

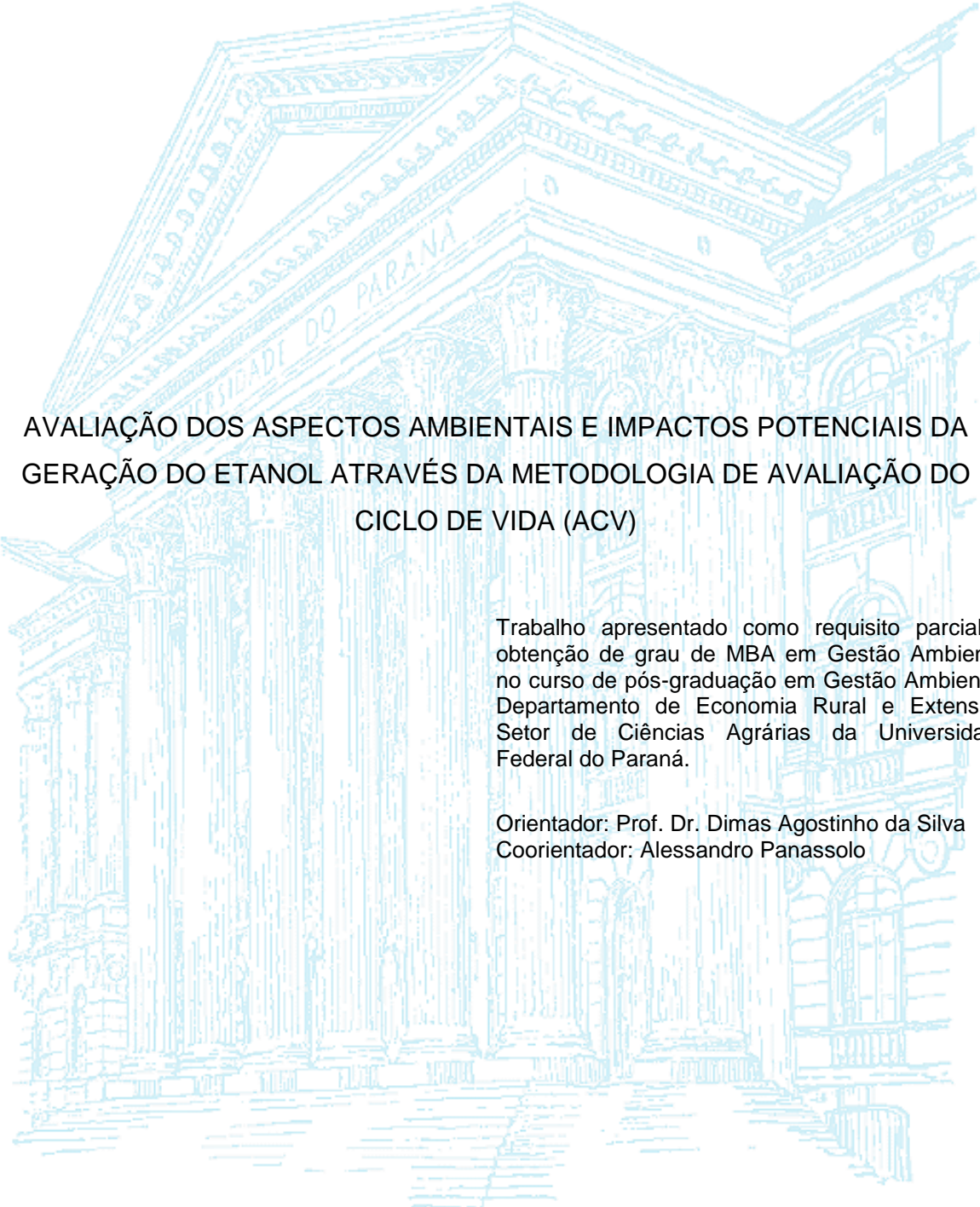
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARISA DANIELE SCHERER

AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS AMBIENTAIS E IMPACTOS POTENCIAIS DA
GERAÇÃO DO ETANOL ATRAVÉS DA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DO
CICLO DE VIDA (ACV)

CURITIBA
2014

MARISA DANIELE SCHERER



AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS AMBIENTAIS E IMPACTOS POTENCIAIS DA
GERAÇÃO DO ETANOL ATRAVÉS DA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DO
CICLO DE VIDA (ACV)

Trabalho apresentado como requisito parcial á
obtenção de grau de MBA em Gestão Ambiental
no curso de pós-graduação em Gestão Ambiental,
Departamento de Economia Rural e Extensão,
Setor de Ciências Agrárias da Universidade
Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Dimas Agostinho da Silva
Coorientador: Alessandro Panassolo

CURITIBA
2014

À minha mãe que sempre esteve ao meu lado. E ao meu pai que já partiu dessa vida, mas que para sempre viverá em meu coração.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado ao longo de toda jornada acadêmica saúde, coragem, força, ânimo, perseverança e, acima de tudo, a sabedoria necessária para chegar até aqui.

Aos meus amados pais, Almiro Arnaldo Scherer e Silvia Koch Scherer, pelo exemplo de dedicação e amor a família, os quais sempre me incentivaram a estudar e a nunca desistir dos meus sonhos. Finalmente, agradeço a eles por ter me dado à oportunidade de sempre continuar estudando, oportunidade esta, que agora se reflete na conclusão da pós-graduação. Pela confiança e pelo amor que me fortalece todos os dias.

