



DESEMPENHO AMBIENTAL DE CANA DE AÇÚCAR: SISTEMA DE PRODUÇÃO CONVENCIONAL VERSUS CONSERVACIONISTA

ENVIRONMENTAL PERFORMANCE OF SUGARCANE: CONVENTIONAL VERSUS CONSERVATIONIST PRODUCTION SYSTEM

MSc. Juliana F. Picoli*, **DSc. Marília I. S. Folegatti Matsuura****, **DSc. Nilza P. Ramos****,
Ing. Mateus F. Chagas***, **DSc. Otávio Cavalett*****, **Ing. Mateus S. G. da Silva******

* **Universidade Estadual de Campinas**, Faculdade de Engenharia Mecânica, Dep. de Energia. R. Mendeleev, 200 - Cidade Universitária, Campinas, SP, Brasil.

E-mail: julianafp@fem.unicamp.br

** **Embrapa Meio Ambiente**. Rod. SP 340, km 127,5, CP 69, CEP 13820-000, Jaguariúna, SP, Brasil. Tel: +55 19 33112731. E-mail: marilia.folegatti@embrapa.br, nilza.ramos@embrapa.br.

*** **Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol**. R. Giuseppe Máximo Scolfaro, 10000, Polo II de Alta Tecnologia, Campinas, SP, Brasil. Tel: +55 19 35121010.

E-mail: mateus.chagas@bioetanol.org.br, otavio.cavalett@bioetanol.org.br.

**** **Usina Açucareira Guaira**. SPV 110 Joaquim Garcia Franco, km 16, Fazenda Rosário, CP 23, CEP 14790-000, Guaira, SP, Brasil. Tel: +55 19 3331-9000. E-mail: mateus@uag.com.br

ABSTRACT:

This article compares the environmental performance of sugarcane produced by two different systems: conventional and no-tillage, the latter characterized by no soil disturb and crop succession. The study was based on the technical requirements of ISO 14040: 2016 and 14044: 2016. The inventories of the production systems used primary data collected from a traditional sugarcane plant. The emissions to environmental compartments were estimated and the background processes were obtained from the ecoinvent v.3 database. The RECIPE Midpoint (H) V1.12 / World RECIPE H method was utilized with the SimaPro® software, v. 8.3.0. Data showed that no-tillage system improved the environmental performance of sugarcane compared to conventional one. This practice brings benefits like the increase of stalk yield in the cane-plant period (about 12%), the elimination of tillage operation and the best use of the land by it adds soybean as an additional product. No-tillage system avoided the emission of about 5.0 t CO₂eq ha⁻¹ per 5-year cycle (a 25% reduction). Therefore, this LCA study endorses, in a quantified way, the environmental benefits of the adoption of conservationist practices, such as no-tillage in sugarcane.

Keywords:

Life Cycle Assessment; Environmental Impact Assessment; sugar-energy sector.

RESUMO:

Este artigo compara o desempenho ambiental da cana-de-açúcar produzida por dois sistemas de produção: convencional e plantio direto - este último caracterizado pelas práticas do plantio direto e da sucessão de culturas. O estudo baseou-se nos requisitos técnicos da ISO 14040:2016 e 14044:2016. Os inventários dos sistemas de produção utilizaram dados primários coletados de uma usina tradicional de cana-de-açúcar. As emissões para os compartimentos ambientais foram estimadas e os processos de segundo plano foram obtidos base de dados ecoinvent v.3. O método RECIPE Midpoint (H) V1.12 / World RECIPE H foi utilizado com o software SimaPro®, v. 8.3.0. Os dados mostraram que o sistema de plantio direto melhorou o desempenho ambiental da cana-de-açúcar em relação ao sistema convencional. Esta prática traz benefícios, como o aumento do rendimento de colmos na cana-planta (cerca de 12%), a eliminação da operação de preparo do solo, além de promover o melhor aproveitamento da terra, ao agregar a soja como produto adicional. O sistema de plantio direto evitou a emissão de cerca de 5,0 t CO₂eq ha⁻¹ por ciclo de 5 anos (uma redução de 25%). Portanto, este estudo de ciclo de vida confirma, de forma quantificada, os benefícios ambientais da adoção de práticas agrícolas conservacionistas, como a de plantio direto em cana-de-açúcar.

