação de impacto e interpretação subsequente a ser usada; requisitos dos dados; suposições; limitações; requisitos da qualidade dos dados iniciais; tipo de análise crítica, se aplicável e ainda, tipo e formato do relatório requerido para o estudo.

Wenzel, Hauschild e Alting (1997), comentam que a segunda parte de uma ACV é a Análise do Inventário (ICV), esta etapa envolve o planejamento e a execução da coleta das informações necessárias para atingir o objetivo estabelecido. A descrição geral do inventário do ciclo de vida lança mão de recursos para coleta de dados, alocação e validação das informações, isto inclui: fluxogramas, unidades de processo, unidades de medidas, tabelas, planilhas e modelos computacionais.

A terceira parte de um estudo de ACV é composta pela Avaliação de Impactos do Ciclo de Vida (AICV), na qual se realizam a interpretação dos resultados do inventário e sua correlação com os impactos potenciais das áreas de proteção da ACV. Hauschild, Jeswiet e Alting (2005, p.03) destacam durante esta fase os resultados do inventário são relacionados às categorias de impactos composta por seis elementos, sendo três de caráter compulsório (seleção das categorias de impacto, classificação e caracterização) e três opcionais (normalização, agrupamento e ponderação).

Um estudo de ACV se finaliza com a análise e as interpretações de todas as constatações e resultados da AICV, confrontando-as com os objetivos e escopo anteriormente definidos. Nesta fase também há verificação de integridade, sensibilidade e consistência dos

dados para obtenção de conclusões e recomendações que podem ser direcionadas às partes interessadas.

Os estudos de ACV se caracterizam por terem abordagem sistemática e adequada com relação aos aspectos ambientais de sistemas de produto, desde a aquisição de matéria-prima até a disposição final; possibilidade de variação do detalhe e do período de tempo de um estudo da ACV, dependendo da definição do objetivo e do escopo; transparência quanto ao escopo, suposições, descrição da qualidade dos dados, dos métodos e apresentação dos resultados; e possibilidade de inclusão de novas descobertas científicas e melhoria no estado da arte da tecnologia. Para Kloepffer (2008), as duas mais importantes características do ACV são a análise de "berço-ao-túmulo" e da utilização de uma funcional unidade de estudos comparativos. Todavia, autores como Leão (2006) apud Barra (2009) e Kumar & Putnam (2008) compreendem que houve uma ampliação no conceito "berço-ao-túmulo". Eles argumentam que é necessário considerar o produto de “berço a berço”, com ações para maximização da vida útil do produto.

### **3.1.1. Avaliação do Ciclo de Vida - Ambiental**

A vertente ambiental se relaciona ao surgimento da ACV refletindo-se principalmente nas interfaces de eco-eficiência dos paradigmas de produção propostos nos finais do século XX. Lobo e Lima (1998) ressaltam que as extensões mais importantes da ACV são subsidiadas por decisões pautadas em ações como: implementação de um controle ambiental do produto na indústria; otimização da existência do produto pela identificação de pontos fracos; desenvolvimento de novos produtos; comparação de produtos ou processos alternativos; suporte ao controle ambiental do governo; desenvolvimento de critérios para aprovação dos produtos para receber rótulo eco; aclaração de sistemas de transporte e tratamento de lixo, de comunicação e *marketing*, de suprimento de informação ambiental do produto e da otimização de cenários que pouparam energia.

Segundo Ometto (2008), os estudos de ACV com ênfase ambiental atendem diferentes finalidades, destacam-se:

“comparar materiais genéricos; comparar produtos funcionalmente equivalentes; comparar diferentes opções com relação a processos objetivando a minimização de impactos ambientais; identificar processos, ingredientes e sistemas que tenham contribuição sobre impactos ambientais; fornecer informações para processos de auditorias; suportar estratégias de planejamento a longo prazo relacionadas com desenvolvimento e projetos de novos produtos; suportar informações para consumidores das características de produtos e materiais; fornecer informações para políticas de regulamentos e leis quanto a restrição de uso de materiais; reunir informações ambientais; fornecer informações para avaliar e diferenciar produtos em programas de rotulagem; avaliar efeitos sobre a disponibilidade de recursos e técnicas de gestão de resíduos; ajudar ao desenvolvimento de políticas de longo prazo com relação ao uso de materiais, conservação de recursos e redução de impactos ambientais durante o ciclo de vida destes” (OMETTO, 2008)