Agradeço ao curso pela bolsa concedida, assim sendo possível a realização deste por mim.

Pela confiança em mim, pelo respeito para comigo, pelos conhecimentos que comigo compartilharam, e principalmente, pela orientação agradeço aos Professores. Dr. Dimas Agostinho, Prof. Alessandro Panassolo e a Cymara Regina Oshiro.

Ao meu eterno amigo e marido Diego Maffi, ofereço um agradecimento mais do que especial, por ter vivenciado comigo passo a passo deste trabalho, ter me ajudado no desenvolvimento e finalização do trabalho, por ter me dado todo o apoio que necessitava nos momentos difíceis, todo carinho, respeito, por ter me aturado nos momentos de estresse, e por tornar minha vida cada dia mais feliz.

Aos demais da família por ter me incentivado nas minhas decisões e por ter sempre me cativado a estudar. A minha Cristiane Silvana Scherer, e ao meu cunhado, Jackson Miliorini de Freitas, pela amizade e companheirismo. Aos pequenos Arthur e Bernardo por ter deixado a vida da tia mais feliz. Também agradeço aos meus amigos, os quais nunca me deixaram na mão, irmãos que Deus me deixou escolher e preservar.

Aos amigos e colegas do curso pela companhia nesses meses, pelas risadas e pelos conhecimentos compartilhados.

Finalmente, agradeço a todos aqueles que de uma forma direta ou indireta me ajudaram a chegar até aqui.

“Um especialista é um homem que sabe cada vez mais sobre cada vez menos, e por fim acaba sabendo tudo sobre nada”.

George Bernard Shaw.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo avaliar a indústria canavieira *Infinity Bio Energy* nos aspectos econômicos e ambientais concernentes à produção do etanol combustível a partir da biomassa da cana-de-açúcar utilizando a metodologia da avaliação do ciclo de vida (ACV). Estudos mostram que o biocombustível oriundo da cana-de-açúcar é passível de melhorias ambientais durante seu ciclo de vida e pode ser usado como uma alternativa frente aos combustíveis fósseis, sendo de grande relevância estratégica energética para o país. A estrutura metodológica deste estudo está baseada nas recomendações da série ISO 14040 e será utilizado o método CML 2000 com auxílio do software *SimaPro 7.1* para determinar os impactos ambientais e os pontos críticos de produção na avaliação do ciclo de vida do etanol. Para essa avaliação é recomendado considerar as seguintes categorias de impacto: Aquecimento global, destruição da camada de ozônio e toxicidade humana. Com a conclusão deste trabalho espera-se identificar os impactos ambientais em cada etapa do ciclo de vida do etanol combustível de forma que possa contribuir para o debate sobre as novas formas de atuação do Estado em relação aos desafios e perspectivas de mercado para o setor sucroalcooleiro, buscando uma melhor eficiência ambiental e econômica.

Palavras-chave: Metodologia de Avaliação do ciclo de vida (ACV). Aspectos ambientais e impactos potenciais. Cadeia produtiva do etanol.

ABSTRACT

This study aims to evaluate the sugarcane industry in Infinity Bio Energy concerning the production of fuel ethanol from biomass of cane sugar using the methodology of life cycle assessment (LCA) economic and environmental aspects. Studies show that biofuel derived from sugar cane is subject to environmental improvements during its life cycle and can be used as an alternative to fossil fuels front, with large energy strategic importance for the country . The methodological framework of this study is based on the recommendations of the ISO 14040 series and will use the CML 2000 method with the aid of SimaPro 7.1 software to determine the environmental impacts and the critical points in the production life cycle assessment of ethanol. For this evaluation is recommended to consider the following impact categories: global warming, destruction of the ozone layer and human toxicity . With the completion of this work are expected to identify the environmental impacts at each stage of the life cycle of ethanol fuel so that it can contribute to the debate on new forms of state action regarding the challenges and market prospects for the sugar and alcohol sector seeking better environmental and economic efficiency.

Keywords: Evaluation Methodology of life cycle assessment (LCA). Environmental aspects and potential impacts. The ethanol production chain.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 JUSTIFICATIVA	12
1.2 A IMPORTÂNCIA DAS QUESTÕES AMBIENTAIS PARA A EMPRESA.....	13
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV)	15
3.2 BENEFÍCIOS DE UM ESTUDO DE ACV.....	16
3.3 INFINITY BIO ENERGY	17
3.4 PARÂMETROS CONSIDERADOS	17
3.5 UNIDADE DE ANÁLISE	18
3.6 CML 2000.....	18
3.7 MATRIZ DA QUALIDADE DOS DADOS (MATRIZ PEDIGREE).....	19
3.8 LEVANTAMENTO DO INVENTÁRIO.....	20
3.9 INTERPRETAÇÃO.....	21
5 CRONOGRAMA	22
6 RECURSOS E VIABILIDADE ECONÔMICA	23
7 RESULTADOS ESPERADOS	24
8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	25
REFERÊNCIAS	26

