

## Uma abordagem teórica a respeito da Avaliação do Ciclo de Vida do biodiesel e o potencial de oportunidades de inovação

Vanessa Alueth Caillot (UTFPR) vanessacaillot@hotmail.com  
Antonio Carlos de Francisco (UTFPR) acfrancisco@utfpr.edu.br

### Resumo:

A crescente preocupação da sociedade em relação às alterações climáticas e degradação ambiental tem levado a busca de meios que permitam reduzir os impactos negativos da intervenção das atividades humanas no meio ambiente. O uso de biocombustíveis é uma opção adequada para o fornecimento de energia, porém ao mesmo tempo que é considerado uma fonte de energia limpa supondo-se que o carbono emitido por biodiesel na fase de combustão é absorvido pela planta durante seu crescimento através da fotossíntese, a produção de biocombustíveis requer o uso de energia fóssil, na forma de fertilizantes, defensivos agrícolas, máquinas para ambas as fases agrícola e industrial, bem como para o transporte de matérias-primas, insumos e distribuição de biocombustíveis para uso final. Análise de Ciclo de Vida (ACV) destaca-se como uma ferramenta para avaliar os impactos ambientais associados aos produtos. Esta técnica abrange todas as etapas do ciclo de vida do produto, desde a retirada na natureza da matéria-prima até a disposição do produto final. Através de pesquisa teórica sobre ACV e sua aplicação na produção de biodiesel, verifica-se que é possível identificar e quantificar os impactos que a produção e utilização dos biocombustíveis no meio ambiente. Neste contexto nota-se que o caminho indicado pela ACV por si só pode resultar na melhoria do processo e redução dos impactos ao meio ambiente, tendo como ganhos finais a otimização de uma forma geral do modo de produção e maior lucratividade.

**Palavras chave:** Análises de Ciclo de Vida, biocombustíveis, inovação

## A theoretical approach regarding the Life Cycle Assessment of biodiesel and the potential opportunities for innovation

### Abstract:

The growing social concern about climate change and environmental degradation has led the search for ways to reduce the negative impacts of the intervention of human activities on the environment. The use of biofuels is an appropriate option for the supply of energy, but at the same time what is considered a clean energy source assuming that the carbon emitted by biodiesel in the combustion phase is absorbed by the plant during its growth through photosynthesis, biofuel production requires the use of fossil energy in the form of fertilizers, pesticides, machinery for both agricultural and industrial phases, as well as for the transport of raw materials, supplies and distribution of biofuels for final use. Life Cycle Analysis (LCA) stands out as a tool to assess the environmental impacts associated with products. This technique covers all stages of the product life cycle, from withdrawing the nature of the raw materials to the disposal of the end product. Through theoretical research on LCA and its application in biodiesel production, it appears that it is possible to identify and quantify the impacts that the production and use of biofuels on the environment. In this context we note that the path indicated by the LCA alone can result in process improvement and reducing impacts on the environment, with the ultimate gains optimization in general the mode of production and greater profitability.

**Keywords:** Analysis of Life Cycle, biofuels, innovation

## 1. Introdução

A preocupação com a questão ambiental vem crescendo, as empresas vêm sendo pressionadas a tomar medidas que minimizem os impactos causados pelos produtos no meio ambiente. Desta forma aspectos ligados a gestão ambiental vem se tornando um fator de diferenciação para as empresas.

Com isso, segundo Coltro (2007), a busca por produtos e processos sustentáveis vem ganhando cada vez mais importância nas indústrias, deste modo o sucesso econômico das empresas depende em grande parte da capacidade das mesmas em atender as demandas do desenvolvimento sustentável.

Neste sentido, com o intuito de avaliar os aspectos e impactos ambientais associados aos produtos, algumas técnicas de gestão ambiental vem sendo desenvolvidas, tendo destaque a Análise de Ciclo de Vida (ACV). Esta técnica abrange todas as etapas do ciclo de vida do produto, desde a retirada na natureza da matéria-prima até a disposição do produto final. Isso faz com que a ACV apresente grande potencial de aplicação na indústria para acompanhamento do ciclo de vida do produto, no que se refere aos aspectos e impactos ambientais associados ao processo produtivo.

Neste contexto nota-se que a aplicação da ACV por si só pode resultar na melhoria do processo, tendo como ganhos finais a otimização de uma forma geral do modo de produção podendo convir em maior lucratividade para a organização. Além do ganho econômico pela implementação das melhorias nas etapas identificadas pela ACV, a empresa beneficia-se da melhoria da sua imagem perante o cliente ou consumidor, por evidenciar a preocupação com os aspectos ambientais da produção.