Palavras-chave:

Avaliação de Ciclo de Vida; Avaliação de Impacto Ambiental; Setor sucroenergético.

1 | INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma biomassa energética de importância mundial. No Brasil, há a preocupação de reduzir os impactos ambientais de sua produção, introduzindo-se práticas mais sustentáveis. A fase agrícola é sabidamente a maior geradora de impactos do ciclo de vida da cana-de-açúcar (Dias et al., 2016; Seabra et al., 2011), portanto alterações nas práticas agrícolas trazem resultados relevantes para o desempenho ambiental deste produto.

O sistema de plantio direto, caracterizado pelo menor revolvimento do solo, uso de cobertura vegetal e rotação de culturas (Derpsch et al., 2010), é considerado conservacionista e mais sustentável que o convencional. Como benefícios para a cana-de-açúcar, citam-se incrementos da matéria orgânica, da capacidade de retenção de água e da microbiota do solo (Segnini et al., 2013), além da redução de operações pesadas para o preparo do solo, o que diminui a emissão de poluentes derivados da combustão do diesel. A rotação com outras culturas, como leguminosas, ainda reduz emissões derivadas de fertilizantes nitrogenados (Matsuura et al., 2016).

Assim, esta pesquisa teve como objetivo comparar o desempenho ambiental da cana-de-açúcar produzida por dois sistemas diferentes: convencional e plantio direto.

2 | METODOLOGIA

O desempenho ambiental da cana-de-açúcar foi avaliado pela abordagem da avaliação do ciclo de vida (ACV), seguindo os requisitos técnicos das normas ISO 14040:2016 e ISO 14044:2016. O escopo da pesquisa limitou-se a uma unidade de produção de cana-de-açúcar tradicional no estado de São Paulo. A unidade de referência adotada foi um hectare durante um ciclo de produção de cana-de-açúcar, incluindo-se a reforma. O fluxo de referência foi estabelecido com base na produtividade agrícola.

Avaliou-se o desempenho de um sistema convencional (SCONV), com pousio na reforma, e de um sistema de plantio direto (SPD), com soja na reforma. Ambos compreenderam os processos desde a extração de recursos naturais até a produção da cana-de-açúcar, incluindo a produção de soja e seus processos à montante, no SPD. O plantio e a colheita da cana foram totalmente mecanizados, sendo esta última operação realizada sem a queima da palha. Os transportes internos não foram considerados.

Os inventários dos sistemas de produção (SCONV e SPD) foram construídos a partir de dados primários coletados na referida usina, enquanto os inventários de operações agrícolas foram gerados por Cavalett et al. (2016). Também foram usados dados da literatura científica e da base de dados Ecoinvent v3.1 (Weidema et al., 2013). Para o SCONV, a produtividade média é referente a 1 ano de cana-planta (135 t ha⁻¹) e 4 anos de cana-soca (96 t ha⁻¹). Já para o SPD, a produtividade média é referente a 4 meses de soja (3,9 t ha⁻¹ ano⁻¹), 14 meses de cana-planta (151 t ha⁻¹) e 4 anos de cana-soca (105 t ha⁻¹). Para contabilizar a produção de mudas, optou-se por descontá-la da produção total de cana-de-açúcar, conforme Jungbluth et al. (2007).

No SPD, recursos naturais e insumos compartilhados para a produção de cana-de-açúcar e soja, assim como as emissões derivadas do seu uso, foram alocados segundo o critério de tempo de ocupação do solo, segundo Nemecek et al. (2008) e Matsuura et al. (2016). Assim, o fator de alocação para cana-de-açúcar foi de 0,75 e para a soja, 0,25.

As emissões foram calculadas de acordo com Nemecek e Schnetzer (2011) e Canals (2003), regionalizadas para a realidade brasileira. Não foram consideradas emissões de mudança de uso da terra, visto que o canavial em estudada estava estabelecido há mais de 20 anos.

