

Mateus Henrique Prediger

**INVENTÁRIO DE CICLO DE VIDA DA  
PRODUÇÃO AGRÍCOLA DE GIRASSOL  
(*Helianthus annuus*).**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental – Mestrado, Área de Concentração em Gestão e Tecnologia Ambiental, Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Rosana de Cassia  
de Souza Schneider

Co-orientador: Prof. Dr. Diosnel Rodríguez  
López

Santa Cruz do Sul, maio de 2008.

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

# INVENTÁRIO DE CICLO DE VIDA DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA DE GIRASSOL

*(Helianthus annuus).*

Esta Dissertação foi submetida ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental da Universidade de Santa Cruz do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia Ambiental.

Dr. Carlos Antônio da Costa Tillmann

*Universidade Federal de Pelotas - UFPel*

Dra Liane Mählmann Kipper

*Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC*

Dra Adriane Lawisch Rodriguez

Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC

Dra. Rosana de Cassia de Souza Schneider

*Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC*

*Orientadora*

*Dr. Diosnel Antônio Rodriguez Lopez*

*Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC*

*Co-Orientador*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a *Deus Pai*, Jesus Cristo, criador dos céus e da terra, pelo privilégio e oportunidade de ainda poder viver em paz e harmonia com o meio-ambiente, mesmo vivendo em um mundo onde a ganância humana consome e destrói os recursos naturais de forma descontrolada, mas sempre mantendo a esperança de que nossas futuras gerações também possam ter a oportunidade de viver este mesmo privilégio.

Agradeço em especial, a professora Dra. Rosana de Cassia de Souza Schneider, e ao professor Dr. Diosnel Antônio Rodríguez Lopez pela sabedoria transmitida e apoio, sendo fundamentais na orientação e conclusão deste trabalho.

Ao Técnico Agrícola e Extensionista da AFUBRA, Nataniel Sampaio vai o meu agradecimento, pela colaboração para o desenvolvimento da pesquisa. Exalto também sua dedicação no acompanhamento das lavouras experimentais e coletas de banco de dados – campo.

Agradeço também a meus pais, Kurt Prediger e Laidy Prediger, por estarem juntos comigo, também nos momentos difíceis, dando incentivo e força.

"O homem começa a valer quando aprende a entender e a respeitar a terra em que pisa"...(Atahualpa Yupanqui).

## RESUMO

Neste trabalho foi avaliado o impacto ambiental da lavoura de girassol para a produção do biodiesel. Foi considerado, para a análise de ciclo de vida (ACV) do girassol na agricultura familiar do sul do Brasil. Os dados coletados em 23 lavouras experimentais com semeadura realizadas nos períodos de agosto a novembro do ano de 2006 e colheita em 2007. A (ACV) considerou as condições de lavoura, a eficiência energética, a mão-de-obra, o volume de diesel consumido, o tipo de máquinas, os fertilizantes e os inseticidas utilizados. Da análise dos resultados, foi evidenciado que a cultura do girassol produzido em pequena escala, não necessita de um elevado uso de mecanização para o aumento da produtividade, apresentando um baixo impacto ao meio ambiente. Portanto, o girassol pode ser cultivado, com os cuidados necessários, nos períodos que não comprometem a mão-de-obra para outras culturas economicamente importantes, sendo o girassol uma alternativa para que a propriedade familiar possa produzir um biocombustível para auto-consumo na propriedade agrícola.

**Palavras-chave:** girassol, análise de ciclo de vida, biodiesel

## **ABSTRACT**

In this work it was evaluated the environmental impact of sunflower plantation for biodiesel production. It was considered, for life cycle analysis (LCA) of sunflower in familiar agriculture in the South of Brazil, data collected in 23 experimental farmings with sowing in the period from August to November (2006 - 2007). The LCA has considered the plantation conditions, energetic efficiency, man power, diesel volume, type of machines, fertilizers and pesticides used. From the analysis carried through it was evidenced that the sunflower produced in small scale does not need the use of tractors to have an excellent productivity and low environmental impact. Therefore, the sunflower can be cultivated, with the necessary cares, in periods that do not compromise the man power for other cultures and the sunflower is an alternative so that the familiar property can produce biodiesel for use in familiar agricultural.

**Keywords:** sunflower, life cycle analysis, biodiesel

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 -</b>	Esquema dos requisitos para agricultura sustentável .....	18
<b>Figura 2 -</b>	Esquema da extração do óleo por prensagem.....	36
<b>Figura 3 -</b>	Representação gráfica da comparação entre a produtividade e tempo de uso de tratores na produção de girassol nas 23 lavouras experimentais.....	45
<b>Figura 4 -</b>	Cenário da produção de girassol.....	48
<b>Figura 5 -</b>	Quantidade de combustível utilizada nas 23 propriedades agrícolas experimentais.....	50
<b>Figura 6 -</b>	Reações de transformação de uréia no solo.....	54
<b>Figura 7 -</b>	Emissões de CO <sub>2</sub> por propriedade com relação ao consumo de diesel na produção de girassol.....	54
<b>Figura 8 -</b>	Potencial de produção de material particulado nas lavouras experimentais.....	56

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Uso mundial de fertilizantes e ganho de produtividade. ....	21
Tabela 2 -	Índices de produtividade - propriedades com maior e menor produtividade comparada as condições de plantio e a média geral das 23 propriedades. ....	38
Tabela 3 -	Porcentagem de óleo de girassol – variedade H-250 extraídos através de prensagem à frio e por solvente de algumas amostras coletadas nas propriedades experimentais. ....	40
Tabela 4 -	Dados médio das 23 lavouras experimentais - gastos de mão-de-obra (horas homem / ha) utilizadas nas atividades envolvidas no cultivo do girassol. ....	41
Tabela 5 -	Fase operacional - mecanização e tração animal na produção de girassol. ....	42
Tabela 6 -	Caracterização da mão de obra utilizada na produção de girassol. ....	43
Tabela 7 -	Uso de trator na produção de girassol nas 23 propriedades experimentais. ....	44
Tabela 8 -	Média dos insumos utilizados na produção agrícola de girassol nas 23 lavouras experimentais. ....	47
Tabela 9 -	Fertilizantes utilizados na produção de girassol em cada uma das lavouras experimentais relacionado as condições de pH e de capacidade de troca catiônica (CTC) do solo. ....	53
Tabela 10 -	Análise de solo de três propriedades experimentais antes e após plantio de girassol. ....	57
Tabela 11 -	Avaliação das análises de solo comparado as condições de plantio utilizadas e a produtividade obtida. ....	59
Tabela 12 -	Quantidade média de pesticidas adicionadas nas lavouras experimentais. ....	60

Tabela 13 - Energia utilizada em cada etapa do plantio de girassol em todas as  
lavouras experimentais acompanhadas. ....63

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	16
2.1	Sistemas Agrários e o Ecossistema.....	16
2.2	Recursos naturais .....	19
2.3	A água e o desenvolvimento sustentável.....	20
2.4	ACV – Análise de Ciclo de Vida – Produção Matéria Prima .....	22
2.5	Inventário do ciclo de vida.....	26
2.5.1	Análise de impactos.....	27
2.5.2	Indicadores e índices ambientais.....	29
2.5.2.1	Indicadores de qualidade do solo.....	29
2.5.2.2	Índice de consumo de energia .....	32
3	METODOLOGIA.....	35
3.1	Delineamento da pesquisa.....	35
3.2	Extração por prensagem a frio.....	35
3.3	Extração por solvente .....	36
3.4	Inventário de Ciclo de Vida (ICV).....	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	38
4.1	Produção de girassol .....	38
4.2.1	Atividades no cultivo de girassol.....	41
4.2.2	Uso de mão de obra .....	42
4.2.3	Mecanização.....	44
4.2.4	Insumos .....	46
4.3	Avaliação do impacto.....	47
4.3.1	Cenários .....	47

4.3.2	Impacto da produção de girassol.....	50
4.3.3	Emissões atmosféricas.....	51
4.3.4	Resíduos no solo.....	57
4.3.4.1	Uso de pesticidas.....	60
4.3.5	Consumo de energia em função da mecanização.....	62
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66
	TRABALHOS FUTUROS.....	68
	REFERÊNCIAS.....	69
	ANEXO A – Modelo aplicativo / Coleta dados – Produtor / Lavoura Experimental / Análise Ciclo de Vida (ACV – Ciclo produtivo Biodiesel).....	82
	ANEXO B – Tabela com os dados de plantio e colheita de girassol em todas as propriedades.....	83
	ANEXO C – Lavoura de girassol em fase de crescimento.....	84
	ANEXO D - Linha de semeadura – lavoura experimental - girassol com 45 dias.....	85
	ANEXO E - Lavoura experimental Girassol - Venâncio Aires.....	86
	ANEXO F - Extrator experimental utilizado.....	87
	ANEXO G - Prensa hidráulica utilizado nas sementes de girassol.....	88

# 1 INTRODUÇÃO

Os Vales do Rio Pardo e Taquari possuem como principal característica a agricultura familiar, tendo como principal atividade econômica e agrícola a monocultura do Tabaco. O setor tabagista vêm passando por momentos de crise e incertezas, principalmente após decretada a Convenção Quadro, de caráter internacional que restringe o uso do tabaco e prevê a gradativa diminuição do plantio e beneficiamento do tabaco em todo o mundo. Dessa forma, fica evidente a necessidade de diversificação da produção primária na região dos Vales no Rio Grande do Sul.

Uma iniciativa promissora é a criação de cooperativas, envolvendo agricultores de pequeno e médio porte, com o objetivo de produção de oleaginosas para fins energéticos.

Neste caso, o girassol (*Helianthus annuus*) que é uma oleaginosa com maior resistência à seca, ao frio e ao calor que as culturas normalmente plantadas no Brasil, é uma excelente alternativa para uso como matéria prima para produção de biodiesel. Apresenta-se com ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas, pois seu rendimento é pouco influenciado pela latitude, altitude e pelo fotoperíodo), (Rizzardi e Milgiorança, 1993). Segundo Sangoi e Kruse;1993, a cultura do girassol é uma das mais tolerantes à escassez de água, graças principalmente, ao seu sistema radicular profundo.

Com condições edafoclimáticas favoráveis na região sul do Brasil, é possível, a cultura do girassol que pode ser utilizado para produção de biocombustíveis.

Esta atividade pode ser instalada de forma integrada com o aproveitamento de sub-produtos. Assim, a cultura do girassol visa a produção de biocombustíveis, a alimentação animal, apicultura e produção de novos materiais, como compósitos e adsorventes, levando a maiores rendas para nossos produtores.

Iniciativas deste tipo já são reais, como a primeira cooperativa de biodiesel, a Cooperbio, que foi lançada em 2005 pelo Movimento dos Pequenos Agricultores

(MPA) e pelo Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), em Palmeira das Missões, no Rio Grande do Sul, envolvendo cerca de 25 mil famílias de 62 municípios da região noroeste do estado, e está em fase de instalação no município de Santa Cruz do Sul.

Os biocombustíveis, provenientes das oleaginosas, surgem como alternativa energética, não só mais limpa, mas também capaz de gerar renda para o trabalhador rural, promovendo a inclusão social.

A necessidade de novas fontes de energia, principalmente renováveis, fazem buscar alternativas ao uso do óleo diesel.

O biocombustível, na forma pura ou misturada ao óleo diesel, já é utilizado em larga escala em vários países, não restando mais dúvidas de se tratar de uma excelente alternativa de uso como combustível renovável, com contribuição para redução dos níveis de poluição no meio ambiente.

Existe a necessidade da diversificação da produção, porém, sem conseqüências negativas, como impactos ambientais. Num primeiro momento, existe a preocupação em relação à produção da matéria prima para posterior transformação em biocombustível.

O Brasil está entre os maiores consumidores de agroquímicos do mundo, tais como: cal, magnésio, NPK, adubos especiais com ferro, manganês, boro e pesticidas para o combate de pragas e ervas daninhas. Pesquisas indicam que, das 150 mil toneladas de pesticidas consumidas por ano no Brasil 33% são herbicidas (Cerdeira, et al 1998).

Este elevado consumo, bem como o incorreto uso e manejo de fertilizantes e pesticidas tem potencialidade de contaminar nossos recursos naturais e contaminação dos solos, rios, lençóis freáticos e nascentes através de elevadas cargas de adubação, como exemplo o Nitrogênio (N) e o Fósforo (P).

Outro fator preocupante está relacionado ao Balanço Energético (ecoeficiência) na produção de biocombustíveis. Tem-se uma elevada emissão de gases (CO<sub>2</sub>; NOx.), já na fase inicial de produção, proveniente da queima – combustão e fase produtiva da matéria prima na agricultura. Como exemplo, consumo de óleo diesel (combustível fóssil) nos tratores e máquinas agrícolas

empregados no plantio, tratos culturais e colheita de oleaginosas usadas para produção de biocombustíveis.(Kramer, Moll e Nonhebel, 1998).

Neste sentido, a avaliação do impacto ambiental de espécies vegetais com potencial para extração de óleo e produção de biocombustível em propriedades onde identifica-se que a agricultura é familiar é relevante, uma vez que, o impacto pode ser maior a medida que aumenta o número de produtores que aderem a proposta tanto nos Vales do Rio Pardo e Taquari, como em outras regiões do RS. Portanto, considera-se que a diversificação na agricultura familiar deve buscar o equilíbrio ambiental.

Obstáculos ambientais positivos ou negativos e econômicos são os que podem evitar que uma proposta de produção de biodiesel de girassol em pequena escala seja instalada em propriedades familiares que produzem essencialmente tabaco nos Vales do Rio Pardo e Taquari. Portanto, estes aspectos precisam ser investigados da mesma forma que STYLES (2008), discutiu para outras oleaginosas (canola e soja). Os aspectos ambientais neste caso foram o foco de pesquisa e os indicadores para análise foram definidos conforme as variáveis do processo de produção agrícola utilizados. Como consequência, ocorre a consolidação de estratégias e ações visando um novo padrão de desenvolvimento que permita melhorar a qualidade de vida da população com menor impacto sobre o meio ambiente.

A Análise de Ciclo de Vida (ACV) têm importante função como ferramenta de avaliação de impactos causados ao meio ambiente, onde abrange a análise completa de todo processo e monitoramento de toda a cadeia de produção do biocombustível (cultivo, processamento, uso, conversão e destinação dos resíduos).

Existe a preocupação em relação aos limites de capacidade de regeneração dos recursos naturais (solo, água, biota), onde a taxa de utilização supera a de renovação, gerando possíveis conflitos e concorrências no uso das matérias-primas e recursos naturais utilizados na produção dos biocombustíveis.

Portanto, a análise completa ACV, abrangeria a identificação dos impactos ambientais que poderiam ser causados desde a extração da matéria-prima até a

disposição final do produto em estudo, como forma de aprimorar econômica e ambientalmente o projeto de um produto, ou seja, aumentar sua ecoeficiência.

No Brasil o uso do ACV é muito discutido uma vez que não há valores ou referência para a padronização dos impactos ambientais que esta ferramenta estipula. Como exemplo a isto, não há valores de referência para a padronização do poder de eutrofização dos efluentes considerados.

Desta forma, este trabalho busca avaliar o impacto ambiental, do processo produtivo do plantio à colheita, na cadeia produtiva do biodiesel de girassol (*Helianthus annuus* L.)

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A sustentabilidade ambiental é obtida quando as ações do presente não prejudicam gerações futuras e desta forma, são ecologicamente corretas e economicamente equilibradas. Muitas vezes, a sustentabilidade não é alcançada porque os processos não são conhecidos até o ponto de serem modificados para serem sustentáveis. No caso dos processos agrícolas é importante avaliar, além da adaptação climática, o ganho econômico e o impacto da cultura no ecossistema.

### **2.1 Sistemas Agrários e o Ecossistema**

O termo “biodiversidade” é empregado para expressar a variedade de vida no planeta e os padrões naturais formados por essa variedade, logo podendo ser dividido em dois níveis: o primeiro compreendido por todas as espécies de vida (plantas, animais, microorganismos, etc.) e o segundo por suas inter-relações, também conhecidas como ecossistemas.

Com a evolução das espécies ao longo dos séculos, os ecossistemas tornaram-se extremamente complexos e fortemente relacionados uns com os outros. Da mesma forma, a vida humana também interage com esses ecossistemas, tanto afetando quanto sendo afetado por eles (SELLE, 1996).

Ao longo do tempo, as culturas humanas emergiram e se adaptaram ao ambiente local, descobrindo, usando e alterando os seus recursos bióticos. Muitas áreas que hoje parecem naturais trazem as marcas de milênios de habitação humana, cultivo de terras e coleta de recursos.

O desenvolvimento tecnológico da agricultura, principalmente o proposto a partir dos anos 70, tornou os ecossistemas agrícolas muito frágeis devido à simplificação da biodiversidade imposta com a monocultura. Estudos recentes já apontam o problema da erosão genética causada pela industrialização da agricultura. Apesar do desaparecimento de espécies vegetais e animais ser tão

antigo quanto a própria vida, nunca foi tão acelerado como nos anos que sucederam a “revolução verde”. O modelo de agricultura moderna, tanto nos países avançados quanto no Brasil mostra grandes dificuldades na manutenção dos recursos naturais (Veiga, 1995).

Segundo Reid e Trexel,(1995), citados por WRI (1992), dentre os mecanismos aos quais se atribui a deterioração da biodiversidade, podem ser citados:

*Deterioração e fragmentação do habitat;*

*Espécies introduzidas;*

*Exploração excessiva de espécies vegetais e animais;*

*Poluição do solo, da água e da atmosfera;*

*Modificações climáticas globais;*

*Silvicultura e agroindústrias;*

Segundo Ehlers E. (1999), a conservação da biodiversidade é fundamental para o sucesso do processo de desenvolvimento, trata-se de salvaguardar os sistemas naturais da Terra, que sustentam nossa vida: purificar as águas, reciclar o oxigênio, o carbono e outros elementos essenciais, manter a fertilidade do solo; produzir alimentos e medicamentos e manter a riqueza genética.