O uso de combustíveis de origem fóssil tem sido apontado como o principal responsável pelo efeito estufa com isso, a preocupação com a elevada dependência do sector dos transportes em relação a combustíveis fósseis e à sua queima com todos as implicações que lhes estão associadas torna urgente a busca de combustíveis alternativos mais limpos.

Os biocombustíveis apontam uma possível resposta para esse problema. Através de Análises de Ciclo de Vida (ACV) é possível identificar e quantificar os impactos que a produção e utilização dos biocombustíveis tem no meio ambiente. Identificadas as parcelas com maior contribuição aos impactos, destaca-se o uso de medidas inovativas na busca da melhoria do processo. Considerando que não de ser feitas mudanças em um ou alguns pontos, objetiva-se que além da redução dos impactos, uma vez necessária a mudança, seja alcançada, também, a melhoria econômica do processo.

No entanto, a aplicação desta metodologia na indústria é recente, e ainda está em processo de aperfeiçoamento. Desta forma, este estudo tem como objetivo discutir teoricamente a aplicação e utilização da Análise do Ciclo de Vida e o potencial de geração de inovação no ambiente industrial. Para isso foi realizada uma pesquisa básica, de caráter exploratório, onde foi percorrido sobre alguns conceitos relacionados à ACV e a aplicação da ferramenta relacionada a produção de biodiesel como potencial de geração de inovação.

## 2. Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)

A partir da crise do petróleo em 1960, surgiu a preocupação com o limite da extração de recursos naturais dando início aos primeiros estudos sobre ACV. Nos anos seguintes houve uma descontinuação nos estudos sobre o tema, ressurgindo em 1980, Os estudos intensificaram-se em 1990 com a preocupação a respeito dos resíduos sólidos e a com a normalização da metodologia (FERREIRA 2004).

A Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) de um produto consiste no estudo completo dos impactos gerados em todo o ciclo de vida de um produto. Os estudos de ACV abrangem desde a extração da matéria-prima até sua destinação final, passando pelas etapas de produção, distribuição e consumo. Através da interpretação dos dados recolhidos durante o desenvolvimento do estudo, identifica-se onde estão os impactos mais relevantes no ciclo de vida de um produto, a fim de buscar alternativas para redução do impacto ambiental no processo produtivo.

As normas dos estudos de ACV são definidas pela International for Standardization Organization (ISO) na série ISO 14000 que trata de Gestão Ambiental. Hoje o desenvolvimento de um estudo de ACV é guiado por duas normas, ABNT NBR ISO 14040:2009 (2009a), que dita os princípios e estrutura e ABNT NBR ISO 14044:2009 (2009b), que fornece os requisitos e orientações.

Um estudo completo de ACV compreende quatro fases, como mostrado na Figura 1, a seguir:

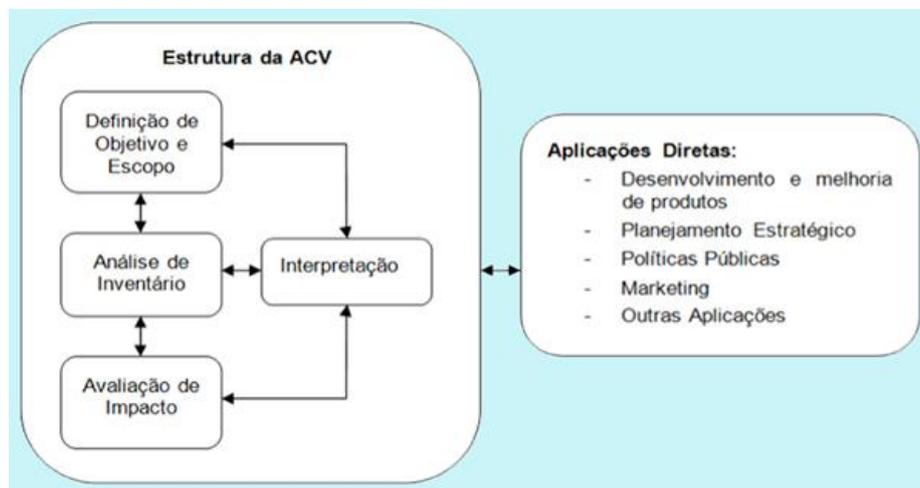


Figura 1 – Fases da ACV e seus relacionamentos Fonte: ABNT (2009a)

Como mostra a figura acima as fases de um estudo de ACV consiste:

Fase 1- Definição de objetivo e escopo;

Fase 2 – Análise do Inventário do Ciclo de Vida;

Fase 3 – Avaliação dos Impactos do Ciclo de Vida;

Fase 4 - Interpretação.