As possibilidades de aplicação da ACV são abundantes e isso ocorre em função dos métodos e softwares existentes. Entre os principais métodos destacam-se EDIP – Dinamarca, CML – Holanda, Eco-Indicator – Holanda, EPS – Suécia, Ecopoints – Suiça, TRACI – Estados Unidos, Impact – Suiça e LIME – Japão. Os softwares de ACV fazem uso de bancos

de dados previamente definidos, com informações a respeito de emissões provenientes do transporte, energia, atividades industriais básicas, etc. Alguns softwares são:

- ECO-it 1.0
- BOUSTEAD 4
- EcoPro 1.5
- GaBi 4.0
- IDEMATDelft
- KCL-ECO 3
- LCAiT 4.0CIT
- LCAPIX V2.0

A estrutura metodológica da ACV é alicerçada em 4 fases: definição do objetivo e escopo; análise do inventário do ciclo de vida; avaliação do impacto do ciclo de vida e interpretação do ciclo de vida (vide figura 2).

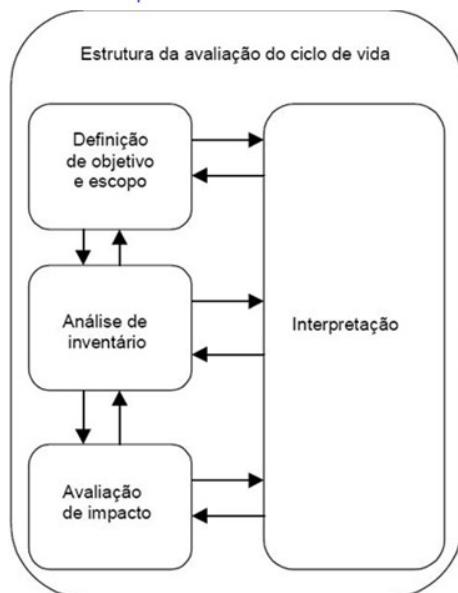


Figura 2 – Fases da Avaliação do Ciclo de Vida. Fonte: ISO (2006)

Apesar do desenvolvimento das pesquisas e dos seus recursos, a ACV ambiental ainda encontra algumas limitações como, por exemplo, carência de bases científicas para reduzir resultados da ACV a um único número ou pontuação global e, também, inexistência de um único método para conduzir estes tipos de estudos. Embora este último possa ser percebido como um ponto positivo, por permitir que o responsável pela ACV escolha qual o método deseja seguir, sugere-se que se tenha como referência as normas da série ISO 14.040 como estrutura facilitadora para eventuais comparações. Para Kloepffer (2008), a limitação mais importante, reside na necessidade de que todos os impactos devem ser relacionados quantitativamente para uma unidade funcional, sendo que algumas marcas qualitativas são perdidas durante o trabalho. Outro aspecto apontado pelo mesmo autor, ressalva que a falta de especificação regional e temporal inerentes ao LCA também pode ser vista como *draw-back*.

### 3.1.2. Avaliação do Ciclo de Vida - Econômica

As avaliações econômicas sempre tiveram prestígio por considerarem e projetarem cenários de produtos e tendências de mercados. No âmbito da engenharia do ciclo de vida, a avaliação econômica tem sido aplicada para comparar custo-eficácia de diferentes opções de investimentos e como subsídio nas decisões de uma empresa ou de um cliente. Krozer (2006) ressalva que a Avaliação de Custos abrange avaliações de custos em todas as etapas do ciclo de vida durante a vida útil dos produtos.