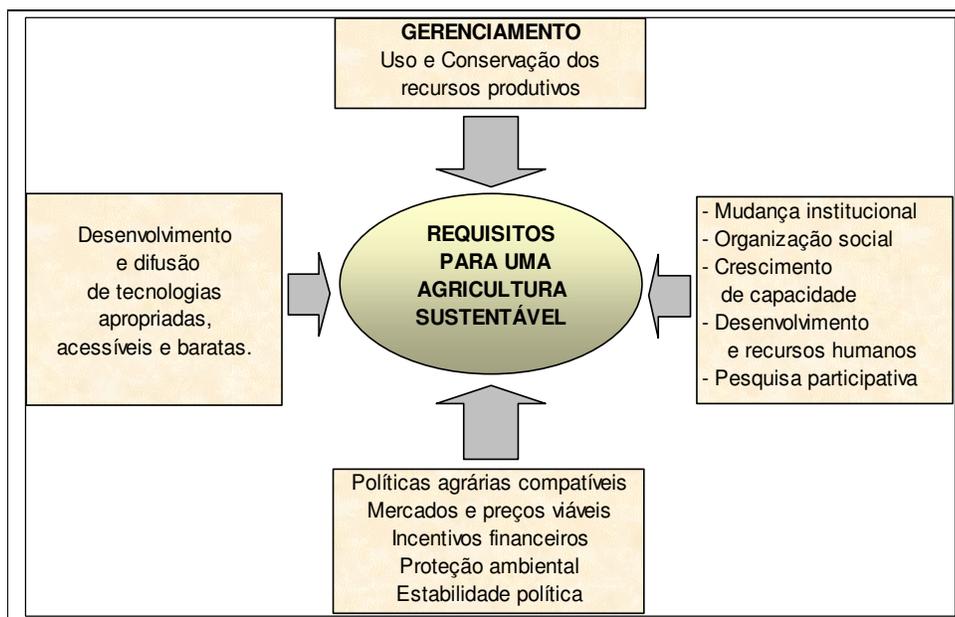
Tem surgido nos últimos anos uma crescente consciência ecológica sobre a qualidade do solo, que é definida atualmente como a capacidade de produzir alimentos a longo prazo, de forma sustentável, e de contribuir para o bem-estar dos seres vivos, sem deteriorar os recursos naturais básicos ou prejudicar o meio ambiente (Warkentin, 1995 citado por Mesquita *et al.*, 2000).

Segundo Cunha, 1994 citado por Mesquita *et al.* (2000) o desenvolvimento sustentável deverá atender: a) incremento da qualidade de vida, crescimento da produção agrícola em ritmo comparável com o crescimento da demanda; b) maior controle dos processos biológicos pela própria agricultura; c) uso mais eficiente dos recursos naturais e melhoria da eficiência dos fatores de produção; d) aumento do nível de bem-estar de uma geração sem o sacrifício de outras.

As atividades agrícolas simplificam as comunidades naturais, tendo efeito sobre a riqueza e composição de espécies e abundância de indivíduos (Louzada *et al.*, 2000). A alteração de habitats por desmatamento e substituição da vegetação é responsável por, aproximadamente, 30% das extinções de espécies no mundo (Wilson, 1989 citado por Louzada *et al.*, 2000).

A transição agroecológica que começou no final do século XX pode ser classificada como "a passagem do modelo produtivista convencional a formas de produção mais evoluídas do ponto de vista da conservação dos recursos naturais e, conseqüentemente, mais sustentáveis a médio e longo prazo" (Veiga, 1994).

Os princípios básicos de um agroecossistema sustentável são a conservação dos recursos renováveis, a adaptação dos cultivos ao ambiente e a manutenção de um nível moderado, porém sustentável, de produtividade. A Figura 1 mostra os requisitos para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável. (Altieri, 1998).



**Figura 1** - Esquema dos requisitos para agricultura sustentável

Fonte: (Altieri, 1998).

Algumas estimativas indicam que atualmente 40% da produção líquida primária terrestre da biosfera, em termos de apropriação de recursos naturais e energia, já está comprometida para consumo humano. Tal escala de atividades aponta limites bastante restritos ao crescimento e, ao mesmo tempo, requer

exigências bastante severas ao avanço tecnológico que atenuem estas restrições (Motta, 1997 citado por Mesquita *et al.*, 2000).

A crescente demanda por alimentos e a necessidade de produzir com maior qualidade e quantidade, também para uso como oleaginosas para produção de biocombustíveis, levam à utilização de agrotóxicos, que se destaca entre as principais formas de controle de doenças, pragas e plantas invasoras. Os princípios ativos têm como ponto final de depósito o solo ou a água, sendo que a maior parte acaba atingindo o solo. Os dois aspectos mais importantes da poluição ambiental com agrotóxicos são os efeitos diretos sobre as formas de vida natural e os indiretos pela acumulação na cadeia alimentar sobre os diversos animais (Mesquita *et al.*, 2000). O uso de agrotóxicos é o fator mais importante na redução da biodiversidade, dentre as práticas de produção agrícola. A supressão da atividade e da diversidade de espécies da flora e da fauna tem grande influência nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, refletindo nos aspectos nutricionais, e também no equilíbrio biológico do solo, visto que desequilíbrios na cadeia trófica eliminam agentes supressores de pragas e doenças (Mesquita *et al.*, 2000).

A maneira de reduzir os problemas de contaminação ambiental é a redução do uso de agrotóxicos, manejo integrado de pragas e doenças e emprego de práticas adequadas de manejo de solo e água (Mesquita *et al.*, 2000).

## **2.2 Recursos naturais**

O conceito de recursos naturais renováveis inclui: solo, água, ar, material genético, flora e fauna. Estes recursos podem ser degradados por utilização indevida, poluição, destruição física e pelo uso de sistemas de produção que perturbem o equilíbrio ecológico.

Dentre os principais problemas restritivos à sustentabilidade dos solos nas regiões de clima temperado e sub-tropical do sul do Brasil, destacam-se: a acentuada suscetibilidade aos efeitos da erosão hídrica e eólica; a acidificação provocada pela contínua percolação de bases trocáveis e sua substituição por íons de H e Al no complexo coloidal, através da infiltração das águas de chuvas; a baixa

disponibilidade de alguns nutrientes, seja pela degradação da matéria orgânica, pelas perdas através da erosão ou pela retenção por processos químicos inerentes à própria natureza dos solos, como é o caso do fósforo. Esses problemas foram agravados quando os solos passaram a ser submetidos ao uso inadequado por processos mecanizados, capazes de acelerar a decomposição da matéria orgânica, provocar a desagregação e selamento da camada superficial e a compactar camadas subjacentes (Muzilli, 1997).

Alguns dos problemas mais severos da degradação dos recursos naturais ligados à agricultura são: a erosão, a acidificação, a salinização, a compactação, a contaminação dos solos e a lixiviação e extração precisa de seus nutrientes, a sedimentação de rios, represas e zonas costeiras, o uso ineficiente de água de irrigação, mudanças indesejadas nos fluxos hídricos, a contaminação da água por produtos agro-químicos e dejetos agroindustriais, a erosão genética de cultivos e de raças de animais e a perda da biodiversidade silvestre, a perda de massa de florestas, a degradação de pastos e o pisoteio, a destruição dos predadores naturais e dos microorganismos do solo, a emissão de dióxido de carbono devido à queima de madeira e de metano devido ao gado e ao arroz irrigado, a intoxicação de agricultores, operários e consumidores por pesticidas e a resistência crescente das pragas aos pesticidas. Os problemas de degradação dos recursos naturais variam segundo as condições ecológicas e os sistemas de produção predominantes em cada região (Almeida, 1997).

### **2.3 A água e o desenvolvimento sustentável**

A água é um recurso ambiental limitador do desenvolvimento sustentável. Embora didaticamente ela seja estudada como um recurso natural renovável e infinito, os estudos técnicos e científicos não demonstram a inegotabilidade deste recurso. Em várias regiões do País, a água tem sido utilizada em quantidades superiores ao volume disponível, gerando problemas de escassez, ou seja: falta de água para atendimento aos seus usos, como por exemplo, abastecimento doméstico e irrigação (Porréca, 1998).

Segundo Porréca (1998), a manutenção do equilíbrio das disponibilidades hídricas e o controle da qualidade dos corpos d'água, ou seja: da existência de um volume mínimo e de qualidade de água que satisfaça aos seus usos ambientais, econômicos e sociais, são os fatores preponderantes para o desenvolvimento sustentável.

Pruski (1999), comenta que a agricultura responde por 69% da água consumida no mundo, enquanto o uso industrial representa 23% e o abastecimento doméstico 8%. Mas se a agricultura responde por 69% do consumo de água, em contrapartida, mais de 90% da água utilizada provêm de precipitações ocorridas em áreas com ocupação agrícola, apresentando, portanto, o segmento da agricultura, relevante participação na adequada gestão dos recursos hídricos.

Das atividades agrícolas que globalmente afetam a qualidade dos recursos hídricos a conversão das florestas tropicais é muito importante. Há estimativas de que cerca de 20 milhões de hectares de florestas tropicais é anualmente convertida em áreas agrícolas. Esta conversão é freqüentemente feita pelo uso de máquinas pesadas que compactam a camada superficial dos solos, removem a biomassa superior e o litter e expõem solos frágeis ao intemperismo atmosférico.

Em adição ao uso de fertilizantes minerais há o uso de resíduos orgânicos aplicado a agricultura como maneira de aumentar a fertilidade do solo (Tabela 1). A eficiência de aproveitamento dos fertilizantes é geralmente baixa, variando de 10 a 60% do total aplicado, sendo esta eficiência condicionada ao tipo de cultura, taxa de aplicação, método de preparo do solo, características do solo, etc. Dependendo da natureza química dos nutrientes aplicados ao solo, a porção que não permanece no solo acaba atingindo as águas naturais.

Tabela 1 - Uso mundial de fertilizantes e ganho de produtividade.

ANO	Uso de fertilizantes		Média de produtividade	
	10 <sup>6</sup> kg/ha	% Incremento anual	kg/ha	% Incremento anual
1950	15,1	-	1,05	-
1960	24,2	6,0	1,30	2,4
1970	59,2	14,5	1,35	1,9
1980	111,3	8,0	1,90	2,3
1990	142,9	2,8	2,20	1,6

Fonte: Luchiari Jr., 1997 (adaptado de Lal & Stewart, 1994)

Os principais processos edáficos que afetam a qualidade da água são de natureza física, química e biológica. Dentre os processos físicos podemos citar a compactação e a erosão acelerada, que por sua vez resultam na degradação da estabilidade estrutural do solo. Este declínio tem implicações na erodibilidade do solo, nas taxas de transporte superficial e sub-superficial dos elementos químicos dissolvidos e nos sedimentos carregados para os cursos de água adjacentes. A perda da estabilidade estrutural do solo afeta por sua vez a percolação da água das camadas superficiais para as camadas inferiores, afetando por conseguinte a lixiviação dos agroquímicos para a água subterrânea.

#### **2.4 ACV – Análise de Ciclo de Vida – Produção Matéria Prima**

A análise do ciclo de vida (ACV) é uma ferramenta de gestão ambiental que estabelece uma visão geral das conseqüências ambientais da existência de um produto através de seu ciclo de vida, desde a produção até a disposição final. O estudo engloba o ciclo de vida do produto, desde a extração das matérias-primas envolvendo sua produção e uso, as possibilidades de reciclagem e reuso até sua disposição final. (Niederl-Schmidinger e Narodoslowsky, 2006).

Os primeiros trabalhos que aplicaram conceitos de ACV foram na década de 1970, ou seja, a quase 40 anos atrás com trabalhos de Bousteade Handcock, 1979, citado por Santos (2002).

Mais tarde, na década de 1990, foram desenvolvidos projetos de *Green Design*, para aprimoramento da gestão da matéria-prima e prevenção da geração de resíduos. .

Com o primeiro estudo de ACV iniciou-se a discussão sobre eficiência de energia, consumo de matérias-primas escassas e disposição de resíduos sólidos. Embora tivessem o foco em características energéticas, estes estudos incluíram estimativas de emissões de gases, líquidos e sólidos. (Avraamides e Fatta, 2007).

A Análise de Ciclo de Vida (ACV) na produção de oleaginosas baseia-se no monitoramento de toda a cadeia de produção do biocombustível (cultivo, processamento, uso/conversão e destinação dos resíduos), limites da capacidade

de regeneração dos recursos naturais (solo, água, etc.), taxa de utilização que supere a de renovação e possíveis conflitos e concorrências no uso das matérias-primas e recursos naturais utilizados na produção dos biocombustíveis (Kim e Dale; 2005).

Segundo Santos (2002), a partir desta época a ACV foi ampliada para vários processos, ganhando importância na análise energética nos estágios de uso final e gestão de resíduos na cadeia de processos.

Portanto, até hoje a filosofia da ACV é “Identificar os impactos ambientais que poderiam ser causados desde a extração da matéria prima até a disposição final do produto em estudo, como forma de aprimorar econômica e ambientalmente o projeto de um produto, ou seja aumentar sua eco-eficiência” (Ota, 1992).

Para isso foram desenvolvidas algumas normas ISO (Kobilanz e Geneve, 1997).

ISO 14040: princípios gerais e diretrizes;

ISO 14041: definição das metas e alcance de análise do inventario de Ciclo de vida;

ISO 14042: Avaliação do impacto do ciclo de vida;

ISO 14043: interpretação da Análise do Ciclo de Vida.

Segundo Santos (2002), a ACV consiste em um processo de balanço de massa e energia e emissões sólidas, líquidas e gasosas desde a produção de matéria prima, até o produto acabado.

A ACV é uma ferramenta útil para planejar ações com ênfase na redução tanto do consumo de recursos naturais quanto da emissão de poluentes. Ela estrutura orientações com a estruturação de dados e previne impactos ambientais futuros.

Com a ACV é possível a definição de limites para a produção e utilização do biodiesel podendo ser um mecanismo que auxilia elaboração de políticas públicas, pois permite definir opções mais racionais a partir do balanço das emissões e de energia e do uso de indicadores de sustentabilidade. (Barton et al., 1996).

No caso da cadeia de produção de biodiesel, da mesma forma que Mortimer, et al. (2003) entende-se que seja importante avaliar as etapas:

*produção agrícola,*

*produção do óleo vegetal,*

*produção do biodiesel,*

*transporte em toda as etapas,*

*uso final e disposição após o uso.*

O mesmo autor aborda que a ACV na área de produção de biodiesel deve ser feita em etapas que vão desde a Definição dos limites da ACV, análise do inventário, avaliação dos impactos e a interpretação e análise comparativa dos resultados. Destacando que na fase de avaliação e interpretação o estudo será qualitativo e quantitativo.

Segundo (Styles 2007), na ACV do biodiesel existe a entrada do sistema que está sendo avaliado onde existe a energia direta, indireta e de transporte; e a saída do sistema compreendido na energia relativa ao produto final e aos co-produtos ou resíduos do processo, calculada com base no seu uso final (alimentação, adubo e combustível). Sendo o alimento baseado na energia metabólica do produto, o adubo que é o consumo de energia fóssil na cadeia do produto substituído e o combustível com base no seu poder calorífico inferior (PCI).

A energia direta na entrada do sistema consiste na energia consumida na forma de combustíveis fósseis, eletricidade, vapor em toda cadeia de produção do combustível. É calculada a partir da energia primária fóssil consumida na sua produção, etanol e eletricidade ou no poder calorífico inferior (PCI) para os demais combustíveis. Já a energia indireta: energia consumida na forma de insumos agrícolas, equipamentos, máquinas, prédios e transporte, estimada através do consumo de energia fóssil em cada produto. E a energia de transporte consiste naquela empregada em todos os insumos e produtos transportados das considerando distância da carga transportada e o consumo de combustível.

Na agricultura, ou seja, na produção de oleaginosas para a produção de biodiesel este processo implica análise em (Kim e Dale; 2005).

*Preparação do solo*

*Fertilização*

*Semeadura*

*Aplicação de pesticidas e herbicidas*

*Colheita*

*Transporte*

Na agricultura, com o uso de sementes geneticamente melhoradas e padronizadas e uso de agroquímicos e de implementos agrícolas, houveram avanços no que tange a produtividade dos cultivos.

De acordo com Ehlers (1999), nos sistemas agrícolas simples, como no caso da produção de grãos, ocorre baixa biodiversidade e exige a intervenção humana para controle de pragas, doenças e aumento da fertilidade dos solos.

Isto leva a um grau de comprometimento da qualidade do ambiente que deve ser identificada e mensurada uma vez que, a interferência no ecossistema agrícola é necessária, mas pode ser na menor intensidade possível. Portanto, a crescente escala de intervenções humanas está ameaçando não somente um número separado de ecossistemas, mas o ecossistema terrestre como um todo (Adriaanse, 1993).

No setor agrícola, Engström et al. (2007) usaram a ACV anualmente levando em consideração alguns parâmetros que são uso de fontes renováveis, mudanças climáticas, toxicidade, biodiversidade, eutrofização e acidificação. Constataram que a avaliação da energia no setor agrícola mostrou que os problemas principais eram o uso de recursos não renováveis, emissões de gases do efeito estufa, que são substâncias que afetam a qualidade do ar.

A ACV já foi aplicado para inúmeros tipos de processos, como na produção de aço (Caspersen, 1996; Chubbs e Steiner, 1998), em tratamento de superfície (Stone e Tolle, 1998) em sistemas agrícolas, como na cultura da batata e da cana-de-açúcar (Van Zeijts et al., 1998), na indústria florestal (Seppälä et al., 1998), processos de fundição (Golonka e Brennan, 1996), no processo de desengraxamento da indústria metalúrgica (Finkbeiner et al., 1997), na automobilística (Graedel et al., 1995) e na disposição de resíduos sólidos (Hassan et al., 1999; Boguski et al., 1994), entre outras aplicações.

Hoje o ambiente deve ser visto com valores e direitos intrínsecos, inerente às necessidades humanas e que a humanidade deve conviver como uma espécie a mais que convive em harmonia com as outras, pois todas têm direito a existência. (Helsinki University of Technology, 1996),

Assim, a ACV deve discutir diretamente a qualidade das intervenções humanas e seus impactos no ecossistemas (Bollmann e Marques, 2000).

Após vários encontros e conferências mundiais, estabeleceu-se que a avaliação ambiental deveria ser feita pela alocação de fatores impactantes em categorias de impacto ambiental.

Na ACV deve-se definir o sistema que pode envolver todas as etapas da vida de um produto. São avaliados os descartes gerados nos diferentes processos tais como as emissões atmosféricas, a geração de efluentes líquidos e resíduos sólidos, o consumo de energia e de matérias-primas e as conseqüências ambientais do uso e disposição do produto. (Niederl-Schmidinger e Narodslawsky, 2006)

Os impactos ambientais causados pela extração e produção das matérias-primas são também estudados. Devem também ser avaliadas as possibilidades para a redução dos impactos ambientais causados pela geração do produto. Através das técnicas de ACV pode-se analisar um produto, serviço, processo ou tecnologia. (Helsinki University of Technology, 1996).