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - ESTÁGIOS DO CICLO DE VIDA DE UM PRODUTO E/OU PROCESSO	16
FIGURA 2 - ESQUEMA DA PRODUÇÃO DE ETANOL CONSIDERADO NESTE ESTUDO DE CASO.	21

LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACV	- Avaliação do Ciclo de Vida
AICV	- Avaliação dos Impactos do Ciclo de Vida
BEN	- Balanço Energético Nacional
CH ₄	- Metano
CMMAD	- Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CO ₂	- Dióxido de Carbono
EMBRAPA	- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPA	- Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América
EPE	- Empresa de Pesquisa Energética
GEE	- Gases de Efeito Estufa
GWP	- Global Warming Potential
HTP	- Human Toxicity Potential
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPCC	- Intergovernmental Panel on Climate Change
ISO	- International Organization for Standardization
MAPA	- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
N ₂ O	- Óxido Nitroso
ODP	- Ozone Depletion Potential
SETAC	- Society of environmental Toxicology and Chemistry
UFPR	- Universidade Federal do Paraná
WMO	- World Meteorological Organisation

1 INTRODUÇÃO

Um dos desafios atuais da humanidade tem sido como ponderar o aumento constante da população com o decréscimo do fornecimento de energia e dos recursos ambientais finitos. Diante disso, a busca por alternativas eficazes de produção de energia tornou-se essencial para o ser humano, principalmente porque os modos de consumo se intensificam a cada dia.

Devido a essa dependência energética surge a necessidade de diversificar a utilização das fontes, fazendo ressurgir a biomassa como uma alternativa, podendo ser empregada na obtenção de alguns biocombustíveis como, por exemplo, o biodiesel, biogás, o bio-óleo, etanol etc..

Porém, a efetiva sustentabilidade do uso da biomassa como fonte de energia é um aspecto importante para sua consolidação no mercado. A produção da biomassa, e a sua transformação industrial em biocombustível, requer o uso da energia proveniente de combustível fóssil, direta ou indiretamente, na forma de fertilizantes, agroquímicos, maquinário e matérias primas, além do uso no transporte destes insumos. Portanto, é de fundamental importância conhecer a origem das matérias-primas utilizadas, a disposição final dos produtos fabricados, os subprodutos e resíduos dos processos, bem como as consequências das emissões para o meio ambiente de um bem produzido para que o processo seja gerenciado de modo que vise à sustentabilidade (MOURAD; GARCIA; VILHENA, 2002).

A sustentabilidade do planeta é uma responsabilidade coletiva e para que se cumpram essas responsabilidades são necessárias ações para a melhoria do meio ambiente, o que resulta na adoção de práticas de produção e consumo sustentável. Pois todo produto, independente de que material seja feito (madeira, vidro, plástico, metal ou qualquer outro elemento), tem como consequência impactos no meio ambiente, seja em função de seu processo produtivo, das matérias-primas que consome ou devido ao seu uso ou disposição final (CHEHEBE, 1998).

Portanto, devido a necessidade de se estabelecer uma ferramenta de fácil uso para a avaliação do impacto ambiental dentro do ciclo de vida de um processo e/ou produto, desde o momento da extração até a disposição final (CHEHEBE, 1998), foi utilizado a metodologia científica de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) para avaliar ambientalmente a produção de biomassa para bioenergia, visto que a ACV

tem demonstrado ser uma ferramenta importante para avaliar os potenciais impactos ambientais de processos e produtos (COMISSÃO EUROPEIA, 2003).

E partindo da necessidade da Avaliação do Ciclo de Vida com uma ferramenta de fácil uso, optou-se por trabalhar com o software *SimaPro® 7.1*, ferramenta esta profissional e flexível para coletar, analisar e acompanhar o desempenho ambiental de produtos e serviços.

1.1 JUSTIFICATIVA

Atualmente o uso da cana-de-açúcar na matriz energética brasileira tem experimentado um crescimento expressivo, principalmente devido ao grande consumo do etanol. Esse tipo de energia já é a segunda fonte primária de energia no país, perdendo apenas para o petróleo e seus derivados (EPE, 2008).

Porém, embora seja comumente aceito que os impactos ambientais oriundos da cadeia produtiva do etanol sejam quantificados aplicando-se a metodologia de ACV, ainda não existe consenso com respeito à eficiência energética e seus impactos ambientais. As discrepâncias existentes na ACV do etanol se devem, em partes, às divergências entre as abordagens e suposições adotadas quando da aplicação da ACV (LISKA; CASSMAN, 2008), ou às diferenças tecnológicas existentes em diferentes regiões onde o etanol é produzido (SOARES *et al.*, 2009).

Os estudos nacionais e internacionais não consideram as diferenças que pode haver em relação aos impactos ambientais devido a diferentes cenários tecnológicos nos quais o etanol é produzido atualmente, incluindo as práticas de agricultura e industrialização.

Diferenças referentes a questão tecnológica e em relação a impactos ambientais podem ocorrer devido à quantidade de insumos utilizados para produzir o etanol, que podem variar dependendo do cenário tecnológico em questão. No Brasil, existem atualmente diversos cenários sendo praticados (SOARES *et al.*, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2007), os quais variam segundo o tipo de preparo do solo, o tipo de plantio, o tipo de tratamentos culturais, entre outros, que podem levar a diferentes resultados na identificação dos impactos e quantificação das emissões. Para facilitar a identificação e avaliação das diferenças na quantificação, é necessário identificar as etapas ou atividades nas quais ocorre a maior parte dos impactos na produção do

etanol, uma vez que variações tecnológicas nessas etapas poderão resultar em diferenças significantes.