As normas ISO 14040 (ABNT, 2009a) e ISO 14044 (ABNT, 2009b) fornecem todas as informações necessárias à realização de um estudo completo de ACV. Os principais pontos a serem considerados na aplicação de um estudo de ACV são:

### 2.1 Fase 1: Definição de objetivo e escopo

Consiste na definição da finalidade do estudo, os objetivos a serem alcançados e a delimitação do estudo, o escopo onde será aplicado. São definidas também as fronteiras do sistema e a unidade funcional, ou seja, o limite inicial e final no tratamento da cadeia produtiva, sendo a abordagem mais comum *cradle to grave* ou do “berço ao tumulo” onde a avaliação é feita desde a matéria-prima até a disposição final. Nesta fase também é definida a unidade funcional que é uma amostra à qual todos os dados são relacionados, esta define a referência

para a coleta de dados servindo também como base para a comparação entre diversos estudos de ACV.

## **2.2. Fase 2: Análise do Inventário do Ciclo de Vida (ICV)**

Nesta fase da ACV são identificadas todas as entradas e saídas de cada unidade de processo a fim de avaliar quais são as mais significativas para a modelagem dos dados (COSTA, 2007). O inventário do ciclo de vida (ICV) envolve a coleta de dados, dos quais as entradas e as saídas referentes ao sistema em estudo, os insumos, as matérias-primas, os produtos, os co-produtos e as emissões, assim como os procedimentos de cálculo necessários para adaptação das informações à unidade funcional, como balanços de massa e energia e afins (PASSUELO 2007).

Chehehe (1997) descreve que a coleta dos dados pode ser feita mediante envio de questionário as empresas ou unidades da empresa que estão envolvidas no estudo. A fim de que estes questionários sejam compreendidos e a coleta das informações solicitadas seja atendida, alguns cuidados devem ser tomados, incluindo:

- a) Desenho de fluxogramas específicos que mostrem todas as unidades de processo, incluindo as inter-relações existentes entre elas. (Este fluxograma pode ser baseado no fluxograma elaborado na etapa de estabelecimento dos limites do estudo);
- b) Descrição detalhada de cada unidade de processo e a lista das categorias de dados associados a cada uma delas;
- c) Elaboração de um glossário que defina as unidades de medidas utilizadas;
- d) Descrição das técnicas utilizadas para a coleta e/ou cálculo dos dados para cada categoria de dados, para que desta forma os técnicos entendam que informações são necessárias para o estudo;
- e) Fornecimento de instruções aos técnicos locais sobre a necessidade de se documentar os casos especiais e irregularidades ou outros itens ligados com os dados fornecidos.

Segundo a ABNT NBR ISO 14044 (2009b) a realização da análise de sensibilidade dos dados nesta fase pode resultar em exclusão ou necessidade de coleta de dados, a fim de que os objetivos sejam alcançados.

## **2.3 Fase 3: Avaliação do impacto do ciclo de vida (AICV)**

A fase de AICV utiliza os resultados da análise do inventário para avaliar a significância dos impactos ambientais potenciais. De maneira geral, “este processo envolve a associação de dados de inventário com impactos ambientais específicos e a tentativa de compreender estes impactos”. A escolha dos impactos avaliados e das metodologias utilizadas bem como o nível de detalhes depende do objetivo e do escopo do estudo (ABNT, 2001, p.7).

A Norma ISO 14044 (ABNT, 2009b) indica que a esta fase consiste em elementos obrigatórios: seleção das categorias de impacto, classificação e caracterização e opcionais: a normalização, agrupamento, ponderação e análise adicional da qualidade dos dados.

De acordo com Chehebe (1997) “na etapa de seleção das categorias de impacto são identificados os grandes focos de preocupação ambiental, as categorias e os indicadores que o estudo utilizará”. A seleção dessas categorias deve estar relacionada ao sistema de produto em estudo, levando em consideração o objetivo e escopo do estudo.

A classificação correlaciona dados do inventário com as categorias de impacto ambiental. Deve-se declarar explicitamente qual categoria de impacto será levada em consideração.