## **2.5 Inventário do ciclo de vida**

A análise de inventário objetiva quantificar as entradas e saídas dos contornos do sistema. O resultado de um inventário é uma longa lista das necessidades de materiais e energia, dos produtos e subprodutos gerados bem como dos resíduos e emissões para o ar, solo e água. Esta lista é chamada de "balanço de materiais e energia" ou "eco-balanço".

O inventário da ACV identifica e quantifica o fluxo de energia e materiais que atravessa o contorno do sistema. Primeiramente deve-se determinar a saída do processo que será fixada como a unidade funcional. Em seguida as relações entre

as entradas e saídas de dois processos sucessivos vão determinando todas as outras entradas e saídas. O eco-balanço de um processo é a soma de todos os fluxos que entram e saem pelos contornos do mesmo. O eco balanço total é a soma de todos os fluxos que atravessam o contorno do sistema. Os dados de mesma natureza de todos os fluxos devem ser agregados. Durante os cálculos deve-se observar a coerência entre os valores de entradas e saídas de modo a garantir a boa qualidade dos dados coletados.

Após a definição precisa do sistema, é feita uma análise do potencial de contribuição aos efeitos ambientais, na forma de impactos ambientais, consumo de recursos e impactos nas condições de trabalho associados com o ciclo de vida do produto.

A análise é baseada em um inventário completo de entradas e saídas de todos os processos envolvidos em cada estágio da vida do produto, identificando a carga ambiental completa. As entradas e saídas "podem ser agregadas dentro de cada estágio do ciclo de vida ou pelo ciclo de vida inteiro, de acordo com os objetivos do estudo. A compilação dos dados do inventário visa relatar entradas e saídas dos diferentes processos do ciclo de vida do produto. A análise seguinte é avaliar os efeitos ambientais do ciclo de vida do produto. (Avraamides e Fatta, 2007).

### **2.5.1 Análise de impactos**

As soluções sugeridas à alocação de impactos é a determinação do peso, do conteúdo energético ou do valor dos produtos individuais como uma base para alocação. Entretanto esta escolha depende muito do tipo de produto analisado.

Problemas na alocação de impactos também aparecem em inventários de ciclos de vida envolvendo reciclagem aberta ou fechada. A reciclagem aberta é mais problemática porque o produto reciclado é utilizado como matéria-prima para um ou mais produtos diferentes de outros sistemas de produtos.

Fava, et al. (1993) define a etapa de análise de impactos como um processo técnico qualitativo e quantitativo para caracterizar e avaliar os efeitos das cargas ambientais identificadas no inventário ambiental.

O resultado do inventário é uma lista extensa de entradas e saídas de diversas variáveis. Na ACV normalmente é feita uma comparação destas listas. Entretanto; o resultado é mensurável somente quando todas as listas têm exatamente as mesmas entradas e uma das alternativas se apresenta melhor do que as outras, o que raramente acontece. Portanto foram desenvolvidos métodos para avaliar diferentes listas de inventário.

O método para interpretação do eco-balanço que tem maior aceitabilidade é a utilização de categorias de impactos e fatores de equivalência. No método o efeito ambiental potencial do produto em um número de categorias de impacto que representam os problemas ambientais globais são quantificados pelos fatores de equivalência. Há sugestões para as categorias de impacto e na operacionalização dos fatores de equivalência.

Dentro destes problemas ambientais recomenda-se treze categorias de impacto, de acordo com a disponibilidade de dados (Lindfors et al,1995):

- consumo de recursos: energia e materiais;
- consumo de recursos: água;
- consumo de recursos: terra incluindo terras alagadas;
- saúde humana: impactos toxicológicos excluindo o ambiente de trabalho;
- saúde humana: impactos não toxicológicos excluindo o ambiente de trabalho;
- saúde humana: impactos no ambiente de trabalho;
- impacto ecológico: aquecimento global;
- impacto ecológico: destruição da camada de ozônio;
- impacto ecológico : acidificação
- impacto ecológico: eutrofização;
- impacto ecológico: formação de oxidantes fotoquímicos;

-impacto ecológico: impactos ecotoxicológicos;

-impacto ecológico: alterações de habitats e impactos na diversidade biológica.

A seleção e definição de categorias de impacto podem conter categorias tradicionais como aquecimento global e acidificação e também outras categorias que representam temas específicos para os tomadores de decisão (FAVA et. al., 1993).

A análise de impactos objetiva converter o eco-balanço do produto em efeitos ambientais potenciais e consiste das fases de classificação, caracterização e normalização. A classificação e caracterização devem ser objetivas e baseadas em conhecimento científico. O resultado é uma estimativa quantitativa dos efeitos ambientais potenciais para o produto estudado em todo o seu ciclo de vida, chamado perfil ecológico do produto. A normalização objetiva comparar diversas variáveis em um contexto mais mensurável, relacionando os efeitos ambientais totais em uma área geográfica de maior interesse, por exemplo.

## **2.5.2 Indicadores e índices ambientais**

Alguns indicadores ambientais são importantes para avaliar o impacto ambiental (positivo ou negativo) relacionado ao desenvolvimento da cultura do girassol, como: de qualidade do solo, rios, arroios e açudes.

### **2.5.2.1 Indicadores de qualidade do solo**

Indicadores de qualidade do solo devem ser considerados ferramentas para orientar o planejamento e a avaliação das práticas de manejo utilizadas. As informações obtidas do monitoramento podem ser usadas na melhoria das recomendações conservacionistas.

Indicadores são propriedades, processos e características físicas, químicas e biológicas que podem ser medidas para monitorar mudanças na qualidade do

solo. Podem ser divididos em quatro grupos gerais: visuais, físicos, químicos e biológicos (Santana, 1999).

Indicadores químicos incluem medições de pH, salinidade, matéria orgânica, disponibilidade de nutrientes, capacidade de troca de cátions, ciclagem de nutrientes e concentração de elementos que podem ser potencialmente contaminantes (metais pesados, compostos radioativos, etc.) ou aqueles que são essenciais para o crescimento e o desenvolvimento das plantas. As condições químicas do solo afetam a relação solo-planta, qualidade da água, capacidade tamponante, disponibilidade de nutrientes e de água para as plantas e outros organismos, mobilidade de contaminantes, entre outros (Santana, 1999).

Indicadores biológicos incluem medições de micro, meso e macroorganismos, suas atividades e subprodutos. Taxa de respiração pode ser usada para medir a atividade microbiológica, especialmente decomposição de matéria orgânica no solo.

Segundo Santana (1999) a qualidade do solo é estimada pela observação ou medição de diferentes propriedades ou processos. Nenhuma propriedade pode ser usada isoladamente como um índice de qualidade do solo. Os tipos de indicadores que são mais úteis dependem da função do solo para a qual está sendo avaliado. A seleção de indicadores deve ser baseada em:

- uso da terra;
- relacionamento entre o indicador e a função para a qual está sendo avaliado;
- facilidade e segurança na medição;
- variação entre tempo e local de amostragem;
- sensibilidade de medição para mostrar mudanças no manejo do solo;
- compatibilidade com amostragem e monitoramento de rotina;
- habilidade requerida para uso e interpretação.

Para Altieri (1998), do ponto de vista de manejo, os componentes básicos de um agroecossistema incluem:

- Cobertura vegetal para conservar o solo e a água: pode ser obtida através de práticas de cultivos que não movam o solo, cobertura morta, cobertura viva,
- Suprimento regular de matéria orgânica: incorporação regular de matéria orgânica (esterco, palha, composto) e promoção da atividade biológica do solo;
- Reciclagem dos nutrientes: rotação de culturas, sistemas mistos de cultivos e criação, agroflorestamento, consorciação com leguminosas;
- Regulação de pragas: as práticas de manipulação da biodiversidade e a introdução e / ou conservação dos inimigos naturais fornecem os agentes biológicos necessários para o controle.

Uma estratégia para agricultura sustentável seria recuperar a diversidade agrícola no tempo e no espaço, através de rotação de culturas, cultivos de cobertura, consorciações, sistemas de cultivo e criação, entre outros.

Segundo Altieri (1998), o uso de um ou mais desses sistemas alternativos de produção aumenta a possibilidade de interações complementares entre os vários componentes do agroecossistema, resultando em efeitos positivos como, fechamento dos ciclos de nutrientes; conservação do solo e da água; aumento do controle biológico de pragas; ampliação da capacidade de múltipla utilização da paisagem e produção sustentada do cultivo sem o uso de insumos que degradam o ambiente.

Para o desenvolvimento das pequenas propriedades, a produção agrícola exige alterações no ecossistema e utilização dos recursos, enquanto que a proteção ambiental conservação desses recursos.

O monitoramento da produtividade, da integridade ecológica e da igualdade social deve ir além da quantificação da produção de alimentos e do controle de qualidade do solo e da água. Deve incluir, além disso, os níveis de segurança alimentar, fortalecimento social, potencial econômico e independência ou autonomia dos agricultores (Altieri, 1998).

### 2.5.2.2 Índice de consumo de energia

A energia é um conceito básico da física que obedece a duas leis fundamentais, conhecidas como o primeiro e o segundo princípios da termodinâmica. O primeiro é uma lei de conservação, que estabelece que a energia não pode ser criada nem destruída; só pode ser transformada. O segundo é uma lei de dispersão conhecida como lei do aumento da entropia, que estabelece que a energia sempre se dispersa, passando de um estado de maior concentração para um estado de menor concentração. Estas leis também valem para a matéria que não pode ser criada ou destruída, somente transformada. A matéria também passa sempre de um estado de maior organização para um estado de menor organização, ou seja, da ordem para a desordem. (Santos, 2002).

A vida aparentemente não obedece ao segundo princípio da termodinâmica, pois ela organiza a matéria e cria estoques concentrados de energia. Esta desobediência é apenas aparente. Na realidade a biosfera terrestre é sustentada pela energia do sol em um estado de equilíbrio meta-estável. O amplo suprimento de energia solar permite que este equilíbrio se mantenha e ainda sobra muita energia para ser dissipada e pagar o débito termodinâmico, cobrado pelo segundo princípio (Fonseca, 1999).

A energia é indispensável à sobrevivência do nosso planeta. O desenvolvimento futuro depende da disponibilidade de energia por muito tempo, em quantidades cada vez maiores e de fontes seguras.

Quase toda a energia disponível no nosso planeta vem do sol. A quantidade total de energia solar que flui através da ecosfera terrestre é milhares de vezes maior do que a energia utilizada na atividade econômica. Entretanto, a energia disponível para o uso antrópico é bastante limitada. Para ser utilizada, não basta à energia ser abundante; ela deve estar concentrada.

A energia solar que atinge o planeta é muito diluída e sua utilização direta é pouco eficiente. O calor do sol, entretanto, provoca o aquecimento da atmosfera, que gera os ventos e a evaporação da água, que gera a chuva, tornando a energia solar utilizável. (HINRICHS, 2003).

Segundo Fonseca (1999), a fotossíntese das plantas verdes é a principal forma de concentração natural da energia solar. Aproximadamente 1 % da energia solar que incide sobre uma área de vegetação densa é absorvida pelos cloroplastos das folhas, que usam esta energia para sintetizar a glicose a partir da reação do CO<sub>2</sub> com a água. A glicose contém carbono reduzido no qual se baseia toda a química da vida. O carbono reduzido, produzido pela fotossíntese, é a base de todos os combustíveis utilizados pelo homem.

Através do uso de motores elétricos e térmicos, a humanidade abriu acesso aos estoques de energia solar fossilizada nas jazidas de carvão mineral, petróleo e gás natural. Uma parte da energia solar capturada pela fotossíntese ao longo das eras geológicas tinha ficado estocadas.

Os combustíveis fósseis e nucleares representam atualmente 84% da matriz energética mundial. A energia nuclear representa 6% das fontes de energia não-renovável e os outros 78% estão divididos entre o petróleo (33%), o carvão mineral (27%) e o gás natural (18%). As fontes de energia renovável utilizadas mundialmente são a energia hidráulica (6%), eólica (0,5%), solar (1,5%) e de biomassa (8%) (Fonseca, 1999).

O aumento da demanda de energia decorrente da industrialização, da urbanização e da melhoria das condições sociais levou a uma distribuição global extremamente desigual do consumo de energia. Nos países desenvolvidos, o consumo de energia percapita supera em mais de 80 vezes o da África subariana (WCED, 1987).

Os riscos e incertezas ambientais decorrentes de um consumo elevado de energia no futuro consideram o aumento da emissão de gases causadores do efeito estufa, o aumento da poluição atmosférica e da acidificação e o risco de acidentes nucleares (WCED, 1987).

Muitos prognósticos acerca da recuperação ambiental de recursos e reservas petrolíferos indicam que, nas primeiras décadas do século XXI, a produção de petróleo se estabilizará e a partir de então declinará gradualmente durante um período de ofertas reduzidas e preços mais altos. As reservas de gás natural deverão durar mais de 200 anos e as de carvão cerca de três mil anos, às taxas anuais de consumo. Em termos de risco de poluição o gás natural, dentre os

três, é o combustível mais limpo, seguido pelo petróleo e pelo carvão mineral. (Fonseca, 1999).

Seppälä (1999) considera a produção energética somente de recursos não renováveis. Guinée (1998) analisa o consumo de energia indiretamente pela diminuição de recursos bióticos e abióticos. Isto pode ocorrer em estudos europeus, pois a maior parte da energia consumida, neste continente provém de fontes não renováveis. No Brasil, onde cerca de 40% da energia consumida é proveniente de fontes não renováveis, é importante que se analise um índice de consumo de energia, que envolva todas as fontes geradoras.

Segundo Venturi e Venturi (2003) na cadeia do biodiesel é importante avaliar a energia relacionada a produção de biomassa, produção de biodiesel e produção de álcool, pois todas estão interligadas no consumo e produção de energia.

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 Delineamento da pesquisa**

A realização deste trabalho foi dividido em duas etapas. Na primeira etapa foi aplicado a ferramenta do Inventário de Ciclo de Vida (ICV) para caracterizar os parâmetros importantes relacionados ao processo de produção agrícola de girassol.

Para a obtenção dos dados do inventário (ICV), foram analisadas 23 propriedades rurais agrícolas das localidades dos Vales do Rio Pardo e Taquari, monitorando-se, desde a etapa de preparo do solo até a colheita dos grãos, conforme planilha apresentada no (ANEXO A).

Na segunda etapa deste trabalho foi avaliada a produtividade das sementes de girassol obtidos nas propriedades (ANEXO B).

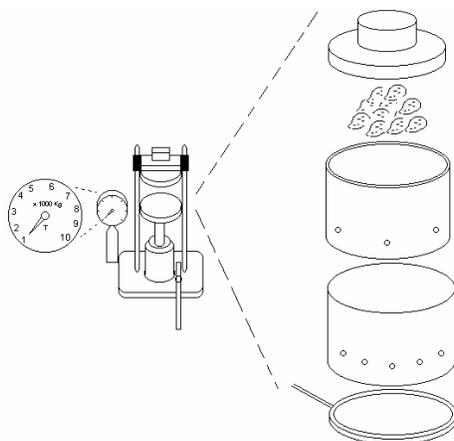
O ICV permitiu realizar um balanço de massa e de energia na fase produtiva de obtenção do girassol, avaliando principalmente o consumo de combustível fósseis nas operações das lavouras (ANEXOS C, D, E) e consumo de insumos, adubação e tratos culturais. O ICV foi feito através da Análise Eco-Energética (AEE) – (Kim e Dale, 2005). Entradas foram destinadas para o cultivo do girassol, como uso de energia envolvida no processo (tratores, colhedoras, implementos agrícolas e também insumos – fertilizantes utilizados nas lavouras experimentais.

Para isso, foram realizados ensaios de extração de óleo por prensagem e por solvente, de modo a determinar o teor de óleo de cada amostra.

### **3.2 Extração por prensagem a frio**

A extração do óleo foi realizada por prensagem a frio com prensa hidráulica manual marca SKAY, utilizando pressão com capacidade máxima de 15

toneladas, em um sistema conforme a Figura 2, empregando uma prensa hidráulica.



**Figura 2** - Esquema da extração do óleo por prensagem

Para a extração do óleo foi utilizado amostras de 100g de grãos que foram colocadas no extrator (ANEXO F). Após prensagem a frio, em uma prensa hidráulica (ANEXO G) com pressão estabelecida em 145 kgf/cm<sup>2</sup> (12 toneladas) determinou-se o rendimento do óleo correspondente em relação à massa de semente utilizada na extração.

### 3.3 Extração por solvente

Foi empregado um sistema de extração contínua, do tipo Soxhlet à temperatura de ebulição do solvente, por 4 horas, utilizando um balão de fundo redondo previamente pesado.

As amostras foram pesadas entre 5 a 8g, a seguir foram envoltas em papel filtro qualitativo e introduzidas no extrator. Após cada experimento, o solvente foi evaporado em evaporador rotativo, seguido de secagem em estufa até peso constante.

### **3.4 Inventário de Ciclo de Vida (ICV)**

Para quantificar os parâmetros importantes da produção de girassol, a ferramenta do ICV foi utilizada para realizar o balanço de massa de energia. Ela foi aplicada inicialmente na fase de produção do girassol, avaliando principalmente consumo de combustível fóssil - óleo diesel nas operações com mecanização das lavouras e insumos.

O ICV foi realizada através da Análise Eco-energética (AEE). Entradas foram destinadas para o cultivo do girassol, sendo o óleo diesel, pesticidas e fertilizantes químicos considerados na discussão.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Produção de girassol

Como análise geral, foi obtido uma produção média de 1512 Kg / ha, entre as 23 lavouras de girassol analisadas. Os índices de adubação entre as lavouras, foi utilizado em média um total de 166 Kg / ha do adubo de formulação (percentagem), (5% Nitrogênio – 25% Fósforo – 25% Potássio), baseado na interpretação das análises de solos e recomendação de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina definidas pela Comissão de Fertilidade do Solo – RS/SC (2004).

Como adubação complementar, foi utilizado em média nas lavouras, 50 Kg / há do Adubo Superfosfato Triplo (SFT) e, complementada com 165 Kg / há de Nitrato de Amônia (Uréia). As lavouras de girassol ficaram com médias de pH 5,5 e população de 32.078 plantas / ha; para um ciclo médio de 135 dias até a colheita.

O girassol assim cultivado apresentou resultados de produtividade que variaram conforme Tabela 2. Os dados de produtividade de todas as lavouras experimentais estão apresentados no Anexo B.

Tabela 2 - Índices de produtividade - propriedades com maior e menor produtividade comparada as condições de plantio e a média geral das 23 propriedades.