1.2 A IMPORTÂNCIA DAS QUESTÕES AMBIENTAIS PARA A EMPRESA

Atualmente as empresas de todos os setores da economia estão diretamente ligadas com as questões ambientais, incluindo-as em seu planejamento e nas suas tomadas de decisão, mesmo que o custo econômico seja elevado para se realizar modificações necessárias nos sistemas de produção.

Muitas empresas geram, em sua cadeia produtiva, uma grande quantidade de resíduos que podem causar danos ao meio ambiente, como a emissão de dióxido de carbono na atmosfera. Porém, em geral, essas empresas não pagam por este dano, mas os efeitos experimentados pela população, que não está diretamente envolvida nas transações econômicas, não possui um preço definido. E muitas delas, ainda não possuem uma preocupação quanto às variáveis externas, principalmente no tocante às questões ambientais e sim se preocupam cada vez mais com a sua imagem perante a sociedade.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os aspectos ambientais e impactos potenciais da geração do etanol na empresa *Bio-Energy* do Estado do Mato Grosso do Sul através da metodologia de Avaliação de Ciclo de Vida.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para atingir o objetivo geral proposto, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- a. identificar os processos e etapas componentes do sistema de produção do etanol, e definir: i) a unidade funcional e ii) fronteiras do sistema e levantamento do inventário dos recursos utilizados no sistema de produção do etanol em todas as etapas consideradas na fronteira do sistema;
- b. identificação dos recursos, renováveis ou não, consumidos mais intensamente e avaliação do sistema com auxílio do software;
- c. a identificação das etapas críticas da cadeia produtiva considerada;
- d. Sugestões para melhoria no ponto de vista ambiental para o sistema de produção.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para a análise dos aspectos ambientais e impactos potenciais da produção do etanol oriundo da biomassa da cana-de-açúcar será empregada a metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida de acordo com os critérios estabelecidos nas normas NBR ISO 14040, seguindo as seguintes fases: definição de objetivo e escopo e análise de inventário do ciclo de vida.

3.1 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV)

Para atingir o desenvolvimento sustentável é necessário métodos e ferramentas que ajudem a quantificar e comparar os impactos ambientais dos bens (produtos) e serviços para a sociedade (REBITZER *et al.*, 2004). E conforme citado por Mourad *et al.* (2002) é de fundamental importância conhecer a origem das matérias-primas utilizadas, a disposição final dos produtos fabricados, os subprodutos e resíduos dos processos, bem como as consequências das emissões para o meio ambiente de um bem produzido para que o processo seja gerenciado de modo que vise à sustentabilidade.

Segundo Jolliet, Saadé e Crettaz (2005), a avaliação do ciclo de vida – ACV (*Life Cycle Assessment* – LCA, em inglês) compreende uma técnica da gestão ambiental que visa avaliar os aspectos ambientais e impactos potenciais de um produto, serviço ou de um sistema, desde a aquisição de suas matérias primas até sua disposição final.

O termo “ciclo de vida” refere-se à maioria das atividades no decurso da vida do produto desde a sua fabricação, utilização, manutenção, e deposição final; incluindo aquisição de matéria-prima necessária para a fabricação do produto. A Figura 1 ilustra os possíveis estágios do ciclo de vida que podem ser considerados em uma ACV e as entradas/saídas que podem ser medidas (USEPA, 2001).

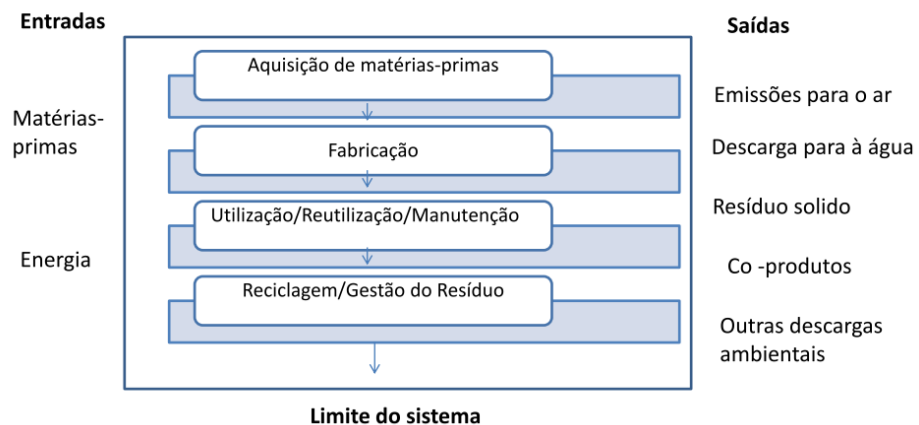


FIGURA 1 - ESTÁGIOS DO CICLO DE VIDA DE UM PRODUTO E/OU PROCESSO
Fonte: Adaptado de USEPA, 2001.