Nesta fase são analisadas as entradas e saídas do inventário que contribuem para causar impacto sobre o meio ambiente e são classificadas de acordo com o problema.

Nas próximas etapas da AICV, classificação, os dados são selecionados e atribuídos a categoria de impactos específica, na caracterização, os dados do inventário são multiplicados por fatores de equivalência para cada categoria de impacto e por último, na ponderação, é feita a conversão dos resultados do indicador das diferentes categorias de impacto a uma mesma base (COLTRO, 2007).

Ao final da avaliação de impacto do ciclo de vida, tem-se como resultado final um perfil ambiental do sistema de produto em estudo, conforme definido no objetivo e escopo. Esses resultados serão interpretados na última fase da estrutura metodológica da avaliação do ciclo de vida.

#### **2.4 Fase 4: Interpretação**

É basicamente uma conclusão do estudo, aonde além da interpretação de resultados deve incluir uma reflexão crítica sobre incertezas, sensibilidade e alternativas de metodologia. Segundo Luz (2011) é onde ocorre a tomada de decisão, baseada nos resultados obtidos a fim de buscar soluções práticas para a redução dos impactos identificados. Enfim a real interpretação dos resultados e a apresentação de propostas que dirijam à redução dos impactos ambientais e demais propostas que respondam ao escopo do estudo.

Benedetto e Klemes (2009) afirmam que algumas limitações da ACV estão relacionadas com a abordagem metodológica, principalmente com a qualidade de dados, definição do sistema, limites de tempo e modelagem de processos. A qualidade e disponibilidade de dados influenciam os resultados de forma significativa. O aspecto tempo é muitas vezes crítico na inclusão ou exclusão de alguns efeitos dos sistemas em análise. O estudo de ACV deve considerar impactos ambientais sobre o mais longo período de tempo possível. A abordagem holística da ACV, um dos seus principais pontos fortes, também é uma causa de complexidade. Na maioria dos estudos as suposições são feitas e os limites do sistema são modificados de forma a deixar de fora alguns elementos. Os resultados do ACV são frequentemente utilizados para otimização de processos. A aplicabilidade depende muito do modelo do processo, que foi aprovado no início do estudo, que é frequentemente muito simplificada. Por fim, a grande quantidade de dados detalhados necessários para completar uma ACV completa, que também leva em consideração a totalidade dos custos, pode desencorajar alguns praticantes de usar a ACV como uma ferramenta de apoio à tomada de decisão.

### **3. Inovação em busca de sustentabilidade**

Especialistas em pensamento estratégico e econômico afirmam sustentabilidade exige alto grau de inovação. Laperche et al (2011) afirma o meio ambiente se tornou um significativo foco de estratégia de inovação das empresas. As empresas consideram estratégia ambiental como um novo caminho para enfrentar a crise e redirecionar sua capacidade de inovação rumo a eco- inovação.

As respostas aos desafios da insustentabilidade ambiental, econômica e social virão em forma de novas idéias, comportamentos, métodos e processos. Para Barbieri et al (2010) a organização inovadora sustentável atende as múltiplas dimensões da sustentabilidade em bases sistemáticas e apresenta resultados positivos para ela, para a sociedade e o meio ambiente. Para OCDE (2009), a inovação não se limita aos produtos, processos e métodos de marketing, mas também deve incluir a inovação em áreas sociais e institucionais. Segundo a OCDE (2009) A eco-inovação pode se apresentar das seguintes formas:

- a) Modificação, quando ocorre mudanças progressivas no produto ou pequeno e ajustes de processo;
- b) Re-design, quando ocorre mudanças significativas;
- c) Alternativas, como a introdução de produtos substitutos;
- d) Criação, trata-se da introdução de produtos totalmente novos, processos, procedimentos, organizações e instituições.

Para Laperche e Picard (2013) durante muito tempo as estratégias de eco-inovação estavam preocupadas em melhorar apenas marginalmente os produtos e processos, o que significa mudanças, principalmente, no que diz respeito à modificação e re-design. A regulação imposta a fim minimizar os danos ambientais, assim como o aumento das oportunidades de mercado resultarão em formas mais sofisticadas de eco-inovação a partir da criação de produtos e processos de concepção ecológica focadas na incorporação sistêmica de conceitos sobre o ciclo de vida na concepção de produtos, processos ou serviços. A Eco-inovação está transformando, assim, as atividades de fabricação. O que deve incorrer não só sobre a produção e venda de bens físicos, mas também em soluções que combinam produtos, e serviços, agregado a metas de rentabilidade associadas a preocupações ambientais.