Como uma avaliação técnica do ciclo de vida ambiental, uma análise dos custos do ciclo de vida pode levantar cenários com relevantes combinações entre os materiais disponíveis para composição do produto (RIBEIRO et. al, 2008)

Além de trabalhar com os custos das empresas ou dos valores das atividades de uma cadeia, os métodos da ACV econômica surgem para avaliar a probabilidade de influência da opinião pública sobre as decisões gerenciais, baseando-se nas escolhas dos peritos e da opinião pública. Alguns métodos permitem comparar valores acrescentando reflexos dos impactos ambientais, assim podem ser calculado o custo da redução das emissões para se atingir qualidades ambientais elevadas ou apresentando opções de recursos naturais ou outros interesses sociais. Krozer (2006) salienta que o desenvolvimento de métodos de ACV econômica é destinado a apoiar gestores e formuladores de políticas em suas difíceis decisões sobre investimentos.

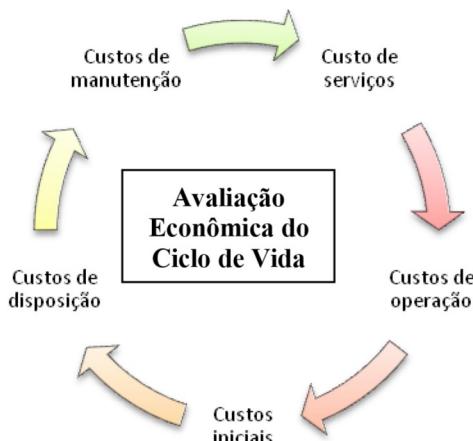


Figura 3 – Representação da Avaliação Econômica do Ciclo de Vida. Fonte: Tigre (2011)

A figura 3 sugere que sejam contabilizados os custos iniciais com os custos de operação, disposição, manutenção e custos de serviços. O custo financeiro é relativamente simples de calcular, mas a intenção dessa técnica é também avaliar os custos ambientais e sociais que são mais difíceis de quantificar e atribuir valores numéricos. Assim, no cálculo do custo são incluídas despesas de todo o ciclo de vida dos produtos, as quais incluem desde momentos do planejamento, projeto, construção, aquisição, operações, manutenção, depreciação, renovação e reabilitação, até os custos de financiamento e de substituição ou eliminação de matéria-prima e atividades do processo.

De acordo com Kloepffer (2008), a LCC tem uma base análoga à LCA, em ambas as definições de unidade funcional e fronteiras do sistema são semelhantes. Ela abrange todos os custos associados ao ciclo de vida de um produto, como por exemplo, fornecedores, produtores, usuários / consumidores e os envolvidos no fim-de-vida. Hauschild, Jeswiet e

Alting (2005) observam que o sistema produto considera apenas os custos ou benefícios diretos como partes do ciclo de vida do produto, portanto, outros custos indiretos não são considerados. Os custos devem referir-se a real situação dos fluxos financeiros para que sejam evitados futuros problemas.

Na década de 1990, a Environmental Toxicology and Environmental (SETAC) já se preocupava com o assunto. Em 1993, a SETAC tornou público um *guideline* com diferentes tipos de Life Cycle Costs (LCC) para futura normalização. Entretanto, a LCC ainda não é padronizada, mas segue os padrões estruturais da norma ISO 14040. Conforme Kloepffer (2008) ressalva, a ACV econômica é um complemento útil para ACV Ambiental e para a ACV social, uma vez que os produtos sustentáveis devem ser rentáveis para as empresas.

### 3.1.3. Avaliação do Ciclo de Vida - Social

A ênfase social dos estudos de ACV é conhecida como *Social Life Cycle Assessment* (SLCA) ou Avaliação Social do Ciclo de Vida (ASCV), cujo conceito consiste em:

*A social and socio-economic Life Cycle Assessment (S-LCA) is a social impact (and potential impact) assessment technique that aims to assess the social and socio-economic aspects of products and their potential positive and negative impacts along their life cycle encompassing extraction and processing of raw materials; manufacturing; distribution; use; re-use; maintenance; recycling; and final disposal (UNEP, 2009).*