Município	Adub.				População grãos/ha	Ciclo Dias	Produtividade Kg/ha
	Adubação kg/ha	Comp. Sft	Uréia kg	pH			
Vale do Sol	100	200	150	5,5	23000	127	619
Itapuca	225	-----	205	5,0	42000	117	3613
Média das 23 lavouras	166	50	165	5,5	32078	135	1512

Entre as lavouras experimentais, foram constatadas variações como, época de semeadura, número de população (plantas/há) e quantidade de adubação (volume), fatores estes que provavelmente tiveram influência direta nos índices de produtividade.

No acompanhamento das lavouras, notou-se certa influência nas lavouras de girassol principalmente em relação à temperatura (excesso de frio), relacionados ao índice de germinação.

Nas lavouras semeadas no mês de agosto, ocorreu perda de germinação e baixo crescimento inicial pós-emergência, principalmente com a incidência de geadas neste período, ocasionando uma menor população de plantas/há, diminuindo também neste caso, os índices de produtividade.

O excesso de calor e déficit hídrico também tiveram influência como perda de germinação, principalmente nas lavouras semeadas nos meses de novembro e dezembro, onde também ocorreu diminuição da população de plantas/ha, ocasionando também menores índices de produtividade.

A quantidade de adubação também teve influência nos índices de produtividade. Conforme se pode observar nos resultados, a quantidade de adubação é diretamente proporcional aos melhores resultados em relação aos índices de produtividade. Obtivemos as melhores colheitas (produtividade) – máximo rendimento de 3613 Kg/há, utilizando o volume de 225 Kg/há do adubo de formulação (porcentagem), 5% Nitrogênio – 25% Fósforo – 25% Potássio), com complemento de adubação Nitrogenada de 205 Kg/há - Nitrato de Amônia (Uréia).

É importante destacar, no comparativo entre as lavouras de maior e menor índice de produtividade, que o adubo Superfosfato Triplo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), não demonstrou reação esperada em termos de produtividade no caso específico da lavoura experimental citada. Foi observada também baixa reação-resposta de adubação através do Fósforo no uso nas demais lavouras experimentais. Este dado torna-se importante, na medida que o fósforo é um dos principais potenciais de impactos ao meio ambiente (fósforo percolado), através da eutrofização dos recursos hídricos, e também com indicativos de um baixo índice de aproveitamento de absorção planta-solo, conforme observado na propriedade 21.

Já o Nitrato de Amônio (uréia) aplicado nas lavouras de girassol, teve uma melhor resposta à produtividade. Este indicativo pode mostrar um melhor aproveitamento em relação à planta, também com menores potenciais de impactos ambientais (acidificação) através de perdas como volatilização.

Os grãos colhidos nestas lavouras apresentaram diferentes rendimentos de óleo o que também indica que as condições de plantio podem influenciar na produtividade, como mostra a Tabela 3.

Um outro fator que pode ter influenciado na produtividade em grãos e em óleo é a disponibilidade de água durante os estágios de plantio. Em grandes lavouras, a irrigação é cogitada, uma vez que a produtividade decai em períodos de baixa incidência de chuvas, apesar do girassol, ser cultivado em áreas mais secas. Conforme é apresentado em estudos realizados na Turquia com irrigação em diferentes estágios de crescimento da planta. (Göksoy et al., 2004)

Tabela 3 - Porcentagem de óleo de girassol – variedade H-250 extraídos através de prensagem à frio e por solvente de algumas amostras coletadas nas propriedades experimentais.

<b>Municípios</b>	<b>Rendimento</b>
Candelária (4)	40,46
Dr. Ricardo (5)	36,94
Fontoura Xavier (6)	32,66
Gramado Xavier (7)	27,76
Herveiras (8)	32,16
Itapuca 1(9)	32,09
Marques de Souza (11)	33,27
Mato Leitão (12)	25,41
Rio Pardo (15)	24,07
Venâncio Aires (23)	35,80

## 4.2 Inventário de ciclo de vida na produção de girassol

### 4.2.1 Atividades no cultivo de girassol

As atividades identificadas, apresentadas na Tabela 4 dividem-se principalmente em preparo, plantio e adição de adubo, tratos culturais e colheita. Em todas estas fases foram utilizados trabalhos mecanizados e com uso de tração animal e manual.

Tabela 4 - Dados médio das 23 lavouras experimentais - gastos de mão-de-obra (horas homem / ha) utilizadas nas atividades envolvidas no cultivo do girassol.

FASE	DESCRIÇÃO	Hora homem / ha
1	Preparo do solo	4,6
2	Plantio e aplicação de adubo	3,7
3	Tratos culturais	18,01
4	Colheita	35,1
<b>TOTAL</b>		<b>61,5</b>

Os resultados – médias gerais das 23 lavouras experimentais através de uso de tração animal e máquina agrícolas envolvidas em cada fase do plantio estão apresentadas na tabela 5.

Em todas as atividades mecanizadas foram utilizados tratores próprios ou alugados. Este aspecto é importante quando se considera os custos envolvidos em cada fase. Com trator alugado, ocorre um aumento do custo de produção, no entanto, o custo ambiental da atividade não muda. O menor uso de tratores é importante para a discussão da quantidade de CO<sub>2</sub> produzido com o uso de combustíveis fósseis.

Tabela 5 - Fase operacional - mecanização e tração animal na produção de girassol.

FASE	ATIVIDADES	UN	Qtde/ha
1	Trator próprio	horas	0,206
1	Trator próprio	horas	1,341
	Trator alugado	horas	0,206
1	Trator próprio	horas	1,915
	Trator alugado	horas	0,236
2	Trator próprio	horas	2,180
	Trator alugado	horas	0,236
3	Trator próprio	horas	0,059
3	Trator próprio	horas	0,059
3	Animais próprios	horas	6,541
	Trator próprio	horas	0,147
4	Trator próprio	horas	1,355
	Trator alugado	horas	0,206
4	Trator próprio	horas	1,061
	Trator alugado	horas	0,177
	Trator próprio	horas	0,442
	Animais próprios	horas	6,541
	Trator próprio	horas	8,765
	Trator alugado	horas	1,061
			<b>16,367</b>

#### 4.2.2 Uso de mão de obra

O uso de mão-de-obra familiar ou contratada na produção agrícola pode ser um dos motivos que leva a viabilidade da produção de grãos por uma propriedade familiar. Este é um aspecto relevante para que a produção de grãos ocorra na região do Vale do Rio Pardo e Taquari, onde a fomicultura apresenta-se como a principal atividade agrícola em vários municípios. Na Tabela 6 está detalhado o uso de mão-de-obra nas propriedades pesquisadas.

Tabela 6 - Caracterização da mão de obra utilizada na produção de girassol.

Município	Total de Pessoas Própria (Familiar)	Contratadas	Lavoura
1 Arvorezinha	6	3	manual
2 Barros Cassal	7	3	4 manual
3 Boqueirão do Leão	9	3	6 manual
4 Candelária	3	2	1 mecanizada
5 Doutor Ricardo	5	3	2 manual
6 Fontoura Xavier	1	1	mecanizada
7 Gramado Xavier	2	2	manual
8 Herveiras	3	2	1 manual
9 Itapuca-Agenor	4	3	1 manual
10 Itapuca-Delmi	2	2	manual
11 Marques de Souza	3	3	manual
12 Mato-Leitão	5	2	3 manual
13 Passo do Sobrado	1	1	mecanizada
14 Putinga	2	2	manual
15 Rio Pardo	1		1 mecanizada
16 Santa Cruz do Sul	1	1	mecanizada
17 Sérgio-Décio	4	3	1 manual
18 Sérgio-Irineo	4	2	2 manual
19 Sinimbu	2	2	mecanizada
20 Taquari	3	2	1 manual
21 Vale do Sol	2	2	mecanizada
22 Vale Verde	2	2	manual
23 Venâncio Aires	5	3	2 manual

O uso desta mão de obra está relacionado com a estrutura da propriedade, considerando que existem outras culturas na propriedade que também exigem cuidados. A propriedade agrícola na região fumicultora dos Vales tem em média 9 hectares (Afubra, 2006), sendo que a maioria destas áreas está destinada ao cultivo do tabaco, que exige, em determinados períodos uma concentração de mão de obra, o que interferiu na dedicação dos produtores na produção de girassol, uma vez que, todas as propriedades estudadas eram produtoras de Tabaco.

Acrescenta-se também que o emprego de mais mão de obra familiar na produção do girassol em pequena escala, interfere no custo da produção, podendo levar ou não esta cultura como uma alternativa para a região.

### 4.2.3 Mecanização

A principal fonte de potência utilizada foi o trator agrícola que, pode também ser responsável por um impacto ambiental maior do que o impacto direto da produção agrícola em geral a partir da produção manual.

O tempo de uso do trator utilizado pelos agricultores estão apresentados na Tabela 7. Observa-se nesta Tabela que alguns produtores utilizaram poucas horas, apenas para plantio enquanto que outros o usaram também na colheita mecanizada. O uso de mais horas de trator leva a um menor tempo de dedicação a cultura, porém não se traduz em maior produtividade, como mostra o gráfico da Figura 3.

Tabela 7 - Uso de trator na produção de girassol nas 23 propriedades experimentais.

Propriedades	Municípios	Tipo de trator		Horas trabalhadas(h)
		Trator	Ano	
1	Arvorezinha	MF 65X	1976	5,0
2	Barros Cassal	MF 275	1982	3,5
3	Boqueirão do Leão	Valtra BM 110	2004	7,5
4	Candelária	MF 265	1997	8,0
5	Doutor Ricardo	Valtra 685	2005	6,5
6	Fontoura Xavier	Valmet 65	1976	14,0
7	Gramado Xavier	Iamar 1040	1992	9,0
8	Herveiras	Valmet 65	1980	9,0
9	Itapuca-Agenor	MF 265	1984	1,5
10	Itapuca-Delmi	desconhecido		1,5
11	Marques de Souza	CBT 1065	1974	7,5
12	Mato-Leitão	Valmet 68	1992	6,5
13	Passo do Sobrado	MF 275	1982	7,5
14	Putinga	New Holland TL 75	1995	7,5
15	Rio Pardo	MF 50X	1964	4,5
16	Santa Cruz do Sul	MF 85	1985	6,0

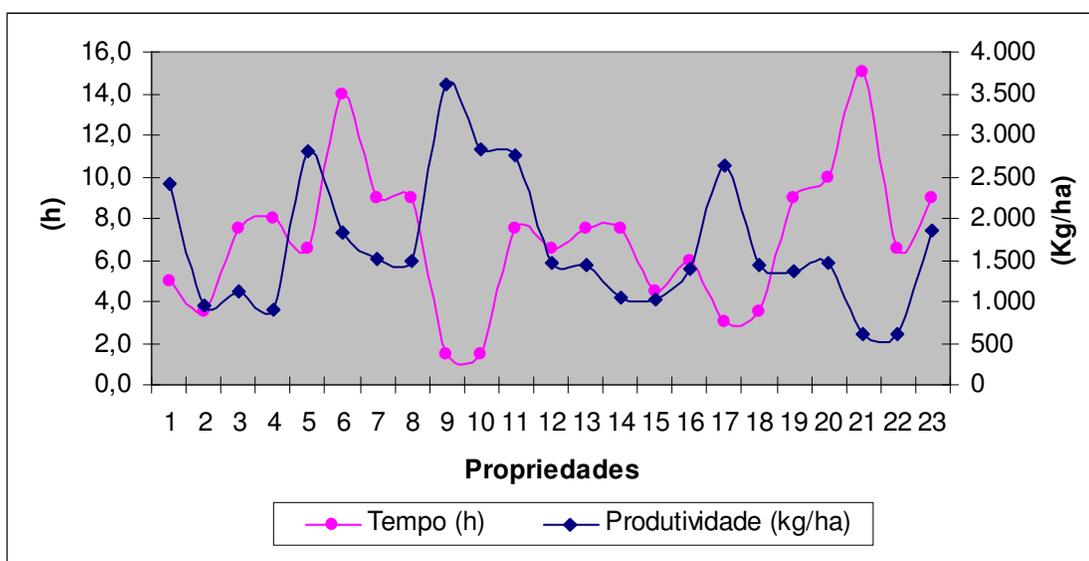
continuação

17	Sério-Décio	Valmet 65	1976	3,0
18	Sério-Irineo	Valmet 65	1988	3,5
19	Sinimbu	MF 265	1984	9,0
20	Taquari	MF 275	1984	10,0
21	Vale do Sol	MF 265	1996	15,0
22	Vale Verde	MF 275	1984	6,5
23	Venâncio Aires	MF 275	2004	9,0

**Média de Horas Trabalhadas c/ Trator**

7,0

\* Tempo em horas utilizado nas lavouras



**Figura 3 -** Representação gráfica da comparação entre a produtividade e tempo de uso de tratores na produção de girassol nas 23 lavouras experimentais.

Resultados como este, mostram que é possível uma boa produtividade com pouca mecanização, o qual contribui para a redução do impacto ambiental da produção agrícola, associado aos insumos e tratos da cultura.

#### 4.2.4 Insumos

Entre os insumos utilizados estão as sementes, fertilizantes e pesticidas. Todos os que foram utilizados, com suas médias e valores envolvidos estão apresentados na Tabela 8.

O Girassol possui como característica natural à atração de insetos, estes muitas vezes, de ação benéfica à planta. Podemos citar como exemplo a grande incidência de abelha Africana (*Apis mellífera adamson*) e também outras espécies de abelhas polinizadoras (melíferas) nas lavouras de girassol, principalmente no período de floração até a formação do capítulo (desenvolvimento dos grãos). Com o uso dos inseticidas durante a época de floração, ocorreu certo efeito repelente a ação das abelhas (polinização) e também com grande índice de mortalidade para estas espécies.

Foi observado, após a aplicação dos inseticidas um controle eficiente às pragas, principalmente em relação a incidência da Vaquinha (*Diabrotica Speciosa*) na fase inicial, pós emergência causadoras de prejuízos à lavoura de girassol e na fase final de desenvolvimento da cultura com o ataque da Lagarta Preta (*Chlosyne lacinia saundersi*).

O inseticida **Decis** foi utilizado com dosagens médias de aplicação de 215 ml/há, o inseticida **Lorsban** foi utilizado com dosagens médias de aplicação de 0,060 kg/há. O inseticida **Orthene** foi utilizado com quantidade média de aplicação de 0,029 Kg/há na fase inicial de plantio (pós-emergência) e o inseticida **Karate**, foi utilizado com quantidade média de volume de aplicação de 0,015 litros/há na fase intermediária de desenvolvimento da cultura do girassol.

Como fase inicial de preparação das lavouras e pré-plantio, no sistema de plantio direto, foram utilizados como dessecante o **Glifosato** com volume médio de 1,120 litros/há sendo também utilizado como dessecante – lavouras pré-plantio o **Roundup** com volume médio de 0,206 litros/ha. Após emergência foi utilizado o herbicida **Post + Assist**, com um volume médio de 1,078 litros/ha.

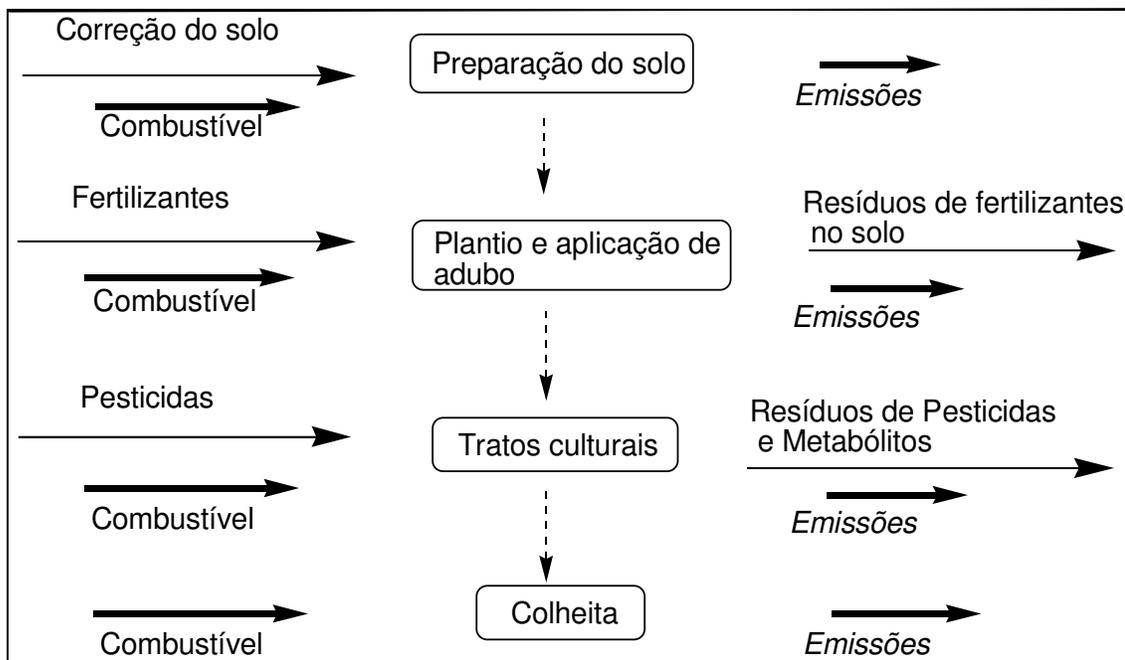
Tabela 8 - Média dos insumos utilizados na produção agrícola de girassol nas 23 lavouras experimentais.

DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE
Semente H250 Heliantus	Kg - ha	3,695
<b>FERTILIZANTES</b>		
Adubo 05-25-25	kg. - ha	168,709
Adubo especial Boro	kg. - ha	4,920
Superfosfato triplo	kg. - ha	55,981
Uréia	kg. - ha	162,345
<b>INSETICIDAS</b>		
Karate	Litro - ha	0,015
Orthene	kg. - ha	0,029
Lorsban	kg. - ha	0,059
Decis	Litro - ha	0,214
<b>HERBICIDA</b>		
Post + Assist	Litro - ha	1,078
<b>DESSECANTE</b>		
Glifosato	Litro - ha	1,120
Roundup	Litro - ha	0,206

### 4.3 Avaliação do impacto

#### 4.3.1 Cenários

Os cenários encontrados nas diferentes propriedades agrícolas permitem avaliar onde ocorre o maior impacto no ambiente, como pela ação da produção agrícola do girassol, conforme Figura 4, onde observa-se uma maior intensidade de aplicações e de resíduos nas etapas de plantio e de tratos culturais.