#### **4. A redução de impactos ambientais através da utilização do Biodiesel**

O uso de combustíveis de origem fóssil tem sido apontado como o principal responsável pelo efeito estufa, portanto a importância da substituição do petróleo por combustíveis de fontes renováveis. Além da poluição ambiental, outros fatores contribuíram para estimular a produção de biodiesel como a flutuação dos preços do petróleo e a insegurança energética.

Atualmente, em todo o mundo o foco de pesquisadores, governos e empresas está em aumentar a participação das fontes renováveis de energia na matriz energética do planeta. O biodiesel é um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis como óleos vegetais e gorduras animais, que quando estimulados por um catalisador, reage quimicamente com álcool. Existem diferentes espécies de oleaginosas no Brasil que podem ser usadas para produzir o biodiesel. Entre elas estão a mamona, canola, girassol, amendoim, soja, algodão e a palma. Matérias-primas de origem animal, como o sebo bovino e gordura suína, também podem ser utilizadas na fabricação do biodiesel.

O Biodiesel compreende tipicamente ácido gordo alquilo inferior, os ésteres de álcoois de cadeia curta, principalmente, metanol ou etanol. Vários métodos têm sido relatados para a produção de biodiesel a partir de óleo vegetal, como o uso direto e de mistura, microemulsificação, pirólise e transesterificação. O biodiesel pode ser utilizado em qualquer mistura com o combustível de diesel de petróleo, uma vez que tem características muito semelhantes, mas tem as emissões de gases de escape mais baixas. Além de ter propriedades melhores do que o combustível diesel de petróleo; é renovável, biodegradável, não tóxico, e essencialmente livre de enxofre e de aromáticos. O Biodiesel parece ser um combustível realista para o futuro; tornou-se mais atraente recentemente por causa de seus benefícios ambientais, considerado um combustível ambientalmente amigável que pode ser utilizado em qualquer motor diesel sem modificação (DEMIRBAS 2008).

#### **5. Avaliação do ciclo de vida e inovação tecnológica na redução de impactos ambientais na produção do Biodiesel**

A importância de desenvolver a ACV, se dá a fim de obter qualificação e quantificação dos impactos ambientais, de cada etapa da produção do biodiesel desde a atividade agrícola até a destinação final. Sendo assim de acordo com os resultados obtidos a partir da fase de AICV é

possível identificar os pontos críticos, onde se observa maior contribuição de uma determinada parcela do processo às categorias de impacto analisadas.

Luz (2011) constatou em sua pesquisa que todos os grupos de indicadores da ICV estão correlacionados de alguma maneira com a inovação por meio dos indicadores referentes às atividades inovativas. Isso indica que as atividades inovativas desenvolvidas estão relacionadas com as inovações geradas em todo o sistema do produto.

Zah et al (2009) afirma que embora o ciclo de vida dos biocombustíveis é influenciada por um grande número de fatores, o fator que apresenta maior relevância para a avaliação global do impacto ambiental esta na fase do cultivo agrícola, seguido da transformação do biocombustível, enquanto que o transporte do combustível é de menor importância. Segundo o autor a análise de sensibilidade na etapa agrícola mostra que os fatores mais relevantes para as emissões de gases de efeito estufa são as emissões de N<sub>2</sub>O agrícolas e CO<sub>2</sub> a partir de transformação da terra.

Como demonstra os resultados de Zah (2009) com o estudo de ACV aplicado a produção de biodiesel é possível identificar a contribuição ou o impacto, alcançando, assim, um resultado mais eficiente para as medidas adotadas. Identificadas as parcelas com maior contribuição aos impactos, destaca-se a busca da inovação afim de obter melhoria no processo. Segundo Luz (2011) Em sua maioria os estudos de aplicação de ACV não são realizados com o intuito de apontar medidas inovativas e sim relatar o impacto de determinado produto ou processo afirma que o potencial da ACV para geração de inovação está relacionado ao fato de que os resultados obtidos na ACV fornecem informações referentes aos aspectos/impactos ambientais associados ao ciclo de vida do produto.

A seguir são demonstrados alguns estudos com base em revisão bibliográfica a ACV foi aplicada relacionada a produção de biodiesel. Os estudos demonstram o potencial da ACV como ferramenta geradora de inovação.

