

## Avaliação do Ciclo de Vida do Óleo de Girassol

K. R. L. GARCIA<sup>1</sup>, J. F. PICOLI<sup>2</sup>, M. I. S. F. MATSUURA<sup>3</sup>, M. H. HIRAKURI<sup>4</sup>, C. de CASTRO<sup>4</sup>

<sup>1</sup>PPGB – Universidade Estadual de Londrina

<sup>2</sup>FEA – Universidade Estadual de Campinas

<sup>3</sup>Embrapa Meio Ambiente

<sup>4</sup>Embrapa Soja

*O valor estimado para o agronegócio brasileiro no ano de 2013 do Produto Interno Bruto (PIB) é de R\$1,03 trilhão, que corresponde a 21,3% do PIB nacional. Além de gerar riquezas, o agronegócio é responsável também pela garantia da segurança alimentar da população brasileira. Com a consolidação deste setor, novos desafios têm sido lançados, como a busca da sustentabilidade. Várias ferramentas podem ser adotadas para estudos de desempenho ambiental de produtos, como a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). Sua aplicação a produtos agrícolas é recente, particularmente no Brasil, e exige adequações metodológicas para melhor representar as características da agricultura nacional. São poucos os estudos de ACV dedicados à cultura do girassol e seus derivados. Neste trabalho é apresentada uma abrangente revisão bibliográfica sobre ACV de girassol e seus produtos. Também é caracterizado o sistema de produção da principal região produtora brasileira (a microrregião de Parecis, MT, que concentra 87% da produção nacional de girassol). Para tanto, foi gerado um sistema de produção modal e o seu respectivo inventário. Por fim, é apresentado o desempenho ambiental da produção de grãos e óleo de girassol na região em estudo.*

### 1. Introdução

O agronegócio tem sido de importância fundamental para a geração de riquezas para a economia brasileira. A adoção de novas tecnologias de produção tornou possível que o Brasil se destacasse como grande supridor mundial de alimentos. Apesar da consolidação deste setor, novos desafios se apresentam, como a busca pela sustentabilidade. Como tendência, o mercado mundial tem requisitado produtos com reduzido impacto ambiental, confirmado por processos de certificação ambiental (CLAUDINO & TALAMINI, 2013). Para tanto são necessárias ferramentas que avaliem o desempenho ambiental de produtos, com enfoque sistêmico e forte base científica, como a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV).

O grão e o óleo de girassol são os produtos objeto deste estudo. O girassol é uma cultura de múltiplas finalidades, podendo servir como matéria-prima para a produção de óleo, ração animal e até mesmo como planta ornamental. A produção de óleo, em si, também é uma atividade que se diversifica, podendo ser direcionada à produção tanto de óleo alimentício, quanto de biodiesel (embora no Brasil não seja empregado para este fim).

Apesar da cultura do girassol não ter hoje uma produção de grande expressão, ela tem potencial para expansão, pois é uma planta adaptável a regiões extremas (RIZZARDI e MILGIORANÇA, 1993). A microrregião de Campo Novo do Parecis, no estado do Mato Grosso – que corresponde ao escopo geográfico do estudo -, é a principal região produtora de girassol do país (AMM, 2014), onde a cultura expressa o seu bom potencial agrícola e contribui para o desenvolvimento local.



## IV CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE GESTÃO PELO CICLO DE VIDA

9 a 12 de novembro de 2014

São Bernardo do Campo – SP – Brasil



São poucos os estudos de ACV de culturas agrícolas, e particularmente do girassol e seus produtos, realizados para as condições nacionais (CLAUDINO & TALAMINI, 2013).

