



IV CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE GESTÃO PELO CICLO DE VIDA

9 a 12 de novembro de 2014

São Bernardo do Campo – SP – Brasil



Avaliação de impactos ambientais de diferentes sistemas de produção de cana-de-açúcar: convencional e conservacionista

¹BARRANTES LS, ²FOLEGATTI-MATSUURA MIS, ²RAMOS NP

¹UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ – UTFPR

Av. Sete de Setembro, 3165, Rebouças, Curitiba, PR

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA MEIO AMBIENTE

²Rodovia SP 340, Km 127,5, Tanquinho, Jaguariúna - SP

O setor sucroenergético brasileiro é responsável pela produção anual de mais de 38 milhões de toneladas de açúcar e cerca de 27 bilhões de litros de etanol. A pressão social por práticas ambientalmente mais aceitáveis tem levado o setor a modificar seu atual sistema de produção. Neste contexto de mudança se inclui a interrupção da queima pré-colheita, que por sua vez possibilita a adoção de técnicas já consolidadas em outros setores agrícolas, como o plantio direto. O objetivo deste trabalho foi comparar o desempenho ambiental de dois sistemas de cultivo de cana-de-açúcar, convencional e plantio direto em rotação com soja, especificamente quanto às etapas de pré-plantio e plantio. Ambos os sistemas foram empregados em uma usina paulista, localizada em área tradicional, mas sob bioma de cerrado. Os resultados mostraram que o sistema convencional implica em maior impacto na categoria “Mudanças Climáticas”, e o de plantio direto na “Depleção Fóssil”. Contudo, observou-se um melhor desempenho do sistema conservacionista, que agrega um produto adicional (e que apresenta menor carga ambiental), com a mesma ocupação de terras. Conclui-se que é de extrema importância a busca por práticas agrícolas mais sustentáveis na cultura canavieira, que já começa a mostrar resultados positivos.

1. Introdução

Desde o início da colonização, a cana-de-açúcar tem grande contribuição para o desenvolvimento do Brasil. Atualmente, o setor sucroenergético brasileiro é responsável pela produção anual de 38,25 milhões de toneladas de açúcar e de 27,62 bilhões de litros de etanol. A extensão da área de canavicultura para abastecer esta agroindústria é de 9.098,03 mil hectares (CONAB, 2014). Iniciativas vêm sendo tomadas visando à redução dos impactos ambientais da atividade, já que, por ser praticada em larga escala, seus impactos são também de grandes proporções, principalmente no Estado de São Paulo, que concentra 51,43% da área plantada do país, correspondendo a mais de 4,6 milhões de hectares (CONAB, 2014).

Dentre outros protocolos agroambientais, a Lei Estadual (São Paulo) 11.241, de 19/set/2002, foi criada a fim de proibir a queimada pré-colheita, impulsionando a adoção de práticas de manejo mais conservacionistas, como a manutenção de restos culturais (palhada) e a menor movimentação de solo durante o preparo e plantio da cultura, o que por consequência viabiliza o sistema plantio direto.

A prática do sistema plantio direto (PD) já é consolidada na área de produção de grãos e consiste na semeadura em solos não preparados mecanicamente, sendo apenas realizada a abertura de sulcos sob restos vegetais de cultivos anteriores (DERPSCH, 2008). Estes resíduos, além de



IV CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE GESTÃO PELO CICLO DE VIDA

9 a 12 de novembro de 2014

São Bernardo do Campo – SP – Brasil



protegerem o solo de erosão, possibilitam a ciclagem de nutrientes nos cultivos posteriores (ROSOLEM et al., 2003).

Já o preparo do solo convencional movimentava intensamente o solo, uma vez que inverte e revolve uma camada de terra, destrói e incorpora os restos vegetais e destorroa e nivela a superfície antes do plantio (STORINO et al., 2010).

Na canavieira, o sistema plantio direto não era muito empregado, pois a operação de queima pré-colheita impedia a manutenção de resíduos vegetais e a alta compactação exigia revolvimentos profundos do solo. Atualmente, com o plantio da soja no período de reforma e a manutenção de palhada pela interrupção da queima, já é possível implantar este sistema (BOLONHEZI et al., 2007).

Assim, no presente trabalho comparou-se o sistema convencional de preparo e plantio de cana-de-açúcar com o sistema plantio direto, após o cultivo de soja. Os levantamentos foram feitos em duas fazendas canavieiras do município de Guaira-SP, utilizando Análise de Ciclo de Vida (ACV).