Melamu e Blottitz (2011) Investigaram o caso uma usina de açúcar no Sul-Africano onde se vende o bagaço da cana, usado atualmente em baixa eficiência para fornecer calor de processo para um avançado produtor de biocombustíveis, e compra-se uma quantidade equivalente de carvão sem investir em melhorias de eficiência. A partir da geração de cenários que vão desde a hipótese onde nenhum bagaço é desviado, a hipótese de 100% do desvio do bagaço da cana, com um cenário incluindo uma melhoria da eficiência energética na usina de açúcar. A ACV é aplicada a sete cenários, abrangendo potencial de aquecimento global, o consumo de energia não renovável, a eutrofização aquática e terrestre acidificação. A análise financeira de base dos cenários propostos mostra que eles são realistas, com retornos potencialmente lucrativos. Os resultados mostram que o desvio do bagaço sem melhorias na eficiência do seu uso atual para uma bio-refinaria de etanol não seria uma opção atraente para os impactos ambientais estudados. O cenário de desvio de 100% do bagaço foi considerada a pior opção. Segundo o autor investimentos em eficiência energética são, portanto, uma condição prévia para desviar os resíduos celulósicos para a produção de biocombustíveis.

Bortolini et al (2014) aplicaram um estudo de ACV com o objetivo de acelerar a colheita operações e reduzindo o consumo de energia eo impacto ambiental. Uma análise comparativa sobre a adoção dos instrumentos tradicionais e de novas máquinas multi-funcionais foram relatados. A redução do consumo de combustível (-32%), o trabalho humano (66,7%), é discutida em conjunto com uma análise diferencial do ambiente do sistema proposto e os instrumentos tradicionais. Para atender o propósito o estudo os autores adotaram a metodologia de avaliação do ciclo de vida quantificando cuidadosamente os indicadores de impacto para três categorias diferentes, ou seja, a saúde humana, a qualidade dos ecossistemas e esgotamento de recursos. Os resultados destacam a redução do impacto ambiental global de

cerca de 35%. O sistema proposto representa uma melhoria eficaz e competitiva para facilitar e agilizar o processo de fenação e reduzir o impacto ambiental da atividade agrícola.

A utilização de matérias-primas para produção de biocombustíveis que não venham a competir com a produção de alimentos resultou no interesse de pesquisadores em estudos de ACV sobre materiais lignocelulósicos e microalgas. Holma et al (2013) avaliaram como a sustentabilidade ambiental do biodiesel de base florestal e de microalgas pode ser determinada através de uma estrutura de avaliação de ciclo de vida, o estudo centra-se em categorias de impacto do ciclo de vida ainda em fase de desenvolvimento metodológico, ou seja, o esgotamento de recursos, uso da terra e mudanças no uso da terra, uso da água, impactos na qualidade do solo e da biodiversidade.

Além disso, os impactos climáticos foram quantificados, a fim de exemplificar a incerteza dos resultados e da complexidade de estimar os parâmetros. Os resultados propõem que as emissões de gases com efeito de estufa de microalgas biodiesel são maiores do que os de biodiesel à base de resíduos florestais, mas os resultados da cadeia de microalgas são muito incertas devido ao estágio inicial de desenvolvimento da tecnologia. Por outro lado, o sistema de microalgas tem outras vantagens como a baixa concorrência em terra produtiva e baixos impactos à biodiversidade. Os resultados ajudam a reconhecer as principais características das duas cadeias de produção, e as principais questões de investigação restantes sobre a avaliação de bioenergia, juntamente com as necessidades de desenvolvimento de abordagens metodológicas do ciclo de vida.

A pesquisa de Festel et al (2014) mostra que os biocombustíveis segunda geração são mais propensos a atingir custos de produção competitivos a médio e longo prazo, quando se leva em conta os efeitos de aprendizado tecnológico e tamanho escala de produção, bem como cenários de preços do petróleo bruto entre 50 e 200 euros por barril ambos os anos de referência.