O presente estudo realizará a avaliação do desempenho ambiental da produção de grãos e de óleo bruto de girassol, considerando os sistemas produtivos modais praticados na região de Campos Novos do Parecis (MT), buscando identificar os possíveis pontos críticos do ciclo de vida destes produtos passíveis de melhoria, com vistas à redução de impactos ambientais. Como um estudo pioneiro, este oferecerá uma contribuição às bases de dados de Inventários de Ciclo de Vida de produtos agrícolas e agroindustriais brasileiros, ainda incipientes.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1 Definição do objetivo e escopo

O estudo foi realizado conforme as normas ABNT NBR ISO 14044 (ABNT, 2009). Seu objetivo é avaliar os impactos ambientais potenciais da produção de grãos e de óleo bruto de girassol, considerando os sistemas produtivos modais representativos da região de Campos Novos do Parecis (MT), identificando seus pontos críticos.

O escopo do estudo atende aos seguintes requisitos:

- a) Sistema de produto: Corresponde ao conjunto dos processos produtivos de: grãos e óleo de girassol; e seus insumos agrícolas, incluindo óleo diesel e eletricidade. Como o sistema de produção de girassol inclui a produção de soja, que a antecede no calendário agrícola (ambas cultivadas em sucessão), esta última também é abrangida pelo sistema de produto.
- b) Função: produzir óleo de girassol.
- c) Unidade de referência: 1 t de óleo de girassol.
- d) Fluxo de referência: 1,56 ha cultivados com girassol, necessários para a produção de 1 t de óleo.
- e) Fontes de dados: os dados da produção de grãos de girassol e de soja foram obtidos por entrevista direta a cinco produtores da região de Campo Novo dos Parecís. Os sistemas de produção modais (de girassol e soja) foram definidos por especialistas, analisando-se o resultados das entrevistas, e por consulta à literatura técnica. Os dados da produção de óleo foram obtidos junto ao representante da única usina esmagadora da região. Os demais dados advieram da base Ecoinvent v2.2.
- f) Critério de qualidade dos dados.  
Cobertura geográfica: microrregião de Parecis, estado de Mato Grosso – maior região produtora nacional e em expansão.  
Cobertura temporal: safras agrícolas de 2012/2013 e 2013/2014; processamento industrial em 2013 e 2014.  
Cobertura tecnológica: para a produção de grãos (girassol e soja) foi considerado o sistema de plantio direto; para a produção de óleo de girassol foi considerada a extração mecânica.
- g) Fronteira do sistema de produto:  
Adotou-se uma abordagem *Cradle to Gate* (do berço ao portão da esmagadora). Os processos abrangidos pelo sistema de produto foram a produção de grãos de girassol e soja;



## IV CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE GESTÃO PELO CICLO DE VIDA

9 a 12 de novembro de 2014

São Bernardo do Campo – SP – Brasil



a produção de insumos agrícolas (incluindo óleo diesel e eletricidade).; e a produção de óleo de girassol.

h) Procedimento de alocação:

Para a produção de grãos de soja e girassol, a alocação adotou o critério mássico, aplicado aos recursos ou insumos compartilhados pelas duas culturas (terra ocupada e calcário). Na produção de óleo, onde é obtido como coproduto a torta, também se adotou a alocação mássico.

i) Método de avaliação dos impactos do ciclo de vida

Na avaliação de impactos ambientais os processos produtivos de girassol e soja não foram integrados. O modelo com o sistema integrado será avaliado na sequência deste estudo.

Para a avaliação dos impactos ambientais do ciclo de vida foi adotado o método ReCiPe Midpoint (H) V1.07 / World ReCiPe H, desconsiderando-se as categorias de impacto não pertinentes à natureza dos processos principais em estudo. Foi usado como software de apoio o SimaPro, versão 7.3.3.