**Figura 4 - Cenário da produção de girassol.**

As lavouras 21 e 10 apresentaram uma produção de grãos muito diferente conforme Tabela 1 no item 4.1, no entanto, apresentam um cenário semelhante quanto ao que gerou na propriedade. A diferença entre estas duas propriedades com relação ao impacto ambiental gerado está na quantidade de insumos e nas horas de uso de trator.

Com base nos resultados encontrados, a lavoura que teve um menor impacto ambiental conforme o Cenário da Figura 4 foi a 3, porque usou menos combustível, pesticidas e fertilizantes químicos utilizados e aplicados – em relação à área por hectare lavoura de girassol.

Uma alternativa para a redução de impactos, seria ter um maior controle da análise e estrutura de solo. Em muitas lavouras, podemos observar o excesso de fertilizantes (adubação), como macronutrientes (NPK), onde estes altos índices já vêm da acumulação de lavouras anteriores (tabaco), onde na prática já é utilizado altas cargas de adubação por hectare.

Através do monitoramento contínuo dos níveis de adubação, poderia ser regularizada a taxa de adubo adicionada nas próximas lavouras, evitando que o

excedente seja erodido e lixiviado, onde neste caso é pouco aproveitado pela planta.

Em cultivos intensivos, as condições físicas do solo geralmente são deficientes, principalmente por causa da baixa atividade biológica, que ocorre em função da deficiente energia para a ação e crescimento dos microorganismos, isto é, biomassa. Portanto, é fundamental o fornecimento contínuo de biomassa para a recuperação física desses solos. (Müller e Vizzotto, 1999).

Outra alternativa seria a reestruturação do solo através do uso de maiores quantidades de adubação orgânica. Podemos observar, em média, baixos índices de Matéria Orgânica (M.O) nas lavouras.(Tabela 10)

A matéria orgânica (M.O) é a responsável pela manutenção da micro e mesovida no solo e a bioestrutura e produtividade do solo baseiam-se na sua presença (Primavesi, 1990). A matéria orgânica no solo tem várias funções benéficas. Do ponto de vista físico, destacam-se os aumentos da porosidade, infiltração, retenção de água e resistência à erosão; redução do período de encharcamento, compactação do solo e variações de umidade e temperatura do solo. Do ponto de vista biológico os aspectos positivos são: aumento da vida no solo, maior enraizamento e maior resistência das plantas a secas, doenças e pragas, e aumento do sabor e período de conservação dos alimentos produzidos, além de ser uma fonte de nutrientes para o solo. No aspecto químico, a matéria orgânica aumenta a capacidade de troca de cátions, favorecendo o aproveitamento de adubos minerais e diminuindo o risco de salinização (Müller e Vizzotto, 1999).

A rotação de diferentes lavouras, como por exemplo, o uso de gramíneas e leguminosas também seria uma alternativa importante para um maior equilíbrio e controle natural de pragas e incidência de insetos maléficos sobre as lavouras de girassol.

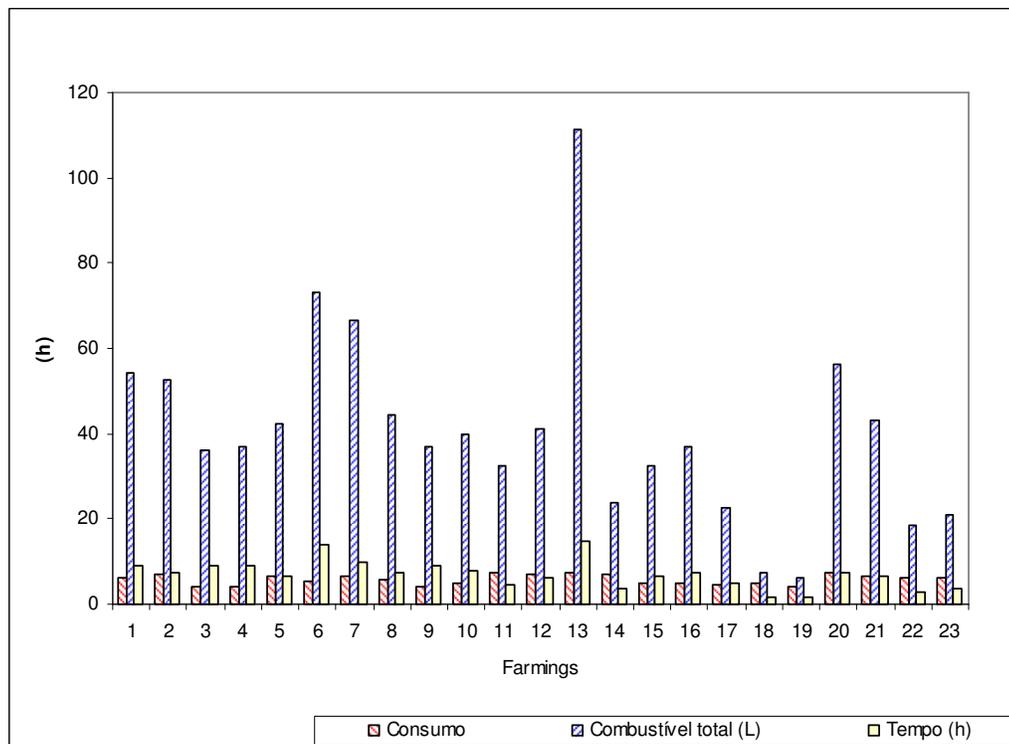
A rotação e a consorciação de culturas, além de favorecerem um melhor aproveitamento dos nutrientes e água, diminuem a ocorrência de pragas e doenças. A utilização de plantas com sistemas radiculares diferentes deixa no solo canais de diferentes espessuras e comprimentos que favorecerão seu arejamento. A rotação deve ser planejada, escolhendo plantas que sejam companheiras,

utilizando aquelas de famílias diferentes, usando leguminosas para repor o nitrogênio do solo (Müller e Vizzotto, 1999).

### 4.3.2 Impacto da produção de girassol

A avaliação do impacto da produção do girassol em pequenas propriedades foi realizado de forma comparativa, buscando identificar as condições de plantio de girassol menos impactante e quais as medidas que poderiam ter sido tomadas para reduzir este impacto. Parte-se do princípio que toda produção agrícola é impactante e que dentro de uma expectativa de crescimento deve se buscar o menor impacto.

Este impacto está relacionado, entre outros aspectos, com a queima ou combustão de combustíveis fósseis durante as etapas de produção agrícola. O consumo de combustíveis ocorrido em cada propriedade está apresentado na Figura 5 e leva em consideração todas as máquinas utilizadas.



**Figura 5 -** Quantidade de combustível utilizada nas 23 propriedades agrícolas experimentais.

Observa-se pelo gráfico da Figura 5 que as propriedades 6 e 13 foram as que apresentaram um maior consumo de combustível. Comparado a dados apresentados anteriormente, nestas propriedades houve o maior uso de mecanização, porém a produtividade em grãos foi baixa. Desta forma, estas lavouras experimentais foram as mais impactantes em relação aos parâmetros aqui considerados.

Destaca-se a lavoura experimental 9 por ter tido uma alta produtividade e um consumo menor de combustível, conforme Anexo B, através do comparativo entre as lavouras.

Outro aspecto importante é a necessidade de regulação dos motores e uso de equipamentos que tenham baixa taxa de consumo de combustível. Este é um dos fatores que poderiam ter contribuído para que nestas propriedades houvesse menos emissões produzidas durante a combustão dos combustíveis.

#### **4.3.3 Emissões atmosféricas**

As emissões atmosféricas e liberação dos gases do efeito estufa, produzidos nas lavouras experimentais foram determinadas, em função das atividades desenvolvidas, comparando a sua potencialidade.

As emissões provocadas pela produção agrícola de girassol estão relacionados na queima, degradação de fertilizantes e uso de substâncias voláteis, como pesticidas. (Venturia e Venturia, 2003).

Desta forma, as emissões esperadas são CO<sub>2</sub>, material particulado, Carbono Orgânico Volátil (COV), NH<sub>3</sub>, pesticidas e outros.

Por ser obtido a partir do petróleo, o óleo diesel apresenta já no seu processo de obtenção um impacto ambiental negativo referente ao uso de recursos naturais, neste caso, não renováveis. Além disso, durante a sua utilização nos motores endotérmicos para as mais diversas finalidades, a queima do óleo diesel apresenta outro impacto ambiental negativo promovido pelas emissões atmosféricas liberadas por estes motores.

Tratores, bem como, automóveis, ônibus e caminhões, emitem diariamente grandes quantidades de CO, NO<sub>x</sub>, HC e outros poluentes na atmosfera. Ao serem liberados, estes poluentes se dispersam na atmosfera, podendo ocorrer em maiores ou menores concentrações em função das condições meteorológicas, da sua origem (combustível) e dos padrões de emissão (Gokhale e Khare, 2006).

Alguns países já possuem algumas estratégias para controlar e/ou reduzir estas emissões. É o caso, por exemplo, da China, onde algumas medidas foram introduzidas para regular a construção de estradas e o planejamento do tráfego, além do controle das emissões em veículos novos e já em uso, melhorias na qualidade do combustível e incentivo fiscal. Além destas medidas, um programa adequado de inspeção e manutenção veicular voltado para as emissões atmosféricas poderia reduzir significativamente os índices de emissões de CO e HC na China, segundo estudo da Universidade de Tsinghua (Faiz et al. 2005).

No Brasil, o problema é verificado com maior intensidade das regiões metropolitanas. A alta concentração de indústrias, associada ao grande fluxo de veículos acarreta numa grande quantidade de hidrocarbonetos, materiais particulados e outros compostos lançados na atmosfera. Segundo Martins (2002), em pesquisa realizada no final da década passada, os índices de O<sub>3</sub>, CO e material particulado na cidade de São Paulo ultrapassaram os limites anuais nos anos 1996, 1997 e 1998 e houve um elevado número de casos de problemas respiratórios existentes na região no mesmo período.

Este quadro não é observado nas regiões agrícolas, no entanto, as áreas agricultáveis também são responsáveis por emissões atmosféricas. A principal ação antropogênica nas regiões agrícolas que levam a produção de emissões atmosféricas é a queimada, que nas lavouras experimentais de produção de girassol não se realiza tal prática.

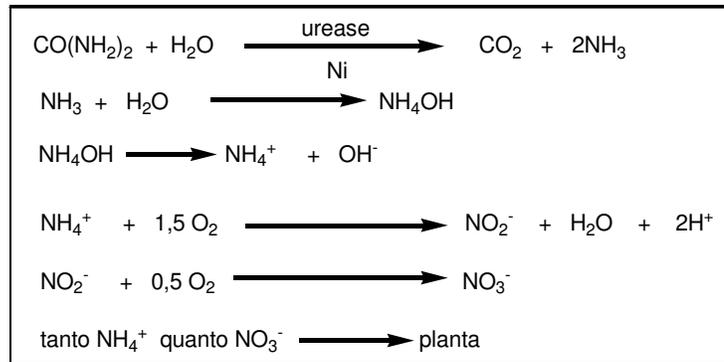
Nas lavouras experimentais, foram observados o uso de fertilizantes que potencialmente produzem compostos nitrogenados para o ambiente. Segundo modelos matemáticos desenvolvidos por Yan et al (2004) um fertilizante no solo pode chegar a produzir 0,71% em NO. Do total de lavouras acompanhadas, a quantidade de fertilizantes adicionada dependeu da análise de solo prévia, sendo que a contribuição para a formação destes gases, nas lavouras que receberam

maior quantidade de fertilizantes dependem da necessidade nutricional da planta. As emissões de NOx vão depender principalmente das quantidades adicionadas ao solo antes do plantio. A Tabela 9 apresenta a quantidade de fertilizantes e uréia adicionados, bem como o pH do solo e a capacidade de troca catiônica (CTC).

Quanto ao uso de uréia no solo, sabe-se que pode contribuir para a presença de amônia na atmosfera (NH<sub>3</sub>) (Figura 6). A volatilização de amônia leva a menor eficiência do fertilizante na superfície do solo. Isto se deve principalmente a pH (do solo) elevado e baixa capacidade de troca catiônica do solo. (Silva et al., 2000)

Tabela 9 - Fertilizantes utilizados na produção de girassol em cada uma das lavouras experimentais relacionado as condições de pH e de capacidade de troca catiônica (CTC) do solo.

Propriedade	Adubo (kg-ha)	Superfosfato triplo	Uréia (kg - ha)	pH do solo	CTC (cmol L <sup>-1</sup> )
1	140,85	140,85	211,26	5,4	11,2
2	187,50	---	62,50	5,9	6,1
3	111,11	---	110	5,8	28,2
4	111,11	---	166,00	5,8	13,8
5	178,57	89,28	267	5,9	38,8
6	150	50	100	5,7	33,1
7	160	---	214	5,2	10,2
8	141,25	---	131,25	6,3	29,1
9	170,45	113,63	170,45	4,8	15,1
10	241,93	161,29	241,93	5,1	13,5
11	319,00	---	319,00	5,6	6,7
12	187,50	---	187,50	5,3	20,7
13	153,85	---	230,76	5,9	18,9
14	133,33	---	133,33	5,6	13,5
15	91,74	91,74	137,61	5,8	13
16	168,53	56,18	224,71	5,7	5
17	151,51	75,75	151,51	5,5	17,8
18	86,20	43,1	86,20	5,2	12,6
19	375,00	---	125	4,8	13,7
20	214,28	---	142,00	5,4	14,8
21	72,92	153,84	115,38	5,9	8,1
22	306,12	102,04	204,08	5,1	18,2
23	144	65	150	5	18,4

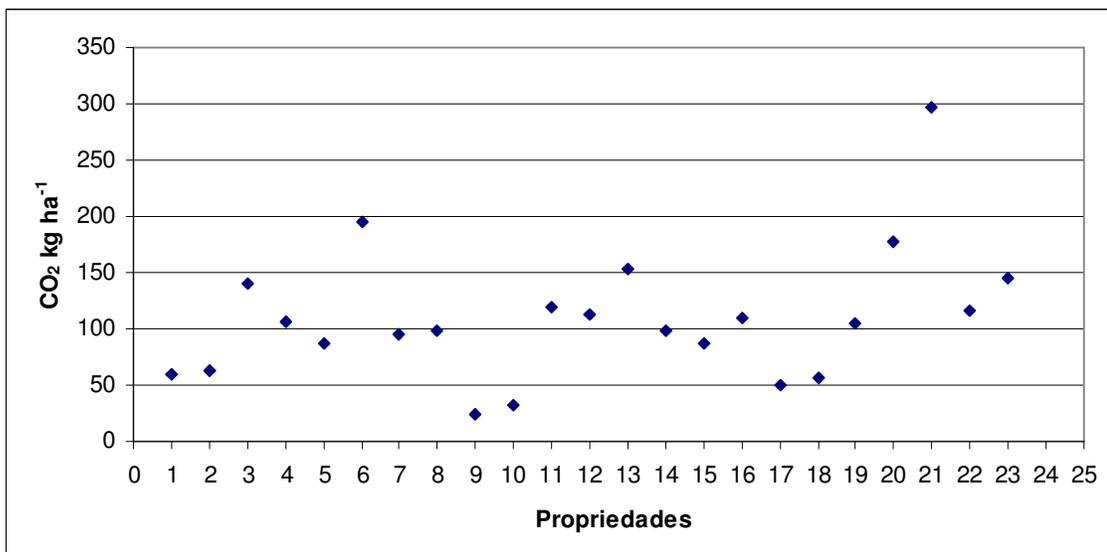


**Figura 6 -** Reações de transformação de uréia no solo.

Fonte Ibict, 2008

A análise da tabela, permite destacar que a quantidade de uréia adicionada e as condições do solo além da carga de adubo, verifica-se que a emissão de  $\text{NH}_3$  ocorreu, sendo que a propriedade 22, foi uma das mais impactantes.

Um dos aspectos relevantes da produção agrícola de girassol e de outras culturas é a quantidade de  $\text{CO}_2$  emitida devido aos tratos culturais necessários pelo uso de mecanização. Na Figura 7 estão os valores de  $\text{CO}_2$  emitido por hectare e por lavoura experimental, considerando a quantidade de combustível utilizado na mecanização.



**Figura 7 -** Emissões de  $\text{CO}_2$  por propriedade com relação ao consumo de diesel na produção de girassol.

As propriedades que mais usaram mecanização também foram as que produziram mais CO<sub>2</sub>, emitido para o meio ambiente, pela queima de combustível.

Desta forma a atividade de produção agrícola de girassol, primeira etapa da cadeia produtiva do biodiesel de óleo de girassol pode ser menos agressiva ao meio ambiente, se houver um menor consumo de combustíveis fósseis. Alternativas a isso é a produção em pequena escala, que pode ser realizada com trabalho manual em comparação a produção em grande escala. Neste sentido, o ganho ambiental da produção de biodiesel para auto-consumo é real, uma vez que na propriedade é possível deixar de comprar diesel para produzir e usar o biodiesel produzido a partir do óleo de girassol, assim reduz ainda as emissões, já que, o uso de biodiesel leva a redução de CO<sub>2</sub>, considerando a captura deste componente da atmosfera durante a etapa de crescimento da planta que será utilizada para produção do biodiesel.

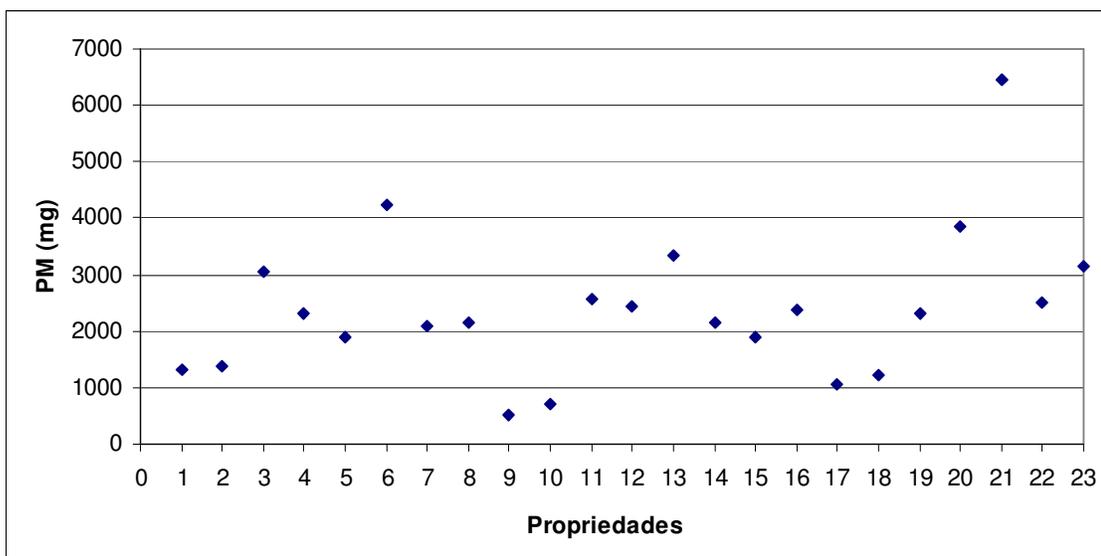
Segundo a Agência de Proteção ambiental dos Estados Unidos (EPA) com a lavoura experimental 21 são produzidos CO<sub>2</sub> equivalente ao que é capturado por 7,7 coníferas em crescimento durante 10 anos e o CO<sub>2</sub> produzido na lavoura 9, que utilizou uma quantidade menor de combustível equivale ao que é capturado por 0,61 coníferas em crescimento durante 10 anos. Considerando esta forma de equivalência que segundo a EPA pode ser feito outras equivalências, entende-se que, o impacto, mesmo em lavouras pequenas deve ser reduzido. E que da lavoura 21 para a 9, encontra-se um índice 10 vezes maior de emissão de CO<sub>2</sub>, para a mesma área cultivada e aproximadamente a mesma produtividade em grãos.