As recentes publicações de ASCV têm se esforçado para determinar seus próprios parâmetros, entretanto, de forma análoga apóiam-se nas estruturas já consagradas das avaliações ambientais e econômicas. Como não há uma norma internacional de referência para a ASCV, especialistas da UNEP (2009) sugerem que se utilize a estrutura de Avaliação do Ciclo de Vida citada nas normas ISO 14040 e ISO 14044. A estrutura de um estudo de ASCV é composta por quatro fases, idem as anteriormente apresentadas no estudo de ACV, são elas:

- *Definição do objetivo e escopo;*
- *Análise do inventário do ciclo de vida;*
- *Avaliação do impacto do ciclo de vida e*
- *Interpretação do ciclo de vida.*

Incentivos da ISO para publicação da norma ISO 26000 de Responsabilidade Social têm o Brasil e a Suécia como coadjuvantes. A ISO escolheu a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e o instituto sueco de normalização *Swedish Standards Institute* (SIS) para liderarem o grupo de trabalho de Responsabilidade Social. O Brasil foi convidado por sua experiência no lançamento da “ABNT NBR 16001 – Responsabilidade Social – Sistema de Gestão – Requisitos” em dezembro de 2004. Entre as tarefas deste grupo, destaca-se o esboço da norma internacional para responsabilidade social publicada em 2010 (ISO, 2009).

Diferentes objetos podem ser abordados nos estudos de ASCV, dentre eles estão os impactos sociais sobre os trabalhadores, comunidade local, consumidores, sociedade e cadeias produtivas. Para ilustrar os principais atores que podem ser incluídos nos estudos de ASCV apresentamos a figura 4.

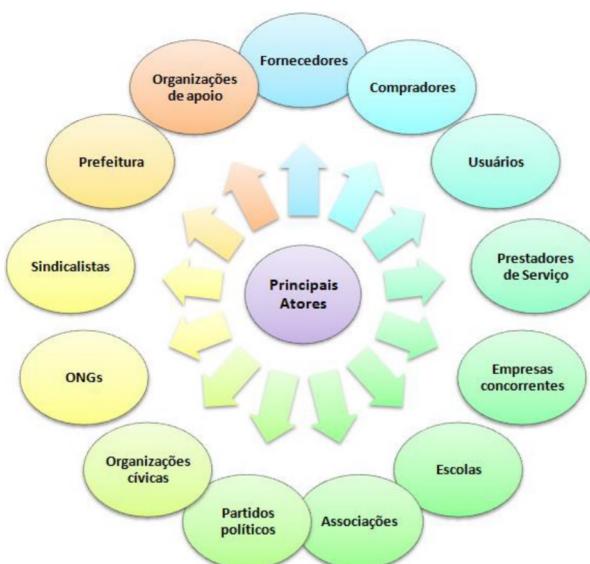


Figura 4 – Representação dos atores sociais que podem ser analisados pela Avaliação Social do Ciclo de Vida.

Fonte: elaborado pelos autores

Seleções das categorias de impacto social implicam possibilidades e limitações peculiares em uma ASCV. Portanto, é necessário estabelecer critérios e deixar muito claro os padrões utilizados para cada tipo de avaliação, de modo a minimizar distintas percepções sobre os resultados. Assim, o enfoque dado ao impacto gerado por um produto, não será necessariamente relevante para uma avaliação que tem como seu escopo a sociedade. Considerando que quanto mais completo e detalhado o escopo, melhores serão as condições de realização do estudo e alcance do objetivo pretendido.

Para se compreender os fundamentos da ASCV orientada pela UNEP (2009) apresentam-se a figura 5, com os itens que irão compor o inventário social. Uma base alicerçada na definição dos *stakeholders* torna-se mais específica ao selecionar suas respectivas subcategorias de impacto. Estas, por sua vez, relacionam-se com categorias de impacto, indicadores e dados sociais que auxiliam o aprofundamento sobre *Hotspots Sociais*, também conhecidos como pontos críticos. Estes *Hotspots* são unidades de processos localizadas em uma região que pode ser considerada um problema, uma situação de risco ou uma oportunidade em relação a um tema de interesse social. Estes temas podem ser considerados uma ameaça para o bem-estar social ou apenas um foco com potencial desenvolvimento. Incluem-se nos temas sociais de interesse os direitos humanos, as condições de trabalho, o patrimônio cultural, pobreza, doenças, conflitos políticos, direitos indígenas, entre outros (UNEP, 2009).