### 2.2 Inventário do Ciclo de Vida

Para a elaboração do inventário de produção de grãos de girassol, foram consideradas as práticas de correção do solo, aplicação de fertilizantes, semeadura, aplicação de pesticidas e colheita. Assumiu-se que as fontes de nitrogênio, fósforo e potássio das formulações de NPK foram ureia, com 46% de N; superfosfato triplo, com 46% de  $P_2O_5$ ; e cloreto de potássio, com 60% de  $K_2O$ . Quanto à produção de sementes, foi considerado o mesmo sistema de cultivo que o adotado para a produção de grãos. O consumo de diesel foi calculado para todas as operações agrícolas e de transporte. Quanto à produção de grãos de soja, as atividades consideradas foram aplicação de corretivo, aplicação de fertilizantes, semeadura, aplicação de pesticidas e colheita. A composição do fertilizante formulado foi a mesma descrita para cultura do girassol, embora em proporção e dose adequadas à cultura da soja. Também neste caso foi contabilizado o consumo de diesel envolvido nas operações agrícolas e de transporte.

Os dados de emissões foram estimados com base em modelos apresentados na literatura científica (CANALS, 2003; IPCC, 2006; NEMECEK & KÄGI, 2007).

Os inventários da produção de insumos agrícolas e de óleo diesel corresponderam aos disponíveis na base de dados Ecoinvent v. 2.2, adequados para as condições brasileiras.

A processo de produção de óleo de girassol considerado no estudo foi o adotado na usina Parecis Alimentos S/A, localizada no município de Campo Novo do Parecis. A indústria tem capacidade de processamento de 100 t de grãos de girassol/dia, com rendimento em óleo de 36% (em relação à massa de grãos), e rendimento em torta de 55%. Os demais 9% correspondem à umidade perdida no processo. A indústria adota o processo mecânico de extração e opera exclusivamente com energia elétrica, consumindo 200 mil kW/mês. Não há consumo de água, insumos industriais ou embalagens.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 Inventário do Ciclo de Vida

*Tabela 1. Inventário de produção de grãos de girassol: entradas (para 1 ha).*

Entradas do Sistema	Total
<b>Saídas conhecidas para a tecnosfera</b>	
Grãos de Girassol (kg)	1,77E+03
<b>Recursos da natureza</b>	
Ocupação (ha)	3,30E-01
<b>Recursos da tecnosfera</b>	
Ác. Bórico (kg)	6,80E-01
Azoxistrobina (kg)	1,32E-01
Calcário (kg)	1,80E+02
Ciproconazole (kg)	5,28E-03
Clorraniliprole (kg)	1,00E-02
Cloreto de Potássio, como K <sub>2</sub> O (kg)	2,40E+01
Diesel (kg)	1,32E+01
Difenoconazol (kg)	1,28E-02
Espinoramr (kg)	2,41E-02
Fludioxonil (kg)	2,61E-03
Glifosato (kg)	1,05E+00
Lambda-cialotrina (kg)	3,46E-02
Metalaxyl-M (kg)	1,05E-03
Óleo mineral (kg)	2,98E-01
Prometrina (kg)	9,63E-01
Sementes (kg)	3,50E+00
Sulfentrazone (kg)	8,56E-01
Superfosfato Triplo, como P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg)	1,84E+01
Teflubenzurom (kg)	1,80E-01
Tiametoxam (kg)	5,37E-02
Ureia, como N (kg)	4,42E+01

*Tabela 2. Inventário de produção de grãos de soja: entradas (para 1 ha) - continua*