Na ACV de uma forma geral, dois principais objetivos podem ser considerados: na descrição de quais emissões serão geradas e quais matérias-primas serão usadas durante a vida de um produto e na realização da análise de quais são os impactos destas emissões e consumos de matérias-primas (PRE CONSULTANTS BV, 2004).

Segundo Chehebe (1998) a ACV deve ter um conteúdo mínimo abrangendo três dimensões: extensão largura e profundidade, onde a extensão definirá onde iniciar e parar o estudo, a largura definirá quantos e quais subsistemas incluir e a profundidade diz respeito ao nível de detalhes da análise, e estas dimensões devem ser definidas de forma compatível e suficiente para atender o estabelecido nos objetivos do estudo.

Desta forma, alguns princípios devem nortear o desenvolvimento de qualquer estudo nesta área, onde Knight, Wolfe e Poon (1996), dizem que a ACV deve sistematicamente identificar os aspectos ambientais do sistema produtivo, as hipóteses adotadas devem ser explicadas e defendidas, os dados coletados devem ser documentados e apresentados claramente, e os resultados devem ser informados respeitando a confidencialidade dos dados.

3.2 BENEFÍCIOS DE UM ESTUDO DE ACV

Estudos em ACV embasam medidas mitigadoras preventivas, caracterizadas por ações de produção mais limpa e *ecodesign* (OMETTO, 2005). E de acordo com Prado (2007) a ACV possui inúmeras vantagens, como a otimização dos produtos

do ponto de vista ambiental e ajuda na aquisição de informações para o processo de controle de produção e no melhor entendimento dos aspectos ambientais ligados aos processos produtivos de forma mais ampla.

Também a ACV é útil para a tomada de decisões e para a seleção de indicadores ambientais relevantes na avaliação de projetos e processos, servindo como suporte em decisões de fabricação na indústria e governo, como no planejamento estratégico (PRODUCT, 2004). Uma avaliação do ciclo de vida pode também contribuir para a minimização dos resíduos na etapa de produção, devido a uma redução no uso de matérias-primas e também na diminuição do uso de energia.

Por fim, a ACV pode ser usada para identificar oportunidades de melhoramentos dos aspectos ambientais considerando as várias fases do seu ciclo de vida, também para avaliar tomada de decisão na indústria, assim como nas organizações governamentais e não governamentais (planejamento estratégico, projeto de produto ou processo); também ajuda a selecionar indicadores relevantes da performance ambiental, incluindo técnicas de medição e na promoção do marketing institucional e de produto (ISO 14040, 1997).

3.3 INFINITY BIO ENERGY

A empresa Infinity Bio-Energy é atuante na produção de energia renovável, onde tem como objetivo tornar-se uma das líderes mundiais na produção e distribuição de etanol. Iniciou suas atividades há cerca de dois anos tendo os princípios da sustentabilidade como uma das principais diretrizes do seu negócio. A empresa possui diversas unidades de produção, porém, a selecionada para este estudo de caso, esta localizada na cidade de Naviraí no Estado do Mato Grosso do Sul.

3.4 PARÂMETROS CONSIDERADOS

- a) o estudo será do berço ao portão (e portanto, não inclui todos os estágios do ciclo de vida do produto, conforme requisito das normas NBR ISO 14040 (ABNT, 2009), ou seja do plantio da cana de açúcar a produção do etanol;
- b) os dados dos processos ao longo do ciclo de vida do produto provém da base de dados, predominantemente da Europa, e o método de avaliação de

impacto ambiental utilizado é regionalizado para as condições europeias, CML 2000.

As etapas que serão analisadas incluirão o plantio da cana-de-açúcar, o manejo da cultura, a colheita e as atividades industriais necessárias para produção do etanol. O trabalho analisará impactos possíveis, destacando as principais atividades responsáveis e indicando soluções para minimizá-los.

Será quantificado o consumo de energia nas etapas consideradas (plantio da cana de açúcar até a produção do etanol) e as emissões dos principais GEE (CH₄, N₂O e CO₂) durante os ciclos considerados nesse trabalho para a produção do biocombustível.

3.5 UNIDADE DE ANÁLISE

Para assegurar o resultado do sistema do produto considerado definiu-se como unidade de análise nesse estudo de caso dez mil litros de etanol produzido pela empresa *Infinity Bio-Energy*.

3.6 CML 2000

Dentre as ferramentas da ACV, destacam-se: o método Ecoindicator 95; o Ecoindicator 99; o EDIP; o TRACI e o CML 2000.

Para este estudo será utilizado o CML 2000, considerado um método "multi-fase", sendo um dos primeiros métodos de avaliação, desenvolvido e utilizado em vários países. O seu nome está relacionado com a entidade onde foi desenvolvido pelo Centro de Gestão Ambiental da Universidade de Leiden na Holanda.

Com o CML 2000 serão avaliadas as seguintes categorias de impactos:

1) Toxicidade humana

Fatores de caracterização, expressos como potenciais de toxicidade humana "*Human Toxicity Potential*" (HTP) são calculados com o USES-LCA, descrevendo o destino, exposição e efeitos das substâncias tóxicas para um horizonte de tempo infinito. Para cada substância tóxica, HTP's são expressos como equivalentes 1,4 diclorobenzeno/kg de emissão.