A concentração de CO<sub>2</sub> emitido na queima de combustíveis por lavoura também traduz a contribuição destas lavouras para o aquecimento global.

Quanto a emissão de material particulado, conforme Porte (2008) o diesel emite 58 mg por litro. Utilizando esta informação pode-se construir o gráfico da Figura 8 que apresenta o potencial de formação de material particulado durante a produção de girassol nas lavouras experimentais.

Observa-se também que o incentivo a produção de girassol em pequena escala para a produção de biodiesel também é positiva devido a redução de 54,9% nas emissões de material particulado, quando é utilizado o biodiesel. (Porte, 2008)

Em relação ao balanço de trocas gasosas CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> e danos relacionados à destruição a camada de ozônio, o plantio de girassol comporta-se de forma “positiva”, principalmente relacionados aos níveis elevados de absorção de CO<sub>2</sub> e liberação de O<sub>2</sub>, no seu processo natural – fotossíntese e desenvolvimento da cultura – crescimento vegetativo.



**Figura 8** - Potencial de produção de material particulado nas lavouras experimentais.

Nas emissões causadas pelo uso dos pesticidas, existe a potencialidade de que ocorram, no entanto, não há uma medida da mesma e a potencialidade também não pode ser calculada de forma generalizada, pois as moléculas de pesticidas são mais complexas e descrevem um comportamento instável no ambiente, pois a emissão do pesticida varia com o tempo e com as condições a que foi exposto. (Silva et al., 2007).

Destaca-se que ao usar pesticidas como Jensen e Andersen (2008) a emissão vai ocorrer, no entanto, não foi quantificada neste trabalho. Além disso, as emissões podem ser produto da degradação destes pesticidas no solo. (Estévez et al. , 2008)

#### 4.3.4 Resíduos no solo

Os resíduos no solo estão relacionados a quantidade de insumos adicionados antes do plantio e que não foram absorvidos pela planta e ao que ficou da planta após colheita.

O material que ficou da planta após colheita, constituiu-se em um material orgânico que ao ser novamente incorporado ao solo pôde devolver nutrientes e é uma forma de preparar o solo para outras culturas.

A avaliação da presença de resíduos no solo provenientes da adição de insumos foi realizada com base na análise de solo de três lavouras, antes e depois do plantio, apresentada na Tabela 10.

Tabela 10 - Análise de solo de três propriedades experimentais antes e após plantio de girassol.

Parâmetros analisados	1		2		3	
	antes	depois	antes	depois	antes	depois
<b>pH</b>	6,2	6	6,5	6,8	5,7	5,6
<b>P</b> (mg L <sup>-1</sup> )	27	11	4	5	40	13
<b>K</b> (mg L <sup>-1</sup> )	294	76	122	138	196	86
<b>M.O.</b> (%)	1,8	1,8	1,9	1,6	2,1	2,4
<b>Al</b> (cmol L <sup>-1</sup> )	0	0	0	0	0	0
<b>Ca</b> (cmol L <sup>-1</sup> )	6,9	4,4	20,5	27	8,6	5
<b>Mg</b> (cmol L <sup>-1</sup> )	4,4	1,8	9,9	7,6	2,2	1,7
<b>CTC</b> (cmol L <sup>-1</sup> )	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2
<b>% SAT. da CTC</b>	Bases: 84,3	Bases: 69,5	Bases: 93,4	Bases: 95,5	Bases: 78,5	Bases: 61,2
<b>S</b> (mg L <sup>-1</sup> )	6,2	0,1	4,4	0,5	7,7	0,1
<b>B</b> (mg L <sup>-1</sup> )	0,3	0,5	0,4	0,3	0,1	0,4
<b>CTC</b> (cmol L <sup>-1</sup> )	13	9,2	32,9	36,6	14,4	11,3

De acordo com os resultados das análises de solo, se observa uma correlação significativa entre o teor de MO do solo e o teor total de N adicionados (Kramer, Moll e Nonhebel, 1998), que contribuem de forma positiva para o crescimento das lavouras de girassol.

Pode ser considerada ainda, como fator negativo, com impactos ao meio ambiente, a utilização de dosagens excessivas relacionados ao nitrogênio (amônia - sintetizada) através da utilização de uréia, principalmente no estágio de pós-

emergência nas lavouras, com grande potencial de volatilização e acidificação do solo.

Segundo Anghinoni (1985), em média considera-se que 1 a 3% da MO é mineralizada durante o ano, porém esta estimativa não pode ser considerada como parâmetro, uma vez que o método de análise da MO do solo não leva em consideração a possibilidade de mineralização desta. Logo, os valores obtidos não servem como indicadores do grau de suficiência do solo em nitrogênio.

A mineralização da MO e a liberação do N no solo dependem de vários fatores edáficos, climáticos e de manejo do solo que são difíceis de serem equacionados e acoplados ao critério de interpretação dos resultados de MO, tendo em vista a possibilidade de fornecimento de nitrogênio para uma determinada cultura. Desta forma, sabe-se que neste trabalho, aqueles solos com maior quantidade de matéria orgânica são aqueles que necessitam de menos adição de fertilizantes. (Anghinoni, 1985).

De acordo com Souza e Lobato (2002), o solo ideal deve conter 5% de matéria orgânica e desta forma, os solos das lavouras experimentais são considerados de baixo teor de matéria orgânica, recorrendo em uma ação que pode ser negativamente impactante, devido a adição de insumos.

Segundo Anghinoni (1985), nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, o teor de MO do solo é utilizado como indicador da disponibilidade de N e é empregado para recomendação de N para várias culturas (arroz de sequeiro e irrigado, aveia, canola, centeio, cevada, feijão, girassol, linho, milho, girassol, nabo, painço, sorgo, trigo e tritcale, forrageiras, hortaliças, inclusive frutíferas. Pode-se observar que este fator influencia na produtividade das culturas como observado na Tabela 11.

Tabela 11 - Avaliação das análises de solo comparado as condições de plantio utilizadas e a produtividade obtida.

Propriedades-Lavouras	pH	P (mg L <sup>-1</sup> )	K (mg L <sup>-1</sup> )	M.O. (%)	CTC cmolc-	% SAT. da CTC Bases	Adubação NPK 5-25-25	Adubação - N - Uréia	Adubação Complementar - P- SFT	Área- ha	Produtividade em grãos Kg/ha
1	5,4 - Baixo	47 - Muito Alto	156 - Muito Alto	3 - Média	11,2 Média	60,7 - Baixo	100	150	-----	0,8	<b>950</b>
2	5,6 - Médio	50 +- Muito Alto	150 - Muito Alto	1,7 - Baixa	6,7 - Médio	53,5 - Baixo	100	150	-----	0,9	<b>911</b>
3	5,3 - Baixo	6 - Baixo	242 - Muito Alto	3,0 - Médio	20,7 - Alto	76,4 - Médio	100	100	100	0,75	<b>1.053</b>
4	5,9 - Médio	50 +- Muito Alto	164 - Alto	1,9 - Baixo	18,9 - Alto	86,9 - Muito Alto	150	150	-----	0,47	<b>2.766</b>
5	5,6 - Médio	25- Muito Alto	252- Alto	2,4 - Baixo	13,5 - Alto	74,4 - Muito Alto	100	150	-----	0,7	<b>1.513</b>
6	5,8 - Médio	15- Medio	260- Muito Alto	2,1 - Baixo	13,0 - Médio	78,2 - Médio	100	150	100	1,09	<b>1.035</b>
7	5,5 Médio	5- Muito Baixo	114- Muito Alto	1,2 - Baixo	17,8- Médio	84,2 - Médio	100	150	200	1,3	<b>619</b>
8	5,2- Baixo	15- Medio	160- Muito Alto	2,1 - Baixo	13,0 - Médio	78,2 - Médio	150	150	-----	0,8	<b>1.454</b>
9	4,8- M. Baixo	10- Medio	162- Muito Alto	2,2 - Baixo	13,7 - Médio	29,3 - Muito Baixo					
10	5,4- Baixo	26- Muito Alto	236- Muito Alto	3,2- Médio	14,8 - Médio	58,1- Baixo	100	100	-----	0,9	<b>1.457</b>
11	5,9- Médio	6- Muito Baixo	26- Baixo	1,6- Baixo	8,1 - Médio	Bases: 74,9- Baixo	200	100	200	1,0	<b>1.863</b>
12	5,9 - Médio	50 + - Muito Alto	172 - Muito Alto	1,4 - Baixa	6,1 - Médio	59,7 - Baixo	100	100	-----	0,65	<b>1.446</b>
13	5,1- Baixo	24- Muito Alto	206 - Muito Alto	2,9 - Média	18,2 - Alto	69,9- Médio	150	100	-----	0,7	<b>1.457</b>
14	5,0- M. Baixo	24- Muito Alto	340 - Muito Alto	2,6 - Média	18,4 - Alto	70,0- Médio	75	75	-----	0,31	<b>3.613</b>
15	5,5 - Alto	10- Médio	260 - Muito Alto	2,5 - Baixo	20,1- Alto	82,4- Alto	75	75	-----	0,44	<b>2.818</b>
16	5,8 - Médio	11 - Médio	286 - Muito Alto	3,2 - Média	28,2 - Alto	87,7 - Muito Alto	300	100	-----	0,8	<b>1.373</b>
17	5,8 - Médio	23 - Alto	214 - Muito Alto	2,1 - Baixo	13,8 - Médio	80,1- Muito Alto	100	150	50	0,56	<b>2.804</b>
18	5,9 - Médio	29 - Alto	236- Muito Alto	1,9 - Baixo	38,8- Alto	89,9- Muito Alto	50	50	25	0,58	<b>1.431</b>
19	5,9 - Médio	20 - Médio	200- Muito Alto	2,3 - Baixo	10,2- Médio	61,9 - Baixo	50	50	25	0,33	<b>2.636</b>
20	5,7 - Médio	6 - Baixo	226- Muito Alto	2,3 - Baixo	33,1- Alto	86,6- Muito Alto	100	150	100	0,71	<b>2.423</b>
21	6,3 - Alto	8- Baixo	178- Alto	2,3 - Baixo	29,1- Alto	93- Muito Alto	150	100	50	0,49	<b>602</b>
22	4,8 – M. Baixo	36 - Alto	118 - Alto	3,1 - Médio	15,1- Alto	35,8- Muito Baixo	150	100	50	1,0	<b>1.830</b>
23	5,1 - Baixo	21- Alto	172 - Muito Alto	2,7 - Médio	13,5 - Médio	64 - Baixo	113	105	-----	0,8	<b>1.500</b>

#### 4.3.4.1 Uso de pesticidas

O uso de pesticidas como herbicidas e inseticidas, é um dos responsáveis pelo índice de toxicidade do solo. Isto se deve aos resíduos que ficam após a etapa de desenvolvimento e colheita da cultura.

Entre os inseticidas e herbicidas utilizados nas lavouras experimentais de girassol, não foram utilizados pesticidas de classes toxicológicas mais agressivas ao meio ambiente e, sempre que possível, foram evitados, conforme recomendações feitas durante a etapa de orientação dos produtores.

Quando necessário, tanto os herbicidas como os inseticidas foram utilizados em quantidades e dosagens recomendadas pelos profissionais técnicos da área (receituário agrônomo) e conforme dosagens padrão recomendados pelas empresas e laboratórios fornecedores dos produtos utilizados nas lavouras.

Pelo controle de pragas, os inseticidas têm uma influência direta sobre o rendimento da cultura de girassol, como, índices “positivos” no aumento da produtividade, e crescimento vegetativo, no entanto podem potencialmente ter impacto negativo sobre o solo e lençol freático (água) nas quantidades – dosagens utilizadas.

Os pesticidas utilizados e suas quantidades médias adicionadas em cada lavoura estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Quantidade média de pesticidas adicionadas nas lavouras experimentais.

	<b>INSETICIDAS</b>	<b>Unidade</b>	<b>Qtde/ha</b>
Karate		litro	0,015
Orthene		kg.	0,029
Lorsban		kg.	0,059
Decis		litro	0,214
	<b>HERBICIDAS</b>		
Post + Assist		litro	1,078
	<b>DESSECANTES</b>		
Glifosato		litro	1,120
Roundup		litro	0,206

Segundo Spadotto e Ligo (1995), o impacto de pesticidas, como os herbicidas mantém uma estreita relação com a sustentabilidade ambiental e em situações como das 23 lavouras experimentais, podem causar impactos diretos ou indiretos, o que depende de quantidade e da natureza do pesticida, uma vez que, eles podem, ao final do plantio, ter sido totalmente degradados, não sendo um resíduo persistente ao solo. No entanto, durante a permanência no solo, mesmo que por um período curto, o impacto sobre a biota é intrínseco (direto) e negativo.

Conforme Tabela 12, entre os pesticidas utilizados, podemos caracterizá-los quanto aos danos causados ao meio ambiente e riscos de toxicidade em:

Karate Zeon 50 CS: Inseticida Piretróide de controle e ingestão, classe III. Mediamente tóxico, porém, conforme classificação, perigoso ao meio ambiente (classe II).

Orthene 750 BR: Inseticida acaricida sistêmico, pouco tóxico (classe IV). Porém também é caracterizado como sendo perigoso ao meio ambiente (classe II).

Lorsban 480 BR: Inseticida – acaricida, organofosforado, não sistêmico. Apresenta classe toxicológica II (altamente tóxica), e classificação quanto ao potencial de periculosidade ambiental perigoso (classe II).

Decis 25 CE: Inseticida Piretróide de controle de lagartas, classe III. Mediamente tóxico, porém, conforme classificação, perigoso ao meio ambiente (classe II).

Foi utilizado também como Herbicida Post +Assist, aplicados logo após emergência do girassol nas lavouras experimentais.

Como Dessecante nas lavouras, foi utilizado os herbicidas Roundup-Glifosato, no controle das plantas infestantes de folhas longas e estreitas.

Podemos enquadrar os pesticidas utilizados e suas respectivas dosagens de aplicação como sendo “adequados” de acordo com os profissionais da área e baseados em níveis toxicológicos toleráveis ao meio ambiente, de acordo com receituário agrônomo, legislação vigente sem restrições de uso e aplicações para as lavouras.

Porém, de acordo com dados de especificação e caracterização dos próprios fabricantes, estes classificando como sendo “defensivos químicos” com princípios ativo com moderada persistência, entre 10 a 30 dias, e sendo altamente tóxicos a organismos aquáticos e altamente bioconcentrável em peixes.

Existe a preocupação, principalmente pelo fato de as regiões dos Vales apresentarem colônias de pesca, principalmente localizadas nos rios Jacuí e Taquari, acumulação em arroios próximos às lavouras e também açudes.

Existe também a preocupação em relação às altas taxas de concentração destes elementos químicos, por serem causadores e potenciais de características carcinogênicas através do uso e consumo humano (venda e pesca para mercados regionais, localidades ribeirinhas e pescadores).

#### **4.3.5 Consumo de energia em função da mecanização**

A produção agrícola de girassol por agricultura familiar e a energia envolvida neste processo produtivo é possível de ser discutida a partir da quantidade de energia envolvida no uso de tratores nas diferentes etapas. Sabe-se inicialmente que o uso de trator irá contribuir para emissões o que não ocorre nas atividades que foram realizadas apenas de forma manual.

Conforme Styles e Jones (2007) a análise de ciclo de vida na produção agrícola é expressa por hectare e por ano e em kWh de energia produzida e pode ser analisada conforme cada atividade inventariada nas propriedades, como mostra a Tabela 13. Isto contribui para poder identificar quais as atividades mais impactantes para o meio ambiente, com relação ao uso de combustíveis fósseis, nas lavouras de girassol estudadas.

A condição de produção de girassol com menor utilização de energia é da propriedade agrícola 9, que utilizou combustível apenas nas etapas de produção inicial e colheita e a lavoura que mais usou energia no processo foi a 21 porque usou o trator em quatro etapas do plantio (dessecação, gradeação, plantio e colheita).

Tabela 13 - Energia utilizada em cada etapa do plantio de girassol em todas as lavouras experimentais acompanhadas.

Energia (GJ)							
	Dessecação	Preparação do solo	Subsolagem	Gradeação	Plantio	Colheita	Total
1	0.26				0.23	0.29	0.78
2				0.40		0.38	0.78
3			0.46	0.46	0.40	0.29	1.60
4				0.29	0.29	0.29	0.86
5	0.29				0.29	0.29	0.86
6				0.18	0.14	0.57	0.90
7		0.23		0.23	0.23	0.23	0.92
8			0.26	0.26	0.24	0.17	0.94
9			0.34			0.11	<b>0.46</b>
10			0.46			0.11	0.57
11			0.40	0.40	0.34	0.21	1.36
12			0.40	0.34	0.40	0.34	1.49
13	0.40			0.43	0.43	0.46	1.72
14			0.29		0.27	0.29	0.85
15		0.40		0.40	0.40	0.46	1.66
16				0.40	0.40	0.38	1.18
17			0.46	0.34		0.26	1.06
18			0.46	0.46	0.23	0.23	1.37
19	0.17		0.23	0.23	0.17	0.38	1.18
20			0.38	0.43	0.43	0.29	1.52
21		0.46		0.46	0.46	0.33	<b>1.70</b>
22			0.40	0.40		0.34	1.15
23				0.36	0.30	0.38	1.04

Através da comparação no uso de mecanização a partir da quantidade de energia envolvida (consumo de diesel-horas-atividades) nas diferentes etapas para as lavouras experimentais de girassol, pode ser feita a Análise Eco-energética (AEE). Este tipo de análise relaciona as saídas (output) de energia diretamente utilizável pelo homem e suas entradas (input) de energia não gratuita incorporada ao processo produtivo. Notamos que a AEE exprime a tendência-eficácia produtiva dos inputs energéticos não gratuitos utilizados nas lavouras, designado também por rendimento energético.