Tendo em vista que a produção de biocombustíveis na Europa recebe benefícios fiscais. O autor comparou os custos de produção dos diferentes biocombustíveis com os combustíveis fósseis, um estudo complexo devido à quantidade de fatores que influenciam. Através da pesquisa buscou-se projetar futuros preços de matérias-primas de biocombustíveis com base na evolução dos preços do petróleo bruto, o índice de preços dos produtos agrícolas, o crescimento da população mundial, crescimento da riqueza da renda per capita e variação de energia consumo per capita; para simular os custos de produção em análise de prováveis economias de escala a partir de aumento de escala de produção e tamanho aprendizado tecnológico e comparar diferentes biocombustíveis e combustíveis fósseis por análise de cenários. Em todos os cenários de preços do petróleo bruto, o bioetanol a partir de matérias-primas lignocelulósicas, bem como biodiesel a partir de óleo de resíduos estão associados a potenciais de poupança de alto custo que lhes permitam superar os combustíveis fósseis e biocombustíveis primeira geração.

A localização geográfica do Brasil, condições climáticas, disponibilidade de energia solar e as condições tecnológicas destacam o Brasil como um país com um enorme potencial para expandir na produção de energia renovável. Os estudos em ACV são recentes, existindo uma lacuna no que se refere a aplicação de ACV visando a geração de inovação na produção do Biodiesel. Para Viana (2008) os poucos estudos justificam-se devido ao grande número de informações necessárias para compor o ICV junto com a inexistência de um banco de dados Brasileiro, o que leva os pesquisadores buscarem informações banco de dados internacionais, o que pode causar discrepância nos resultados devido as diferentes condições ambientais de cada região.

Vianna (2008) aplicou ACV biodiesel etílico do óleo de girassol verificando que 8 dentre todas as etapas estudadas do ciclo de vida do biodiesel, a produção dos grãos de girassol é a que demanda mais recursos materiais e energéticos e que provoca a maior quantidade de emissões para o meio ambiente. Sendo assim a maior parte das emissões para o meio ambiente no ciclo de vida do biodiesel concentra-se na fase agrícola, na obtenção do grãos de girassol e Etanol. Portanto esta etapa merece atenção dos produtores de biodiesel e agricultores a fim de propor inovações que minimizem o impacto causado ao meio ambiente.

Cavalett e Ortega (2010) afirmam que na produção de biodiesel de soja a fase agrícola e a transesterificação utiliza uma grande quantidade de recursos que não devem ser ignorados. Seus resultados indicam que a agricultura é a etapa que utiliza a maior quantidade de fluxos de entrada. Fato que exige uma reorganização das atividades de cultivo que visam diminuir a quantidade de materiais não-renováveis utilizadas no processo, como insumos químicos e de alta tecnologia para garantir a culturas de alto rendimento. A maioria desses recursos são direta ou indiretamente dependentes da disponibilidade mundial dos combustíveis fósseis e de outros minerais, ambos recursos não renováveis.

Com base nos estudos avaliados nesta pesquisa pode-se afirmar que os resultados mensurados pela ACV, pode-se identificar oportunidades de melhorias de aspectos ambientais em vários pontos do ciclo, e selecionar indicadores relevantes de desempenho ambiental, o que é importante para geração de inovação. Estudos que ACV podem levar a identificação de através sistemas alternativos mais sustentáveis de produção de Biodiesel.

## **6. Conclusão**

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma ferramenta da gestão ambiental que identifica aspectos ambientais e avalia os impactos ambientais de um produto ao longo de todo o seu ciclo de vida. O ciclo de vida considera todas as atividades que vão desde a extração e processamento das matérias-primas, manufatura, transporte, distribuição, uso, reuso, manutenção e disposição final. Através da ACV são obtidas todas as entradas de massa e energia e as respectivas saídas na forma de emissões atmosféricas, efluentes líquidos e resíduos sólidos para cada atividade que compõe o ciclo de vida do produto estudado. Pelo uso da ACV como ferramenta na busca da diminuição de impactos ambientais a metodologia em seu uso final indica a direção a ser seguida na realização de ações que efetivamente reduzam as cargas ambientais do processo em questão. A inovação neste contexto vem auxiliar nas mudanças necessárias de maneira a conduzir ao modo mais prático e economicamente viável, de certa forma, para que tais ações tomem um sentido real. A necessidade de mudanças, contextualizada em aspectos idiossincráticos da produção moldam um novo modo de agir da organização frente à nova realidade, considerando os panoramas ambientais e econômicos.

A análise do ciclo de vida apresentar-se como grande aliada dos produtores de biocombustíveis é preciso saber primeiramente a que ela se propõe. Resguardadas as diferentes metodologias usadas, a ACV tem como proposta identificar e analisar as cargas ambientais, no caso do biodiesel, isso significa uma avaliação que começa na produção da semente (ou muda) e vai até o momento em que o biodiesel é colocado no tanque do veículo.