2) Aquecimento global

Utiliza o modelo de caracterização desenvolvido pelo “*Intergovernmental Panel on Climate Change*” (IPCC). Os fatores de caracterização são expressos como potencial de aquecimento global “*Global Warming Potential*” (GWP) em kg equivalentes de dióxido de carbono/kg de emissão.

3) Depleção da camada de ozônio

Utiliza o modelo de caracterização desenvolvido pela *World Meteorological Organisation* (WMO) e define potenciais de depleção do ozônio “*Ozone Depletion Potential*” (ODP) de diferentes gases (kg equivalente de CFC-11/kg de emissão).

O software a ser utilizado será o *SimaPro 7.1*, e as informações no *SimaPro* encontram-se organizados em projetos, os quais podem incluir diversos ciclos de vida de um ou vários produtos e cujos processos podem ser extraídos das bases de dados do *SimaPro*. Uma vez definido o Ciclo de Vida, o *SimaPro* calcula a soma das diversas intervenções ambientais associadas à unidade de análise definida no trabalho.

3.7 MATRIZ DA QUALIDADE DOS DADOS (MATRIZ PEDIGREE)

Em uma ACV, geralmente os dados de entradas e saídas do inventário do ciclo de vida são valores médios, devido a isso, deve ser avaliado as incertezas dos dados ao final da ACV. Uma maneira comum de se fazer isso é analisar a sensibilidade do resultado final a partir da incerteza existente nos dados. Segundo Frischknecht *et al.* (2007) diferentes tipos de incertezas podem existir, sendo eles:

- Variabilidade e erros estocásticos devido a incertezas na medição, variação em processos específicos, variações temporais, etc.;
- Uso de dados secundários aproximados, por exemplo, na falta de informação a respeito de um processo qualquer, usa-se a informação de outro processo, que é parecido com o primeiro;
 - Incerteza nos modelos de caracterização;
 - Negligenciar fluxos importantes.

Portanto, apenas o primeiro tipo de incerteza pode ser expresso em termos quantitativos para cada processo. Em casos de dados secundários, geralmente a incerteza de um processo não está disponível, já que a fonte de informação fornece somente os dados médios, sem a incerteza. Para estas situações Frischknecht *et al.* (2007) propõe o uso da matriz *pedigree* para estimativa das incertezas, onde esta ferramenta gera valores de desvio padrão para cada fluxo de entrada ou saída de acordo com os dados coletados.

3.8 LEVANTAMENTO DO INVENTÁRIO

Segundo Vigon *et al.* (1993), os resultados do inventário podem fornecer uma direção para realização de esforços para mudanças, mostrando quais etapas requerem mais energia ou outros recursos, ou quais etapas contribuem com a maioria dos poluentes. Esta aplicação é especialmente relevante para estudos internos para dar suporte nas decisões de prevenção à poluição, conservação de recursos, e oportunidades de redução de resíduos.

Os dados primários serão obtidos a partir de informações estruturadas a serem coletadas na própria empresa, em levantamentos *in loco*. As informações utilizadas serão obtidas a partir da coleta de dados feita por meio de protocolo específico, considerando as entradas de água, energia, fertilizantes, pesticidas, corretivos e disposição de resíduos.

A seleção da região de estudo considerará a importância econômica da Usina *Infinity Bio Energy* para o estado do Mato Grosso do Sul. Serão contabilizados todos os insumos necessários das etapas de plantio da cana de açúcar até a produção do etanol, tanto em termos de uso de fertilizantes, corretivos, defensivos agrícolas, água, óleo diesel e energia utilizada para a produção dos dez mil litros do etanol.

Além dos dados primários coletados na empresa, serão coletados dados secundários que serão buscados em relatórios e outras publicações disponibilizadas via internet e publicadas: i) pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); ii) pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e iii) pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

Os procedimentos de pesquisa e análise compreendem as etapas consideradas em um estudo de ACV. Conhecida internacionalmente por *Life Cycle*

Assessment (LCA) é uma técnica de avaliação de impacto ambiental associado a um produto ou serviço, durante o seu ciclo de vida (GOEDKOOP, 1998).

A unidade de análise adotada será de dez litros de etanol. A abrangência temporal deste estudo será de uma safra completa de 2013 a 2014.. O fluxograma elaborado para este estudo de caso considerará os principais processos da cadeia produtiva, conforme Figura 2.