Embora a AEE permita avaliar a eficiência de um sistema de produção - produto, ela não é suficiente para indicar qual é o mais ecologicamente desejável. De acordo com Vieira da Silva, citado por Pereira Filho (1991), certos produtos agrícolas possuem um valor próprio independente do seu equivalente energético (vitaminas, proteínas, características organolépticas), sendo portanto comum que um agro-ecossistema formado por esses produtos apresentem baixo rendimento energético. Dessa forma é necessário que na eficiência eco-energética também estejam embutidos critérios que possibilitem analisar a relação entre a gestão dos recursos energéticos e seus efeitos no meio ambiente. Sá (1999) também comenta que os produtos agrícolas com essas características devam ser “valorados”, monetária ou não monetariamente, em função dos serviços ambientais que prestam à sociedade.

Os sistemas agrícolas que reinvestem ou reciclam parte de sua produção dentro do próprio sistema além de serem mais estáveis às perturbações externas, requerindo menor grau de intervenção humana na forma de inputs industriais (característica fundamental para se identificar, sob o ponto de vista energético os agroecossistemas ecologicamente desejáveis), também contribuem para a manutenção das estruturas física e biológica dos solos.

Como recursos não gratuitos podemos considerar aqueles de origem externa às fronteiras do sistema de produção - lavouras, tais como: trabalho humano, trabalho animal (criados externamente), sementes adquiridas, eletricidade, máquinas, fertilizantes químicos, agrotóxicos, e como podemos ver na tabela 13, principalmente combustível (óleo diesel) utilizado para as diferentes etapas do ciclo de produção do girassol.

Notamos variações significativas nos valores (somatório) na energia (GJ) envolvida em todas as etapas do ciclo produtivo nas lavouras experimentais. Podemos ver diferença de 1,72 GJ (somatório) na lavoura 13 para 0,46 (somatório) lavoura 9.

Estas variações de consumo de energia são conseqüência na maior freqüência do uso do trator nas diferentes fases. Além de uma maior demanda de energia, tem também como conseqüência maior liberação de quantidades de CO<sub>2</sub>.

Neste caso, tem-se um maior ganho ambiental para as lavouras que utilizam sistemas manual, considerando o sistema baseado na agricultura familiar. A potência dos motores - tratores, também tem significado, uma vez que tratores de menor potência (CV) demandam menores quantidades de combustível – emissão. O uso de tração animal, para este caso, por se tratar de pequenas propriedades, seria uma alternativa ecologicamente positiva, também com o aumento da eficiência.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos resultados do estudo e análise das lavouras de girassol como matéria prima para produção de biocombustível para auto-consumo nas propriedades agrícolas, estas mostraram que pode sim, ser uma opção para os pequenos agricultores dos Vales do Rio Pardo e Taquari também como fonte de renda e para sustentabilidade ecológica da produção e uso do biodiesel.

O Girassol (*Helianthus annuus* L), variedade H-250 mostrou-se adaptável às condições climáticas. Porém, demonstrou ser sensível à incidência de geadas com semeaduras realizadas entre os períodos dos meses de agosto e setembro, tendo como conseqüência a queda de produtividade. Para isto, é recomendado a semeadura, a partir do mês de setembro. Foi comprovado a resistência da cultura do girassol para períodos de déficit hídrico, com períodos de estiagem prolongada.

Com base no inventário realizado durante a produção de girassol nas 23 propriedades, constatou-se a preocupação em relação ao consumo de combustível e liberação de CO<sub>2</sub>, com significativa contribuição para o aumento do impacto do aquecimento global, principalmente no uso de tratores de alta potência (consumo de óleo diesel) no preparo do solo para plantio e tratos culturais e também colhedoras e máquinas de trilha para colheita e limpeza das sementes de girassol.

O consumo de fertilizantes (NPK) e agrotóxicos associados ao plantio, tratos culturais e colheita principalmente com o uso de adubação nitrogenada e fósforo em níveis elevados através da conseqüente lixiviação e volatilização do nitrato de amônia (NH<sub>3</sub> - Uréia) e também do Superfosfato Triplo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) mostram a preocupação em relação aos possíveis danos – potenciais de impactos negativos, como a acidificação do solo e eutrofização dos recursos hídricos.

Através de uma análise geral, o sistema de produção agrícola de girassol para fins de produção de biocombustível e consumo na propriedade apresentou um balanço energético positivo, com baixos níveis de impactos e danos ao meio ambiente.

Estes baixos níveis de impactos e danos podem ser atribuídos a mão-de-obra empregada, com o baixo uso tratores agrícolas (alta potência-consumo óleo diesel) e também implementos mecanizados. Podemos destacar a colheita manual (com uso de mão-de-obra familiar) e também nas operações de tratos culturais com uso de tração animal (capinas, aplicação de adubos e agrotóxicos), com baixos níveis de consumo energético e liberação de CO<sub>2</sub>. Outro fator que pode ser considerado como ganho ambiental, é o uso de adubação natural orgânica, como esterco animal (bovino, suíno, caprino, ave), com gradativa substituição ao uso de adubos químicos sintetizados. Estes adubos orgânicos são freqüentemente utilizados nas lavouras pelos produtores dos Vales, principalmente por apresentarem baixo custo através do processo de compostagem e também como forma de utilização-destino, evitando assim, sua contaminação através do seu lançamento in-natura em arroios e rios mais próximos localizados às propriedades (criadouros).

O biocombustível produzido na propriedade, também se torna importante pela possibilidade de uso, através da transformação da sua matéria prima em biodiesel e alternativa de uso nos tratores e maquinários agrícolas por parte dos produtores, principalmente pela produção de um combustível “mais limpo”, sendo esta uma energia renovável e com baixos índices de emissão de poluentes e gases tóxicos nocivos ao meio ambiente.

## TRABALHOS FUTUROS

- Realização da análise de ciclo de vida utilizando software adequados para este fim.
- Fazer um estudo de viabilidade econômica envolvendo a etapa de produção de biodiesel.
- Avaliar outros usos para o girassol e sub-produtos nas propriedades.
- Impactos com uso biocombustível em equipamentos (tratores) na pequena propriedade.

## REFERÊNCIAS

1. Abreu Jr, H. Práticas alternativas de controle de pragas e doenças na agricultura: Coletânea de receitas. Campinas: EMOPI 1998, 111p.
2. Adriaanse, A. Environmental policy performance indicators. The Hague, Nederland: Infoplan, 1993. 175p.
3. Agência Nacional do Petróleo – ANP – <http://www.anp.gov.br>
4. Almeida, J.. Navarro, Z. Reconstruindo a agricultura: idéias e ideais nas perspectiva de um desenvolvimento rural sustentável. - Porto Alegre: Editora de Universidade/UFRGS, 1997.
5. Alternative Fuels Data Center – AFDC – [www.afdc.doe.gov](http://www.afdc.doe.gov)
6. Altieri, M.A. AGROECOLOGIA: A dinâmica produtiva da agricultura sustentável. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1998.
7. Altieri, M.A., Masera, O. Desenvolvimento rural sustentável na América Latina: construído de baixo para cima. In: Reconstruindo a agricultura: idéias e ideais nas perspectiva de um desenvolvimento rural sustentável/organizado por Jalcione Almeida e Zander Navarro. - Porto Alegre: Editora de Universidade/UFRGS, 1997.
8. Alves, S. Controle microbiano de insetos. São Paulo: Manole, 1986. 407 p.
9. Niederl-Schmidinger, A. Narodoslawsky, M. Life Cycle Assessment as an engineer's tool; Institute for Resource Efficient and Sustainable Systems, Graz University of Technology, 2006.
10. Avraamides M., Fatta D., Resource consumption and emissions from olive oil production:a life cycle inventory case study in Cyprus , Department of Civil and Environmental Engineering, University of Cyprus, 75 Kallipoleos Street, 1678 Nicosia, Cyprus 2007.

11. Barton et al., 1996; Weitz et al., 1999; White et al., 1999. Environmental life cycle assessment (LCA), a system analysis tool that has been recently applied to MSW management; . Life cycle assessment for waste management. Waste Management 16 (1-3), 35–50.
12. BAYER S.A. A integração na agricultura: a era das medidas isoladas já passou. Correio Agrícola, São Paulo, jan-jun 1999. P. 3-5 (semestral)
13. Bertol, I. & COGO, N.P. Terraceamento em sistemas de preparo conservacionista do solo: um novo conceito. Lages, NRS-SBCS, 1996. 41p. (Boletim Técnico, 2).
14. Boguski, T.K.et al. General mathematical models for LCI recycling. Resources, conservation and recycling, Amsterdan, Nederland, V. 12, n.3, 1994. pp.147-163.
15. Bollmann, H.A & Marques, D.M. Bases para a estruturação de indicadores de qualidade de águas. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, V.5, n.1, jan.-mar.2000.pp.37-60.
16. Bracagioli Neto. A (Org.) Sustentabilidade e Cidadania: O papel da extensão rural. Porto Alegre: EMATER/RS, 1999. 208p.
17. CAE-IPÊ Tratamentos nutricionais. *Folheto*. Ipê: Centro de Agricultura Ecológica IPÊ. s.d.
18. Calegari, A. Adubação verde no sul do Brasil. 2 ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346 p.
19. Calegari, A. et.al. Adubação verde e sistemas de cobertura do solo na região sul do Brasil (Documento preliminar), Chapecó, SC, 50 p., IAPAR-PR/EPAGRI-SC, 1997.
20. Carvalho, R.N. Cultivo da melancia para a agricultura familiar. Brasília: Embrapa-SPI, 1999. 127 p.
21. Caspersen, N. Accumulated energy consumption and emissions of CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, and NO<sub>x</sub>, during life cycle of stainless steel. Ironmaking and Steelmaking, Berling, Germany, V. 23, n.4, 1996. pp. 317-323.

22. Cerdeira, A; Lanchote, V; Gomes, M; Bonato, P; Pessoa, M; Shuhama, I; Ueta, J. Herbicide residue in soil and water from sugarcane area in Brazil. 1998. In: Congrès Mundial de Science du Sol, 16 Anais 1-7.
23. Chaboussou, Francis. Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: A teoria da trofobiose/Francis Chaboussou; tradu o de Maria José Guazzelli. - Porto Alegre: L&M, 1987.
24. Chubbs,S.T & Steiner, B.A. Life cycle assessment in the steel industry. Environmental Progress, New York, USA, V.17,n.2,1998.pp.92-95.
25. Basset-Mens, C., Hayo, M.G. van der Werf, Scenario-based environmental assessment of farming systems: the case of pig production in France, *INRA, UMR Sol Agronomie Spatialisation de Rennes-Quimper – 2004*.
26. Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC. Manual de aduba o e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul. Porto Alegre, 2004, 394p.
27. Costa, M.B.B. A agricultura moderna e sua crítica: uma saída em rela o às vertentes da agricultura alternativa. In: Agricultura alternativa: Seminário de pesquisa. Londrina: FIAP, Resumos, 1984, p.68-91.
28. Darolt, M.R. Ribeiro, M.F.S. Pesquisa e Desenvolvimento Sustentável: Experiência com o plantio direto para pequena propriedade. In: II Encontro da Sociedade Brasileira de Sistemas de Produ o. Londrina: IAPAR, SBS, 1995.
29. Denardin, J.E.. Enfoque sist mico em plantio direto -fundamentos e implica es do plantio direto nos sistemas de produ o agropecuária. In: NUERNBERG, N.J., ed.: Conceitos e Fundamentos do Sistema Plantio Direto. Lages, SC: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 1998. pag. 7-14
30. Denardin, J.E.. Kochhann, R.A.. P ttker, D.. Wieth lter, S.. Faganello, A.. Sattler, A.. Portella, J.A.. Voss, M.. Ben, J.R.. Berton, A.L.. Melo, I.B.. Ciprandi, A.O.. PROJETO METAS - Um Caso De Sucesso na Aplica o do Modelo de Pesquisa e Desenvolvimento. In: II Reunião Sul-Brasileira de Ciência do Solo. Santa Maria: NRS-SBCS, 1998. 335p.

31. Derpsch, R.; Roth, C.H.; Kopke, U. Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. IAPAR - GTZ, 1991, 272p.
32. Ehlers, E. Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma. 2 ed. Guaíba: Agropecuária. 1999. 157 p
33. EMATER. Rio Grande do Sul. Uso, Manejo e Conservação do solo: técnicas integradas, por Edmar Valdir Streck; Tabajara Nunes Ferreira; Aldo Schmidt; Rosane Grigoletti. Porto Alegre, 1993. 36p.
34. EPA . Greenhouse Gas Equivalencies Calculator. <http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-resources/calculator.html> acessado em 18/03/2008
35. EPAGRI - Empresa Catarinense De Pesquisa Agropecuária/ Empresa De Assistência Técnica E Extensão Rural-SC/ACARESC. Sistemas de Produção para Cebola. Santa Catarina (2 revisão). Florianópolis, 1991. 51 p. (EMPASC/ACARESC. Sistemas de Produção, 16).
36. Faiz, A., Ale, B. B., Nagarkoti, R. K. – The role of inspection and maintenance in controlling vehicular emissions in Kathmandu Valley, Nepal. Atmospheric environment, 2005.
37. Fava, J.A. et al. Conceptual Framework for life cycle impact analices. Pensacola: *Society of Environmental Toxicology and Chemistry* , 1993.
38. Feldens, L. P. A dimensão ecológica da pequena propriedade no Rio Grande do Sul. 154 p. Porto Alegre-RS, 1989.
39. Finkbeiner, M. et. al. The functional unit in the life cycle inventory analysis of degreasing processes in the metal-processing industry. Environmental Management, New York, USA, V.21, n.4, 1997. pp.635-642.
40. Flores, C.A.; Madail, J.C.; Matos, M. L.T.; Medeiros, A.R. M. De.; Melo, S.A.; Siqueira, O.J. W. De.; Migliorini, L.C.; Oliveira, A.T.; Oliveira, M.A.C. De.; Reichert, L. J.. Monitoramento do sistema plantio direto em propriedades familiares integradas em microbacia hidrográfica no Planalto Sul-Riograndense. In: II Seminário Internacional do Sistema Plantio Direto, p.109-112, Passo Fundo, 1997.

41. Fonseca, F.F.A. Mundo em crise; economia, ecologia e energia. São Paulo: Signus, 1999. 171 p.
42. Fortí, J.A., Ferrer, G.M. Enfermedades del suelo. Hortofruticultura, Espanha, n.4, p.49-52, 1994.
43. Fry, W.E. Principles of plant disease management. Ithaca, New York : Academic Press, 1982. p.175-194.
44. Galetti, P.A. Conservação do solo, reflorestamento e clima. 2 ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1976. 279 p.
45. Gokhale, S. & KHARE, M.; Statistical Behavior of carbon monoxide from vehicular exhausts in urban environments. Environmental Modeling and Software 22 – 2006, 526 – 535.
46. Golonka, K.A. & Brennan, D.J. Application of life cycle assessment to process selection for pollutant treatment. Process Safety and Environmental Protection, New York, USA, V.74, n.1, 1996. pp. 105-119.
47. Graedel, T.E. et al. Matrix approaches to abridged life cycle assessment. Environmental Science and Technology, New York, USA, V.29,n.3, 1995.pp.134-139.
48. Guerra, M.S. Agrotóxicos, ecotoxicologia e o desenvolvimento agropecuário. In: Manejo e controle de contaminação por agrotóxicos. Manual Técnico, 2, EMATER: 1995, p.17-19.
49. Guerra, M.S. Receituário caseiro: alternativas para o controle de pragas e doenças de plantas cultivadas e de seus produtos. Brasília, Embrater, 1985. 166p. (Informações técnicas, 7).
50. Guinée, J.B. et al. Environmental Life Cycle Assessment. Draft Backgrounds. Nederland: Leiden University. October, 1998. 133p.
51. Guzmán, Eduardo Sevilla. Origem, evolução e perspectivas do desenvolvimento sustentável. In: Reconstruindo a agricultura: idéias e ideais nas perspectiva de um desenvolvimento rural sustentável/organizado por Jalcione Almeida e Zander Navarro. - Porto Alegre: Editora de Universidade/UFRGS, 1997.

52. Hassan, M.N. et al. The application of an life cycle inventory (LCI) model for solid waste disposal system in Malásia. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, Landsberg, Germany, V.4,n.4,1999.pp.188-190.
53. HELSINK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY. Environmental management course. Helsink, Finlândia: Dipoli Institute, 1996.
54. Hinrichs, Roger A. *Energia e Meio Ambiente* – São Paulo: Thompson; 2003 – XIV; 543 p.
55. Hayamia, H, Nakamurab, M., Greenhouse gas emissions in Canada and Japan: Sector-specific estimates and managerial and economic implications, University, Tokyo, Japan – 2005-2006. United States Environmental Protection Agency. *National Air Quality and Emissions Trends Report, 2003 Special Studies Editions, EPA 454 – R -03-005 (2003)*.
56. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia <http://www.inpa.gov.br>
57. ISO 14040 – ISO 14042. Environmental management – Life Cycle Assessment. Principles and framework. Geneve: ISO, 1997.
58. Itsubo, N. et al. Current status of weighting methodologies in Japan. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, Landsberg, Germany, V.5,n.1,2000.pp.05-11.
59. Kiehl, Edmar José. Fertilizantes orgânicos. Editora agronômica “Ceres” Ltda. Piracicaba, 1985, n.p.492.
60. Krahl, J.,A.Munack, M.Bahadir, L.Schumacher, e N.Elser, Review: Utilization of Repeseed Oil, Methyl Ester of Diesel Fuel: Exhaust Gas and Estimation of Environmental Effects. SAE Techn.Pap.Ser.962096 (1996).
61. Kramer K.J., Moll H.C., Nonhebel S.; Total greenhouse gas emissions related to the Dutch crop production system, Centre for Energy and Environmental Studies, University of Groningen, Nijenborgh 4, 9747 AG Groningen, Netherlands, 1998.
62. Lindfors, V. et al. Nordic guidelines on Life Cycle Assessment. Arthus: AKA-PRINT A-S, 1995.