Figura 5 - Itens para composição do inventário social na ASCV. Fonte: Baseado na UNEP (2009)

Na ASCV, as categorias de impacto são agrupamentos lógicos como parte dos resultados que relacionam às questões sociais de interesse de acordo com as partes interessadas e com os interesses dos tomadores de decisão (UNEP, 2009). Enquanto que subcategorias são utilizadas com o objetivo de representar os impactos que podem ser agrupados em função de uma mesma característica ou atributos que possuem relações entre si. Sua função é permitir um tratamento para que os dados heterogêneos obtenham uma avaliação comum. Como por exemplo, a categoria de impacto “Condições de Trabalho”, ela pode incluir em suas subcategorias a porcentagem de trabalhadores que tem acesso à segurança social e benefícios, plano de saúde, licença maternidade e licença paternidade, contratos legais entre outros.

#### **4 Considerações finais**

Para a sustentabilidade de produtos e serviços é preciso avaliar o ciclo de vida nas vertentes ambientais, sociais e econômicas. A investigação acerca dos estágios atuais das técnicas de avaliação do ciclo de vida de produto mostrou que a ACV ambiental encontra-se em estágio mais avançado que as abordagens econômicas e sociais através da consolidação de métodos, softwares e normas. A ACV econômica encontra limitações principalmente em relação aos custos e as dificuldades de valoração dos impactos ambientais e sociais. Contudo, ela é bastante utilizada como subsídio para a compreensão e exercício de consensos monetários sobre danos ambientais.

A ACV social encontra barreiras inerentes ao seu desenvolvimento ainda embrionário. Considera-se que a falta de recursos humanos capacitados para lidar com a ACV social enfrenta os mesmos obstáculos da ACV ambiental e econômica. Entretanto, desafios já superados pelas outras ênfases ainda estão para serem superados na ASC social, destaque para a diversidade de siglas, a proximidade dos termos e sobreposição dos seus significados que dificultam o levantamento e a correlação dos trabalhos até agora publicados. O procedimento de alocação ainda é dificultado pelo extenso número de processos normalmente considerados em uma ASCV ou pelos complexos fatores que inferem na delimitação das fronteiras do sistema. A heterogeneidade entre categorias e indicadores de impactos sociais também podem dificultar a comparação entre os estudos. Além disso, observou-se que a falta de exatidão, limitação de acesso ou disponibilidade de dados muitas vezes compromete o recolhimento de dados utilizados no Inventário de Ciclo de Vida (ICV) e na Avaliação do Inventário de Ciclo de Vida (AICV).

Embora a comunidade brasileira de Avaliação do Ciclo de Vida (2009) apresente uma coleção de documentos, publicações, normas e glossários referentes à avaliação do ciclo de vida de produtos percebe-se que poucos dados refletem sobre a realidade brasileira. Salvo ainda, que no Brasil não há um banco de dados nacional com estudos e inventários de SLCA disponíveis para consulta.

Internacionalmente, o incentivo da ACV social vem sendo publicado principalmente por autores da Dinamarca, Alemanha, África do Sul, Canadá, USA, Suíça, Suécia e Japão. Interesses e motivações para desenvolvimento desta técnica partem principalmente de grupos como:

- ✓ *UNEP/SETAC Life Cycle Initiative,*
- ✓ *Official Organ of JLCA (Life Cycle Assessment Society of Japan),*
- ✓ *ISLCA (Indian Society for Life Cycle Assessment),*
- ✓ *KSLCA (Korean Society for Life Cycle Assessment) e*

✓ *ALCAS (Australian Life Cycle Assessment Society).*

Portanto, a integração das dimensões sociais, econômicas e ambientais é proeminente para a sustentabilidade na gestão do ciclo de vida. Contudo, conclui-se que o eixo ACV social por estar em estágio incipiente carece incentivos para seu desenvolvimento e aprimoramento. Sendo assim, é fundamental que a vertente social caminhe rumo ao seu aprimoramento tendo em vista as diretrizes já consagradas pelas técnicas ambientais e econômicas.