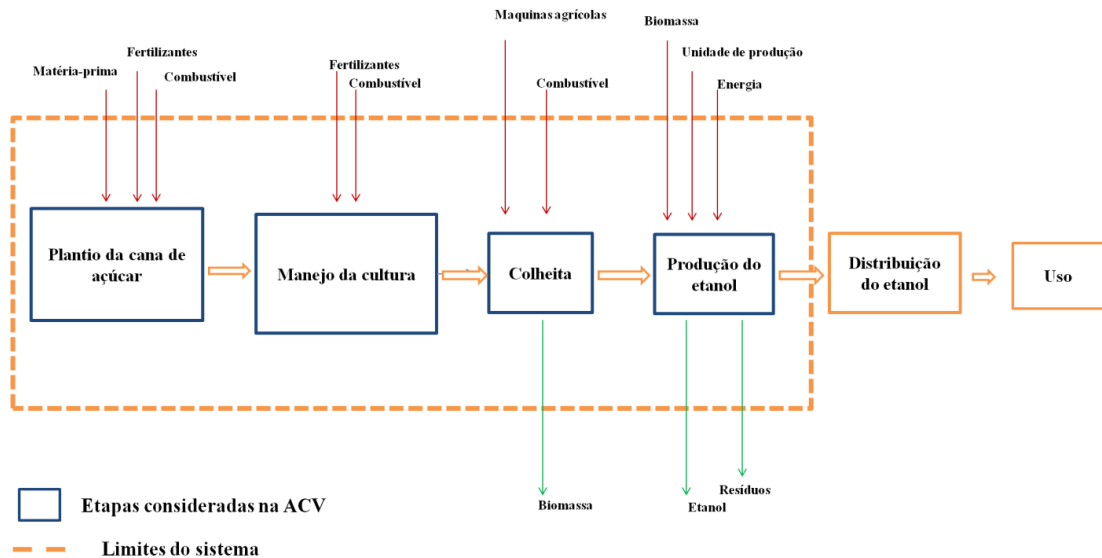


FIGURA 2 - ESQUEMA DA PRODUÇÃO DE ETANOL CONSIDERADO NESTE ESTUDO DE CASO. FONTE: A autora (2014).

3.9 INTERPRETAÇÃO

Para a interpretação dos dados coletados através da metodologia de ACV será usado o aplicativo computacional de ACV disponível no mercado, o software *SimaPro*® 7.1. Os princípios de análise de ciclo de vida a serem utilizados em todas as análises serão os preconizados pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América (EPA/600/R-06/060, 2006), o software o *SimaPro*® foi desenvolvido pela empresa Pré Consultants, e que trata-se de uma ferramenta profissional para coletar, analisar e monitorar o desempenho ambiental de produtos, processos e serviços. Ele permite modelar e analisar dos mais complexos aos mais simples ciclos de vida de uma forma sistemática e transparente, seguindo as recomendações da série ISO 14040, além de avaliar os resultados da análise de inventário.

4 CRONOGRAMA

O cronograma de execução desse plano de ação consiste do desenvolvimento das atividades listadas conforme tabela a seguir, as etapas estão divididas mensalmente em um período previsto de janeiro à julho de 2014.

ATIVIDADES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL
<i>Levantamento o inventário dos recursos utilizados na produção do etanol oriundo da cana-de-açúcar em todas as etapas consideradas na fronteira do sistema</i>	X	X	X	X			
<i>Identificação dos recursos, renováveis ou não, consumidos mais intensamente por cada uma das etapas e pela cadeia completa</i>					X		
<i>Avaliação da cadeia como um sistema único e de cada uma das etapas individualmente</i>					X	X	
<i>Identificação das etapas críticas da cadeia produtiva</i>						X	X
<i>Sugestões para melhoria no ponto de vista ambiental para o sistema de produção</i>							X

5 RECURSOS E VIABILIDADE ECONÔMICA

Neste item consta as informações referentes aos recursos necessários para a realização do plano de ação. Abaixo segue a tabela com a descrição detalhada.

ITENS DE DESPESAS							
<i>SERVIÇOS TERCEIROS</i>	<i>JAN</i>	<i>FEV</i>	<i>MAR</i>	<i>ABR</i>	<i>MAI</i>	<i>JUN</i>	<i>JUL</i>
Profissional de Nível Superior da área Ambiental com experiência em ACV	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00
<i>MATERIAL PERMANENTE</i>							
Moveis e utensílios (ilha de escritório)	500,00	-	-	-	-	-	-
Software para processar dados (Disponível na internet - Gratuito)	-	-	-	-	-	-	-
Equipamentos eletrônicos (1 computador e 1 impressora)	2.500,00	-	-	-	-	-	-
<i>MATERIAL DE CONSUMO</i>							
Despesas com deslocamentos (viagens/combustível)	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
Materiais para escritório (caderno, resma de folha, tinta para impressora)	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
SUBTOTAL - MENSAL	7.500,00	4.050,00	4.050,00	4.050,00	4.050,00	4.050,00	4.050,00
TOTAL	R\$31.350,00						

6 RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se que esse trabalho ao identificar os impactos ambientais da produção do etanol, possibilite:

- Contribuir para a busca de uma melhor eficiência ambiental e econômica do agrossistema,;
- Redução dos custos no controle da poluição;
- Desenho de um modelo produtivo mais sustentável possibilitando sistemas de certificação com o objetivo de avaliar o desempenho ambiental dos produtos certificados;
- Evidenciar o cumprimento da legislação ambiental no sistema de produção;
- Identificação sistemática de oportunidades de prevenção de usos de recursos não renováveis e renováveis;
- Motivação e conscientização dos colaboradores para os assuntos relativos ao ambiente;
- Melhoria da imagem da organização junto das partes interessadas (por exemplo a vizinhança, clientes e autoridades do setor);
- Contribuir para a melhoria dos indicadores de desempenho ambiental do sistema de produção;
- Redução dos consumos de matérias-primas como: água e energia, redução das taxas de descarga e deposição de resíduos, valorização econômica de alguns materiais até aí considerados resíduos e;
- Uma possibilidade de maior facilidade de obtenção de financiamentos para o agrossistema.