Os impactos foram avaliados pelo método ReCiPe Midpoint (H) V1.12/World ReCiPe H (Goedkoop et al., 2012), com o software SimaPro®, v. 8.3.0.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desempenho ambiental diferiu entre os dois sistemas estudados em todas as categorias de impactos analisadas (Figura 1), com melhores resultados para o SPD, em relação ao SCONV, à exceção da eutrofização de água doce. Atribui-se esta superioridade ao menor número de operações agrícolas, pois não se realiza o preparo do solo, mas principalmente à inclusão da soja como produto adicional, ocupando a terra durante a reforma. Chagas et al. (2015) relataram resultados semelhantes, inclusive uma redução de cerca de 30% nas emissões de gases de efeito estufa (GEE).

Na categoria mudanças climáticas, a redução da emissão de GEE com o uso do SPD, em relação ao SCONV, é da ordem de 25 %, o que equivale a 5,0 t CO₂eq ha⁻¹ por ciclo. De um modo geral, as etapas de produção e uso de fertilizantes e as operações agrícolas impactaram as categorias Mudança Climática, Formação de Material Particulado, Toxicidade Humana e Ecotoxicidade de Água Doce.

Já a produção e uso de pesticidas afetaram as categorias Ecotoxicidade Terrestre e Aquática e Toxicidade Humana. No SPD, a etapa de produção de soja impactou principalmente as categorias Ecotoxicidade Terrestre e Aquática e Eutrofização de Água Doce – esta última influenciada pela emissão de fósforo para águas superficiais por erosão. Para esta estimativa, devido à falta de informação específica para o SPD, foi assumida a mesma perda de solo atribuída ao SCONV, o que corresponde a uma abordagem conservadora. De maneira geral, o plantio direto reduz a erosão, portanto a perda de solo carreando fósforo, e seu efeito sobre a eutrofização de água, podem ser mais baixos que o estimado neste trabalho. Ainda assim, o SPD apresentou melhores resultados em relação ao SCONV.