Com base nos resultados mensurados pela ACV, pode-se identificar oportunidades de melhorias de aspectos ambientais em vários pontos do ciclo, e selecionar indicadores relevantes de desempenho ambiental, o que é importante para geração de inovação.

A Avaliação do Ciclo de Vida identificando os pontos potenciais de impactos ambientais e a Inovação Tecnológica expondo uma maneira renovada de realizar as mudanças materiais

nestes pontos que alcancem o desenvolvimento da organização ao mesmo tempo que estas reduzam a carga ambiental do processo produtivo.

## 6. Referencias

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR ISO 14040: Gestão Ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura. Brasil. 2001.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT).** NBR ISO 14044: Gestão Ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Requisitos e Orientações. Brasil, 2009b.

**BARBIERI J.C; VASCONCELOS I. F.G; TALES A; VASCONCELOS, F. C.** *Inovação e sustentabilidade: Novos Modelos e proposições.* RAE 50, 2010.

**BENEDETTO L.; KLEMES J.** *The Environmental Performance Strategy Map: an integrated LCA approach to support the strategic decision-making process.* Journal of Cleaner Production, 2009. DOI: 10.1016/j.jclepro.2009.02.012

**BORTOLINI, MARCO et al .** *Sustainable design and life cycle assessment of an innovative multi-functional haymaking agricultural machinery,* **Journal of Cleaner Production, 2014.** DOI: 10.1016/j.jclepro.2014.06.054

**CAVALETT, OTÁVIO; ORTEGA, ENRIQUE.** *Integrated environmental assessment of biodiesel production from soybean in Brazil.* Journal of Cleaner Production, Volume 18, 2010. DOI: 10.1016/j.jclepro.2009.09.008

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

**COSTA, M. S. V.** *O enfoque de ciclo de vida como estratégia para a gestão sustentável: um estudo de caso sobre pneus.* 2007. 158f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia de Produção) – Universidade federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

**DEMIRBAS AYHAN.** *Progress and recent trends in biodiesel fuels .* Energy Conversion and Management , Volume 50, 2009.

**FESTEL et al.** *Modelling production cost scenarios for biofuels and fossil fuels in Europe.* Journal of Cleaner Production Volume 66, 2014. DOI: 10.1016/j.jclepro.2013.10.038

**FERREIRA, J. V. R.** (2004); *Análise de ciclo de vida dos produtos.* Disponível em: <<http://www.estv.ipv.pt/PaginasPessoais/jvf/Gest%C3%A3o%20Ambiental%20%20An%C3%A1lise%20de%20Ciclo%20de%20Vida.pdf>> Acesso: em 15 de setembro de 2014

**HOLMA ANNE et al.** *Current limits of life cycle assessment framework in evaluating environmental sustainability – case of two evolving biofuel technologies.* Journal of Cleaner Production, 2013. DOI: 10.1016/j.jclepro.2013.04.032

**LAPERCHE, B; PICARD, F.** *Environmental constraints, Product- Service Systems development and impacts on innovation management: learning from manufacturing firms in the French context.* Journal of Cleaner Production, 53, 2013.

**LUZ, L. M.** *Proposta de modelo para avaliar a contribuição dos indicadores obtidos na análise do ciclo de vida sobre a geração de inovação na indústria,* 2011.. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção).

**MELAMU R.; BLOTTNITZ H.V.** *2nd Generation biofuels a sure bet? A life cycle assessment of how things could go wrong.* Journal of Cleaner Production Volume 19, 2011.

**OECD.** *Eco-innovation in Industry* OECD Disponível em: <http://www.oecd.org/> Acesso em: 11/05/2014

**PASSUELO, A. C. B.** *Aplicação da Avaliação do ciclo de vida em embalagens descartáveis para frutas: estudo de caso.* 2007. 148f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

**PIEKARSKI, C M.** *Inventário do ciclo de vida de painéis de madeira tipo MDF.* 2011. 196f. Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2011.

**UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME.** *Evaluation of Environmental Impacts in Life Cycle Assessment.* 2003.

**VIANA, M. M.** *Inventário do Ciclo de Vida do Biodiesel Etílico do Óleo de Girassol*. Dissertação mestrado Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

**ZAH, RAINER et al.** *Standardized and simplified life-cycle assessment (LCA) as a driver for more sustainable biofuels* Journal of Cleaner Production, Volume 17, 2009. DOI: 10.1016/j.jclepro.2009.04.004