## 5 Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto CE-38:005.01. Comissão de Estudo de Avaliação do Ciclo de Vida. Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental. ABNT, 2009.
- AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA. Disponível em: <<http://acv.ibict.br/>>. Acesso em: 30 abril de 2009
- BARRA, B. N. Rotulagem Ambiental: um estudo a cerca da validade dos critérios para a concessão do selo verde para produtos manufaturados de couro. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2009.
- CMMAD. Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Nosso futuro comum. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.
- GUELERE FILHO, A.; PIGOSSO, D.C.A., ROZENFELD, H. “A Proposal of a Framework for Product Life-Cycle Management (PLM) in the Context of Product-Service Systems (PSS)”. 15th Life Cycle Engineering Conference LCE 2008. Sidney – Austrália, 2008.
- HAUSCHILD, M., JESWIET, J. & ALTING, L. From Life Cycle Assessment to Sustainable Production: Status and Perspectives. In: Annals of the CIRP, p. 70 - 87 2005
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 14040: Environmental Management – Life cycle assessment – Life cycle. Geneva, 2001.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 14044: Environmental Management - Life Cycle Assessment - Requirements and Guidelines. Geneva: 2006.
- JORGENSEN, A., LE BOCQ, A. Methodologies for social life cycle assessment. International Journal of Life Cycle Assessment 13(2): 96-103, 2008.
- KLOEPFFER, W. Life Cycle Sustainability Assessment of Products Life Cycle Sustainability Assessment of Products (with Comments by Helias A. Udo de Haes, p. 95). International Journal of Life Cycle Assessment 13 (2) 89–95, 2008.
- KROZER, Y. Life cycle costing for innovations in product chains. International Journal of Life Cycle Assessment 16: 310-321, 2008.
- KUMAR, S.; PUTNAM, V. Cradle to cradle: reverse logistics strategies and opportunities across three industry sectors. International Journal Production Economics. v.115, n. 2, out. 2008, p. 305-315.
- LOBO, Y. R. O. e LIMA, P. C. Avaliação do Ciclo de Vida. Revista Máquinas e Metais, vol. 2, 24-32, 1998. Disponível em: <<http://www.fem.unicamp.br/~defhp/reauto.htm>>. Acesso em 13 mar 2008.
- MANHART, A. & GRIEßHAMMER, R. Social impacts of the production of notebook PCs – Contribution to the development of a Product Sustainability Assessment (PROSA). Öko-Institut, Freiburg, Germany, 2006.
- MILLANI, T. J. Subsídios à Avaliação do Ciclo de Vida do pescado: avaliação ambiental das atividades de piscicultura e pesque-pague, estudo de caso na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu. Dissertação (Mestrado em Ciência da Engenharia Ambiental). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.
- NAZARKINA, L. & LE BOCQ A. Social aspects of Sustainability assessment: Feasibility of Social Life Cycle Assessment (S-LCA). EDF 2006, Moretsur-Loing, France, 2006.
- OMETTO, A. R.; GUELERE FILHO, A. e SOUZA, M.P. Implementation of life cycle thinking in Brazil's Environmental Policy. In: “Environmental Science and Policy”. 2006.

RIBEIRO, I. et. al. Life cycle engineering methodology applied to material selection, a fender case study. International Journal of Life Cycle Assessment 16: 1887-1899, 2008.

SILVA, E. L. & MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 4.ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) (1993): Guidelines for Life Cycle Assessment: A 'Code of Practice'. Edition 1. From the SETAC Workshop held at Sesimbra, Portugal, 31 March – 3 April 1993. Brussels, Belgium, and Pensacola, Florida, USA, 993

TIGRE. Disponível em: <<http://www.tygre.eu/cms/project/assessment>>. Acesso em: 12 jul 2011.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). Guidelines for Social Life Cycle Assessment of Products. 2009

WENZEL, H.; HAUSCHILD, M.; ALTING, L. Environmental Assessment of Products: Methodology, tools and case studies in product development. Norwell: Kluwer Academic Publishers, p. 564, v. 1, 2. ed. 1997.