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com a realização deste estudo de caso, é possível notar que o uso do etanol está associado a consumo significativo de recursos naturais, como o uso da água em seu processo, a perda de solo e a área necessária à produção de cana-de-açúcar, pode ser identificado os impactos ambientais locais e regionais, além de outras externalidades associadas ao seu processo de produção.

Pode-se concluir que a metodologia para a realização da Avaliação do Ciclo de Vida no setor sucroalcooleiro é baseada em balanços de massa e energia, e utiliza indicadores para a avaliação do impacto ambiental. Os trabalhos de ACV já realizados no setor sucroalcooleiro mostram que entre os maiores problemas do agrossistema estão os aspectos socioambientais.

A ACV constitui uma ferramenta em desenvolvimento e deve ser realizado através de estudos sistêmicos e transparente. A ACV tem se consolidado como uma ferramenta de gestão ambiental, demonstrando relevância na busca da sustentabilidade na produção de bens e serviços e implementação de processos propondo melhorias no sistema em estudo.

E para trabalhos futuros é recomendado que sejam consideradas as etapas de uso e distribuição do etanol.

REFERÊNCIAS

CHEHEBE, J. R. B. **Análise do ciclo de vida dos produtos - ferramenta gerencial da ISO 14.000**. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 1998.

COMISSÃO EUROPEIA. **Communication from the Commission to the Council and the European Parliament – Integrated Product Policy – Building on Environmental Life-Cycle Thinking**. COM (2003) 302 final. Bruxelas, Bélgica, 2003.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Cana-de-açúcar já é a segunda fonte primária de energia no Brasil. In: EPE. Balanço Energético Nacional: Resultados preliminares, 2008. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/Estudos/Documents/Estudos_13/Informativo%20BEN%20-%20Resultado%20final%202008.pdf>. Acesso em set. 2013.

EPA/600/R-06/060, **Life cycle assessment: principles and practice, Environmental Protection Agency**, EPA, USA, May 2006.

FRISCHKNECHT, Rolf; STEINER, Roland. Metals Processing and Compressed Air SupplyData v2.0.Ecoinvent Report No. 23, ESU Services Ltd., 91 p.; 2007

GOEDKOOOP, M.; OELE, M.; SCHRYVER, A.; VIEIRA, M.; HEGGER, S. **SimaPro database manual**. Methods library. Pré Consultants, 2010.

ISO. **ISO 14040**. Gestão Ambiental – Análise de Ciclo de Vida – Princípios e Estrutura. 1ª. ed. 1997.

ISO. **ISO 14044**. Environmental management - Life Cycle Assessment - Requirements and Guidelines. Genebra, Suíça, p. 47, 2006.

JOLLIET, O.; SAADÉ, M.; CRETZAZ, P. **Analyse du cycle de vie: Comprendre et réaliser un écobilan**. Lausanne: P.P. et U.R., 2005.

KNIGHT, A.; WOLFE, J.; POON, J. **Life cycle assessment**. Toronto: ICF Kaiser Canadá, p. 35, 1996.

LISKA, A. J.; CASSMAN, K. G. **Towards standardization of life-cycle metrics for biofuels: greenhouse gas emissions mitigation and net energy yield**. Journal of Biobased Materials and Bioenergy, v. 2, n. 3, p. 187-203, 2008.

MOURAD, A. L.; GARCIA, E. E. C.; VILHENA, A. **Avaliação do ciclo de vida: Princípios e aplicações**. Campinas: CETEA/CEMPRE, 2002.

OMETTO, A. R. **Avaliação do ciclo de vida do álcool etílico hidratado combustível pelos métodos EDIP, Exergia e Emergia**. 209 f. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos - SP, 2005.

OLIVEIRA, M. W. *et al.* **Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar.** Informe Agropecuário, v. 28, n. 239, p. 30-43, 2007.

PRADO, M. R. **Análise do Inventário do Ciclo de Vida de embalagens de vidro, alumínio e pet utilizadas em uma indústria de refrigerantes no Brasil.** Curitiba, 161 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, 2007.

PRE CONSULTANTS BV. **What is LCA.** Disponível em: <http://www.pre.nl/life_cycle_assesment>. Acesso em 24/07/2013.

PRODUCT. **Life cycle management provides food for thought.** Food Technology International – journal article. p. 108-109, 2004

REBITZER, G.; EKVALL, T.; FRISCHKNECHT, R.; HUNKELER, D.; NORRIS, G.; RYDBERG, T., *et al.* **Life cycle assessment part 1: framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications.** Environment international, 30(5), 701-20, 2004.

SOARES, L. H. B. *et al.* **Mitigação das emissões de gases efeito estufa pelo uso de etanol da cana-de-açúcar produzido no Brasil.** Circular Técnica, 27. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009.

USEPA. Environmental Protection Agency and Science Applications International Corporation LCA, 2001. Disponível em: <<http://www.epa.gov/ORD/NRMRL/lcaccess/lca101.htm>>. Acesso em: 24/07/2013.

VIGON, B. W.; TOLLE, D. A.; CORNABY, B. W.; LATHAM, H. C.; HARRISON, C. L.; BOGUSKI, T. L.; HUNT, R. G.; SLLERS, J. D. **Life-Cycle Assessment: Inventory Guidelines and Principles.** United States Environmental Protection Agency. 1993.