Entradas do Sistema	Total
<b>Saídas conhecidas para a tecnosfera</b>	
Grãos de Soja (kg)	3,12E+03
<b>Recursos da natureza</b>	
Ocupação (ha)	4,20E-01
<b>Recursos da tecnosfera</b>	
2,4 D (kg)	1,65E-01
Acefato (kg)	1,49E-01
Azoxistrobina (kg)	6,60E-02
Beta-Ciflutrina (kg)	1,12E-02
Calcário (kg)	3,20E+02
Ciproconazole (kg)	5,32E-02
Clorraniliprole (kg)	8,04E-03
Cloreto de Potássio, como K <sub>2</sub> O (kg)	7,50E+01
Clorfluazuron (kg)	2,38E-03
Clorimuron Ethyl (kg)	1,02E-02
Diesel (kg)	1,81E+01
Diurrom (kg)	9,90E-02
Fipronil (kg)	2,50E-02
Flubendiamida (kg)	4,13E-02
Beta-Ciflutrina (kg)	1,12E-02
Calcário (kg)	3,20E+02
Ciproconazole (kg)	5,32E-02
Clorraniliprole (kg)	8,04E-03
Cloreto de Potássio, como K <sub>2</sub> O (kg)	7,50E+01
Clorfluazuron (kg)	2,38E-03
Clorimuron Ethyl (kg)	1,02E-02
Diesel (kg)	1,81E+01
Diurrom (kg)	9,90E-02
Fipronil (kg)	2,50E-02
Flubendiamida (kg)	4,13E-02
Glifosato (kg)	3,57E+00
Imidacloprido (kg)	8,97E-02
Lambda-cialotrina (kg)	9,86E-02
Lufenurom (kg)	1,69E-02
Paraquat (kg)	1,98E-01
Picoxistrobina (kg)	6,69E-02
Piraclostrobin (kg)	2,44E-03
Protiocanazol (kg)	7,81E-02
Sementes (kg)	4,00E+01
Superfosfato Triplo, como P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg)	4,08E+01
Teflubenzurom (kg)	1,20E-02
Thiophanate-methyl (kg)	2,24E-02
Tiametoxam (kg)	1,26E-01
Trifloxistrobina (kg)	6,70E-02
Ureia, como N (kg)	1,84E+00

Os inventários completos dos processos de produção (ou sistemas de cultivo) modais de girassol e soja foram gerados pelo estudo. Nas tabelas 1 e 2 constam as entradas destes inventários, que caracterizam os processos.

### 3.2 Avaliação de Impactos do Ciclo de Vida

Ao se analisar os impactos potenciais da produção de girassol, sete categorias de impacto, das 14 avaliadas, se mostraram importantes: Toxicidade Humana, Ecotoxicidade de Água Doce, Acidificação Terrestre, Ecotoxicidade Terrestre, Formação de Material Particulado, Eutrofização de Água Doce e Mudanças Climáticas (nesta ordem). Em seis, destas sete categorias (excetuando-se a Eutrofização de Água Doce), a etapa do ciclo de vida que mais contribuiu para o impacto ambiental foi a produção agrícola, propriamente (Figura 1).