63. Louzada, J. N. C.; Sanches, N. M.; Schilindwein, M. N. Bioindicadores de qualidade e de impactos ambientais da atividade agropecuária. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 21, n.202, p.72-77, 2000.
64. Luchiari, Jr., A.; Toledo, L.G.de; Ferreira, C.J.A. Influência das Atividades Agrícolas na Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas. In:II SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO. Anais. EMBRAPA-CNPT, Passo Fundo, 1997.p.11-23.
65. Machado, S.O. Estudo ecológico de *Senécio* spp. no sul do Brasil. Projeto de Pesquisa -UFPEL. Pelotas, 1999. 51p.
66. Malavolta, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Ceres, 1980. 251 p.
67. Malavolta, E. Manual de química agrícola; Adubos e adubação. 3 ed. São Paulo: Ceres, 1981. 556 p.
68. Mendesa,M.R.,, Aramakib, T. Hanakic, K., - Assessment of the environmental impact of management measures for the biodegradable fraction of municipal solid waste in Sao Paulo City - Department of Urban Engineering, University of Tokyo, Japan Department of Urban Engineering, University of Tokyo 2003.
69. Martins, L. C. – Poluição Atmosférica e Atendimentos por Pneumonia e Gripe em São Paulo, Brasil, 2002. Revista da Saúde Pública.
70. Mello, S.C.M.; Ribeiro, Z.M.A. Fitopatógenos como agentes de controle de plantas daninhas. In: MELO, I.T.; AZEVEDO, J.L. Controle biológico, V.1, Jaguariúna, SP: Embrapa, 1998, p.97-128.
71. Mesquita, H. A.; Paula, M. B. De; Alvarenga, M. I. N. Indicadores de impactos das atividades agropecuárias. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.21, n.202, p.57-71, 2000.
72. Mielniczuk, J.; Potencialidade e Perpectivas de Uso de Culturas de Cobertura e rotações de culturas como prática de conservação do solo. In: X Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, Florianópolis-SC, p. 101-104, 1994.

73. Monegat, C.; Plantas de Cobertura do Solo: Características e Manejo em Pequenas Propriedades, Chapecó-SC, 337 p., 1991.
74. Morris R.E., A.K. Polack, G.E. Mansell C. Lindhjen, Y.Jia, e G. Wilson, Impact of Biodiesel Fuels On Air Quality And Human Health. Relatório Resumido. National Renewable Energy Laboratory, NREL;SR -540-33793 (2003).
75. Mortimer, et al. (2003) "Evaluation of the comparative energy, global warming and socio economic costs and benefits of biodiesel; Prepared for the Department for Environment, Food and Rural Affairs
76. Müller, J. J. V.; Vizzoto, V. J. Manejo do solo para produção de hortaliças em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.20, n.200/201, p.32-35, 1999.
77. Muzilli, O. Diretrizes para o manejo sustentável dos solos brasileiros. In: In: XXVI Congresso Brasileiro da Ciência do Solo. Comissão de Manejo e Conservação do Solo e da Água. Rio de Janeiro-RJ, 1997.
78. Muzilli, O.; Validação de Tecnologias Alternativas para o Manejo do Solo: Um enfoque de P&D em sistemas de produção. In: XXVI Congresso Brasileiro da Ciência do Solo. Comissão de Manejo e Conservação do Solo e da Água. Rio de Janeiro-RJ, 1997.
79. Nemecekand Heil (2001). Nemecek, T., Heil, A., 2001. SALCA—Swiss Agricultural Life Cycle Assessment Database, Version 012, December 2001. FAL, Swiss Federal Research Station for Agroecology andAgriculture, Zuerich, Switzerland.
80. Kobilanz, O 1997, EN ISO 14040 The study was performed according to the international standard EN ISO 14040, Life Cycle Assessment. In:Guine´e JB, editor. An operational guide to ISO standards. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
81. ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Convenção-quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima. New York: Comitê Intergovernamental de negociação para a Convenção-Quadro sobre mudança do clima,1992.

82. Peixoto, R.T.G. Matéria Orgânica e a dinâmica das cargas elétricas do solos: processos e consequências. In: XXVI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Rio de Janeiro, SBCS/EMBRAPA-CNPS, 1997.
83. Pereira Filho, O.P. Implicações ecológicas da utilização de energia em agroecossistemas. Santa Maria : UFSM. 1991. 132 p. (Dissertação de mestrado em Extensão Rural).
84. Pereira Filho, O.P. Implicações ecológicas da utilização de energia em agroecossistemas. Santa Maria : UFSM. 1991. 132 p. (Dissertação de mestrado em Extensão Rural).
85. Ventura, P. E Venturi, G. Analysis of energy comparison for crops in European agricultural systems\_ aDepartment of Economics and Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, University of Bologna, Italy 2002.
86. Porréca, L.M.. ABC do Meio Ambiente: água. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis, 1998. 30p.
87. Primavesi, A. Manejo ecológico de pragas e doenças. São Paulo: Nobel, 1990b. 137 p.
88. Primavesi, A. Manejo ecológico do solo. 9 ed. São Paulo: Nobel, 1990a. 549 p.
89. Primavesi, A.M. Práticas de proteção de plantas em um contexto holístico. In: ABREU Jr (ed.). Práticas alternativas de controle de pragas e doenças na agricultura: Coletânea de receitas. Campinas: EMOPI 1998, p.1-9.
90. Primavesi, Ana. A matéria orgânica> In: MANEJO ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 1990. p.107-165.
91. Primavesi, Ana. Agricultura Sustentável: Manual do produtor rural. São Paulo: Nobel, 1992.142 p.
92. Primavesi, Ana. O manejo ecológico do solo: Agricultura em regiões tropicais. 534 p., São Paulo, 1981.
93. Pruski, F.F. Desafios da Pesquisa na sustentabilidade Agroambiental quanto ao uso adequado dos recursos de solo e água. In: XXVII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Brasília, 1999. (CD-ROM)

94. Pwol, J.A. Control integrado de plagas em tomate. Hortoinformación, Espanha, n.74, mayo, 1996.
95. Quirino, T.R. Agricultura e Meio ambiente: Tendências. In: SILVEIRA, M.A., VILELA, S.L.. Globalização e Sustentabilidade da Agricultura. EMBRAPA/CNPMA. Jaguariúna, SP. 1998. Pág.109-137.
96. Engström, R. ; Nilsson, M., Finnveden, G., Which environmental problems get policy attention? Examining energy and agricultural sector policies in Sweden, Division of Environmental Strategies Research — fms, Department of Urban Planning and Environment, School of Architecture and the Built Environment, KTH, SE 100 44 Stockholm, Sweden Stockholm Environment Institute (SEI) 2007.
97. Rizzardi, M.A., Milgiorança, M.E. Reação de cultivares de girassol à época de semeadura no planalto médio rio-grandense. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 10., 1993. Goiânia. Resumos...Campinas: IAC-Embrapa, 1993.p.55-56.
98. Romeiro, R.S. Bactérias patogênicas. Viçosa: UFV, 1995, 283p.
99. Ruedell, J. Manejo das culturas no sistema de plantio direto. In: Manejo e conservação do solo. Manual Técnico, 1, EMATER: 1995, p.166-171.
100. Sá, T.D.A. Estudos de agroecossistemas: técnicas e metodologias disponíveis para uma abordagem agroclimatológica. Pelotas: UFPel/FAEM, 26 jul. 1999. Palestra ministrada aos professores e alunos do curso de Pós-graduação em Agronomia da FAEM.
101. Sampaio, D.P.A.; Guerra, M.S. Receituário agrônomo. 2 ed. São Paulo: Globo, 1991. 436 p.
102. Sangoi, L; Kruse, N.D. Comportamento de cultivares de girassol em diferentes épocas de semeadura no planalto catarinense. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.28,n.1,p.81-91,1993.
103. Sanhueza, R.M.V. Controle biológico de fitopatógenos em casa de vegetação. In: Reunião Brasileira sobre controle biológico de doenças de plantas, 4, Campinas. Anais, 1991, p.107-114.

104. Sanhueza, R.M.V. Controle biológico de doenças de frutos pós-colheita. Resumos: congresso Brasileiro de Fitopatologia,31. Fitopatologia Brasileira. v.23. suplemento. Ago, 1998. (painel)
105. Santana, D.P. Indicadores de qualidade de solo - físico, químicos e biológicos. In: XXVII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Brasília, 1999. (CD-ROM)
106. Santos, H.P.; Reis, E.M. Rotação de culturas. In: Manejo e conservação do solo. Manual Técnico, 1, EMATER: 1995, p.172-185.
107. Santos, J.H.R.; Gadelha, J.W.R.; Carvalho, M.L.; Pimentel, J.V.F.; Júlio, P.V.M.R. Controle alternativo de pragas e de doenças. Fortaleza: Edições UFC, 1988. 216 p.
108. Santos, L.M.M. Normatização ambiental:ISSO 14000. Apostila do Centro Federal de Educação Tecnológica de Ouro Preto, 1998.
109. Santos, Luciano Miguel Moreira dos; Avaliação Ambiental de processos industriais, 177, 2002.
110. Secchi, V.A. Controle biológico - uma abordagem geral. In: Manejo e controle de contaminação por agrotóxicos. Manual Técnico, 2, EMATER: 1995, p.20-26.
111. Selle, G.L. A biodiversidade. Agropecuária Catarinense. Florianópolis: EMPASC, v.9, n.3. p 66. 1996.
112. Sepälä, Jyri. Decision analysis as a tool for Life Cycle Assessment. Germany: Ecomed publishers, 1999.
113. Kim, S. E Dale, B. E. – Life Cycle assessment of various cropping systems utilized for producing biofuels: Bioethanol and biodiesel; Department of Chemical Engineering and materials Science – Michigan State University USA, 2005.
114. Sharma, R.D. Adubação verde no Brasil. Campinas: Cargill, 1984. 324 p.
115. Silva, E. Amado, T.J.C. Teixeira, L.A.J.. Cultivo mínimo de cebola: máquina para o preparo do solo nas pequenas propriedades. (Revista Agropecuária Catarinense, v.5, n.1, Florianópolis, SC, 1992).

116. Silva, R.F.P. da. Cultura do Fumo: manejo integrado de pragas e doenças. Souza Cruz. 1998. 43p.
117. Siqueira, O.J.W. Flores, C.A. Enfoque sistêmico no Monitoramento do Plantio Direto. In: NUERNBERG, N.J., ed.: Conceitos e Fundamentos do Sistema Plantio Direto. Lages, SC: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 1998.
118. Siva, K. B. ; Aminuddin, H. ; Husni, M. H. A.; Manas, A. R. ; Ammonia volatilization from urea as affected by humic substances derived from palm oil mill effluent (POME) and tropical peat. Tropical agriculture (Trop. agric.) 2000, vol. 77, n<sup>o</sup>1, pp. 13-20.
119. Sommer, S.G., 2001. Effect of composting on nutrient loss and nitrogen availability of cattle deep litter. Eur. J. Agron. 14, 123–133.
120. Sommer, S.G., 2001. Effect of composting on nutrient loss and nitrogen availability of cattle deep litter. Eur. J. Agron. 14, 123–133.
121. Sosa-Gomes, D. R. Controle biológico da lagarta-da-soja com Baculovirus anticarsia. In: Manejo e controle de contaminação por agrotóxicos. Manual Técnico, 2, EMATER: 1995, p.27-35.
122. Spadotto, C. A.; Ligo, M. A. V. Classificação dos impactos ambientais de herbicidas. In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE MALEZAS, 12., 1995, Montevideo. Conferencias y Trabajos... Montevideo: ALAM: INIA, 995. p. 389-391. Editado por A. Rios e G. Fernández.
123. Surita, R.; Weingärtner, M. O cultivo ecológico da batata. São Lourenço do Sul: Centro de Apoio ao Pequeno Agricultor, 1998. 25 p.
124. Teixeira, L.A.J. Silva, E.. Cultivo Mínimo de Cebola em Santa Catarina. In: Anais I ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE PLANTIO DIRETO NA PEQUENA PROPRIEDADE, p. 367-373, Ponta Grossa-PR, 1993.
125. Tolle, D. A. Regional scaling and normalization in LCIA. The International Journal of Life Cycle Assessment, Landsberg, Germany, V.2, n.4,1997.pp.197-208.

126. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, A comprehensive Analysis Of Biodiesel Impacts On Exhaust Emission, Draft Technical Report, EPA 420-P-02-001, 2002.
127. Van Zeijts, H. et al. Fitting fertilization in LCA: allocation to crops in a cropping plan. *Journal of cleaner production*, Berlin, Germany, V.7, n.1, 1999.pp.69-74.
128. Veiga Filho, A.A. et al. Análise prospectiva do retorno econômico em conservação do solo numa microbacia hidrográfica piloto: proposta alternativa de desenvolvimento sustentado. *Informações Econômicas*, São Paulo, v.26, n.2., p.49-66, 1996.
129. Veiga, J.E. Agricultura Sustentável. *Agricultura Sustentável*. Jaguariúna, p.5-11. 1995.
130. Veiga, J.E. Agricultura Sustentável. *Agricultura Sustentável*. Jaguariúna, p.5-11. 1995.
131. Viana, V.M. Matos, J.C. Amador, D.B. SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO BRASIL. In: XXVI Congresso Brasileiro da Ciência do Solo. Comissão de Manejo e Conservação do Solo e da Água. Rio de Janeiro-RJ, 1997.
132. WCED – WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. *Our common future*. Oxford, England: Oxford University Press, 1987.
133. Wri. *A estratégia global da Biodiversidade*. Ed. Fundação O BOTICÁRIO de Proteção à Natureza, 232 p. 1992.
134. Yan, X., Shimizu, K., Akimoto, H., e Ohara, T. Determining fertilizer-induced NO emission ratio from soils by a statistical distribution model. *Biology and Fertility of Soils*, 2004

ANEXO A – Modelo aplicativo / Coleta dados – Produtor / Lavoura Experimental / Análise Ciclo de Vida (ACV – Ciclo produtivo Biodiesel).

LAV. DE GIRASSOL / PRODUTOR: Município: Vale do Sol

Ocupação da área no ano anterior: MILHO

Se ocupada com uma cultura: qual a produtividade e qual a adubação realizada nesta cultura: Milho p/ Trato animal (pastagem)

Cobertura de inverno: Resteva (trevo amarelo)

Análise do solo: tem necessidade de calcário: não ( X ) sim ( )  
 quantidade/ha: 1,0 , Sistema de plantio: ( X ) convencional ( ) plantio direto

Data	Atividade	Quantidade de Insumos (Adubação) e Sementes	Horas / Trator	Litros Óleo	Mão-de-obra	
					Nºhoras	Nº pessoas
15/09/06	Lavração	Massey Ferguson - MF 65	1	8	1	1
20/09/06	Enxada Rotativa	Massey Ferguson - MF 65	0,5	4	0,5	0,5
25/09/06	Gradagem	Massey Ferguson - MF 65	1	8	1	1
24/10/06	Plantio	100 kg adubo 05-25-25 -NPK + 200 Kg SFT + 3,5 Kg de semente – HELIO 250	2,5	20	2,5	2
04/10/06	Aplicação de Inseticida	Decis – 250 ml/ha – 20 ml / 20 Lt de agua e 4 Kg de Boro	1	7	1	1
15/11/06	Dessecação	5 Litros de GLIFOSATO	1	7	1	1
04/12/06	Replante	3,5 Kg semente	2	14	2	1
26/12/06	Aplicação de Inseticida	Aplicação de POST (900 ml)+ ASSIST (900 ml) + DECIS (120 ml) – Aplicado com Pulverizador Costal	2,5	15	2,5	1
29/12/06	CULTIVADOR	Trator Valmet 100	2,5	15	2,5	1

ANEXO B – Tabela com os dados de plantio e colheita de girassol em todas as propriedades.

Propriedade	Plantio	Data Plantio	Adubação Kg	Adub. Comp. Sft	Uréia Kg	Ph	População	Data Colheita	Ciclo	Produtividade	Produtividade (kg/ha)
1	PD	10/10/2006	100	100	150	5,7	27500	8/3/2007	148	1.720	2.423
2	cv	23/10/2006	100		150	5,4	26200	13/3/2007	110	760	950
3	cv	25/10/2006	100		100	5,4	27500	12/3/2007	137	1.010	1.122
4	cv	27/9/2006	100		150	5,6	22500	13/2/2007	137	820	911
5	PD	28/10/2006	100	50	150	5,6	28000	28/2/2007	120	1.570	2.804
6	cv	2/10/2006	150	50	100	5,8	30000	27/2/2007	145	1.830	1.830
7	cv	25/10/2006	150		150	5,6	31000	27/2/2007	122	1.059	1.513
8	cv	27/9/2006	113		105	5,1	30000	28/2/2007	151	1.200	1.500
9	cv	27/10/2006	75		75	5	42000	24/2/2007	117	1.120	3.613
10	cv	28/10/2006	75		75	5,5	44000	24/2/2007	117	1.240	2.818
11	cv	18/10/2006	150		150	5,9	47500	13/2/2007	115	1.300	2.766
12	cv	3/10/2006	150		150	5,2	31000	25/2/2007	142	1.163	1.454
13	cv	21/10/2006	100		100	5,9	49000	27/2/2007	126	940	1.446
14	cv	14/10/2006	100	100	100	5,3	30000	15/3/2007	150	790	1.053
15	cv	25/9/2006	100	100	150	5,8	32000	8/2/2007	133	1.128	1.035
16	cv	3/10/2006	150	50	200	4,8	30000	15/3/2007	136	1.235	1.388
17	cv	29/9/2006	50	25	50	5,9	43700	10/2/2007	132	870	2.636
18	cv	29/9/2006	50	25	50	5,9	25000	16/2/2007	137	830	1.431
19	cv	2/11/2006	300		100	5,8	35900	11/3/2007	129	1.098	1.373
20	cv	9/10/2006	150		100	5,1	21000	14/2/2007	124	1.020	1.457
21	cv	4/12/2006	100	200	150	5,5	23000	10/4/2007	127	805	619
22	cv	21/10/2006	150	50	100	5,2	21000	12/3/2007	171	295	602
23	cv	31/8/2006	200	100	200	5,9	40.000	15/1/2007	135	1.863	1.863
										Produtividade média (kg/ha)	1.512

## ANEXO C – Lavoura de girassol em fase de crescimento



ANEXO D - Linha de semeadura – lavoura experimental - girassol  
com 45 dias.



ANEXO E - Lavoura experimental Girassol - Venâncio Aires



ANEXO F - Extrator experimental utilizado.



ANEXO G - Prensa hidráulica utilizado nas sementes de girassol



# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)