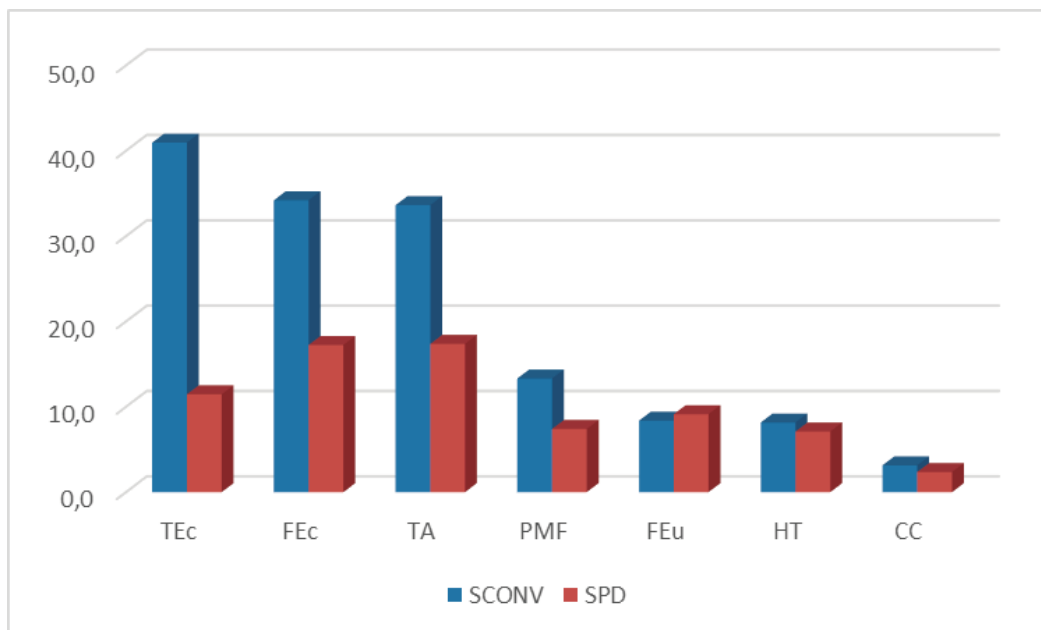


Figura 1. Análise comparativa do desempenho ambiental (normalizado em relação às emissões globais do ano 2000.) da produção de cana-de-açúcar pelos sistemas convencional (SCONV) e plantio direto (SPD). (TEc Ecotoxicidade Terrestre; FEc Ecotoxicidade de Água Doce; TA Acidificação Terrestre; PMF Formação de Material Particulado; FEu Eutrofização de Água Doce; HT Toxicidade Humana; CC Mudança Climática).

4 | CONCLUSÕES

O estudo de avaliação de ciclo de vida confirma, de forma quantificada, os benefícios ambientais da adoção de práticas agrícolas conservacionistas, como a de plantio direto em cana-de-açúcar.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Usina Açucareira Guaira – UAG e à Embrapa, pelo financiamento do projeto QUALICANA (02.11.07.022.00.00).

Referências

- CAVALETT, O., et al. The Agricultural Production Model. In: Antonio Bonomi, Otávio Cavalett, Marcelo Pereira da Cunha, Marco Aurélio Pinheiro Lima. (Org.). Green Energy and Technology. 1st Ed. Switzerland: Springer International Publishing, 2016, p. 13-51.
- CANALS, L. M. Contributions to LCA methodology for agricultural systems. Barcelona, 2003. 250 p. Tesis (Doutorat en Ciéncias Ambientals) – Unitat de Química Física del Departament de Química de la Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.
- CHAGAS, M. F. et al. Environmental and economic impacts of different sugarcane production systems in the ethanol biorefinery. *Biofuels, Bioproducts And Biorefining*, 2015, v. 10, n. 1, p.89-106. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1002/bbb.1623>.
- DERPSCH, R.; FRIEDRICH, T.; KASSAM, A.; HONGWEN, L. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. *International Journal of Agriculture and Biological Engineering*, 2010, v.3, p.1-25.
- DIAS, M. O. S., et al. Use of the VBS to assess biorefinery strategies. In: Antonio Bonomi, Otávio Cavalett, Marcelo Pereira da Cunha, Marco Aurélio Pinheiro Lima. (Org.). Green Energy and Technology. 1st Ed. Switzerland: Springer International Publishing, 2016, p. 189-256.
- GOEDKOOP M., et al. Recipe 2008: Report I: Characterisation. RIVM, The Netherlands, 2012, p. 1-126.
- JUNGBLUTH N., et al. Life Cycle Inventories of Bioenergy. Final report ecoinvent data v2.0 No. 17. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH, 2007, p. 169-189.
- MATSUURA, M. I. S. F., et al. Life-cycle assessment of the soybean-sunflower production system in the Brazilian Cerrado. *Int J Life Cycle Assess*, 2016, v. 22, p. 492-501.
- NEMECEK, T., SCHNETZER, J. Methods of assessment of direct field emissions for LCIs of agricultural production systems. Zurich, Data v3.0, 2011.
- NEMECEK T., et al., Environmental impacts of introducing grain legumes into European crop rotations. *Eur J Agron*, 2008, v. 28, p. 380–393.
- SEABRA, J. E. A., et al. Life cycle assessment of Brazilian sugarcane products: GHG emissions and energy use. *Biofuels, Bioprod. Bioref.*, 2011, v. 5, p. 519 – 532.
- SEGNINI, A.; et al. Carbon stock and humification index of organic matter affected by sugarcane straw and soil management. *Scientia Agricola*, Piracicaba, 2013, v.70, n.5, p.321-326.
- WEIDEMA, B.P., et al. Overview and Methodology e Data Quality Guideline for the Ecoinvent Database. Version 3 e Ecoinvent Report 1(v3). The ecoinvent Centre, 2013.



Carbon and Water Footprint

CILCA 2017

VII Conferencia Internacional de
**Análisis de Ciclo de
Vida en Latinoamérica**

12 al 15 de junio de 2017

Medellín - Colombia