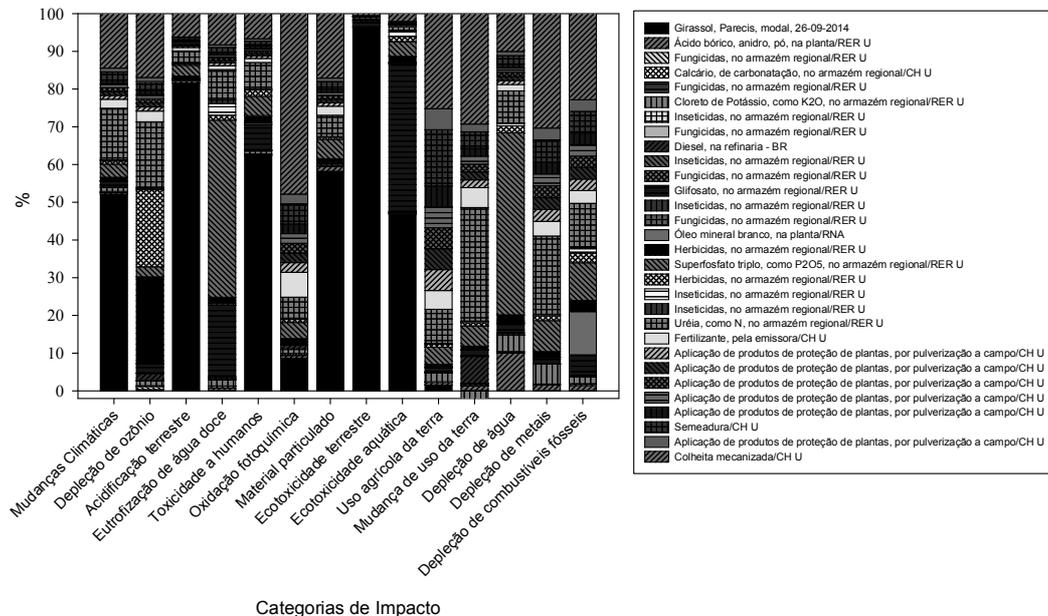


Figura 1. Perfil ambiental da produção de girassol.

Para a Toxicidade Humana e a Ecotoxicidade de Água Doce e Terrestre, a emissão para o solo de metais pesados advindos dos fertilizantes e de resíduos de pesticidas foram os principais causadores dos impactos.

A amônia liberada em consequência da aplicação de fertilizantes nitrogenados foi a substância que gerou os impactos de Acidificação Terrestre e Formação de Material Particulado.

A Eutrofização de Água Doce, por sua vez, foi provocada pelo fosfato emitido para a água no processo de produção do superfosfato triplo. Já a categoria de Mudanças Climáticas foi afetada pela emissão de óxido nitroso, derivado da aplicação de fertilizantes nitrogenados à cultura do girassol.



## IV CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE GESTÃO PELO CICLO DE VIDA

9 a 12 de novembro de 2014

São Bernardo do Campo – SP – Brasil



Também quando o óleo de girassol é analisado, a fase agrícola de produção é a etapa do ciclo de vida onde ocorre a maior geração de impactos ambientais. Para todas as categorias avaliadas, a produção de grãos responde por mais de 90% do impacto.

### 4. Conclusão

A cultura do girassol vem se expandindo no Centro-Oeste do Brasil, particularmente na região de Parecis-MT, maior produtora nacional. Este avanço está calcado em tecnologias como o uso de fertilizantes e pesticidas, com o objetivo de promover altos rendimentos e reduzir as perdas por problemas fitossanitários. Se, por um lado, o bom desempenho produtivo pode concorrer para a maior sustentabilidade (econômica e ambiental) do sistema, por outro, os insumos que se fazem necessários podem causar impactos ambientais, como os relacionados à Toxicidade Humana, Ecotoxicidade de Água Doce, Acidificação Terrestre, Ecotoxicidade Terrestre, Formação de Material Particulado, Eutrofização de Água Doce e Mudanças Climáticas. Assim, o grande desafio para se melhorar o desempenho ambiental da produção de girassol consiste na otimização do uso destes insumos, assim como em práticas de manejo do solo e da cultura que possam mitigar os possíveis efeitos relacionados aos impactos ambientais.

### Referências

- AMM – Associação Mato-Grossense dos Municípios. **Campo Novo do Parecis: maior produtor de girassol do país.** 2014. Disponível em: <http://www.amm.org.br/amm/constitucional/noticia.asp?iId=272829&iIdGrupo=6233>. Acessado em: 14 de jul. de 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14044:** Gestão Ambiental: Avaliação do ciclo de vida: Requisitos e Orientações, Rio de Janeiro, 2009.
- BARBOSA JÚNIOR, A. F. Conceitos e aplicações de análise do ciclo de vida (ACV) no Brasil. **Revista Gerenciais**, v.7, p.39-44, 2008.
- CANALS, L. M. **Contributions to LCA methodology for agricultural systems.** 2003. 250 p. Tesis (Doutorat en Ciències Ambientals) – Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.
- CLAUDINO, E. S.; TALAMINI, E. Análise do ciclo de vida (ACV) aplicado ao agronegócio – uma revisão de literatura. **Rev. Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Agriambi)**, ano 1, v. 17, p. 77-88. 2013.
- 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.