Os fatores que mais interferem na produção e qualidade da cana-de-açúcar, segundo César et al. (1987), são a interação edafoclimática (solo e clima), o manejo da cultura e a cultivar escolhida. Logo, para o estudo foram selecionadas duas fazendas (Santa Bárbara e Flamboyant) semelhantes quanto ao solo e clima (Ambiente de Produção B) e tempo de cultivo. Para a operação de plantio também foi utilizado o mesmo maquinário, com diferenças apenas no preparo do solo, que ocorreu apenas para o sistema convencional.

Sabe-se que o ideal seria comparar sistemas que adotam a mesma variedade de cana-de-açúcar, entretanto, como foram estudadas áreas de produção comercial, e não experimental, as fazendas selecionadas corresponderam às mais homogêneas dentre as opções disponíveis.

Ainda assim, comparando as descrições da UDOP (2014) para a variedade IAC 91-1099 e de DAROS et al. (2010) para a variedade RB 965902, observou-se que ambas são semelhantes em termos de produtividade agrícola; brotação, perfilhamento e fechamento de entrelinhas; e adequação à colheita mecanizada (devido ao porte). Assumiu-se então que a escolha de diferentes cultivares não causou grande interferência nos resultados.

2. Objetivo e escopo

A metodologia usada neste trabalho foi baseada nos requisitos das normas ABNT NBR ISO 14040:2009 e ABNT NBR ISO 14044:2009 (ABNT, 2009 a,b). O objetivo do estudo foi “avaliar e comparar o desempenho ambiental e energético da fase de preparo e plantio da cana-de-açúcar sob o sistema convencional e de plantio direto em rotação com soja”

O seguinte Escopo foi definido:

Sistema de produto: etapas de preparo do solo e plantio da cana-de-açúcar, nos sistemas convencional e de plantio direto em rotação com soja.

Unidade de análise: uma tonelada de cana-de-açúcar.

Fronteiras do sistema: o sistema estudado abrangeu os processos de preparo do solo e plantio da cana-de-açúcar; de produção da soja (exclusivamente no sistema de plantio direto); de produção dos insumos agrícolas; e de produção e distribuição do óleo diesel.



IV CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE GESTÃO PELO CICLO DE VIDA

9 a 12 de novembro de 2014

São Bernardo do Campo – SP – Brasil



Método de Avaliação do Ciclo de Vida (AICV) e categorias de impacto ambiental: ReCiPe Midpoint H, World. Foram consideradas as categorias de impacto Mudanças Climáticas e Depleção Fóssil.

Requisitos da qualidade dos dados: i) cobertura temporal: 2012/2013; ii) cobertura espacial: fazendas comerciais de cana-de-açúcar do cerrado paulista; iii) cobertura tecnológica: o sistema convencional abrangeu as operações de aplicação de torta de filtro, eliminação química da soqueira, aplicação de calcário e gesso, duas gradagens niveladoras, sulcação e adubação, distribuição de mudas, cobrição das mudas e retampa; o sistema de plantio direto abrangeu a aplicação de torta de filtro, aplicação de calcário, dessecação da soja, sulcação e adubação, fertirrigação, distribuição das mudas de cana-de-açúcar sobre a palhada da soja, cobrição e retampa manual. O ciclo de produção da soja abrangeu a eliminação química da soqueira, dessecação de folhas largas, plantio e adubação, aplicações de pesticidas e colheita.

Alocação: Não coube alocação. A carga ambiental dos grãos de soja produzidos no sistema conservacionista foi atribuída ao produto “grãos de soja”.

3. Inventários do ciclo de vida (ICV)

As entradas de material e energia das etapas de preparo do solo e plantio foram levantadas a campo e as emissões atmosféricas foram estimadas de acordo com IPCC (2006). Os inventários podem ser observados na Tabela 1.

4. Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida

Os dados normalizados mostraram ser impacto de Mudanças Climáticas muito mais significativo que o impacto de Depleção Fóssil (Figura 1).

Avaliando-se os sistemas de produção separadamente, foi possível identificar que as emissões de gases de efeito estufa (GEE), especialmente de óxido nitroso, geradas durante as operações de pré-plantio e plantio do sistema convencional (Figura 2), são as principais determinantes para as Mudanças Climáticas, respondendo por 81,7% deste impacto. As operações agrícolas (produção e uso de maquinário e diesel), principalmente o plantio, bem como a produção do MAP, foram os maiores responsáveis pela geração de emissões de dióxido de carbono fóssil, logo também contribuíram para este impacto.

Quanto à Depleção Fóssil, no sistema convencional, as operações agrícolas (plantio, gradagem, aspersão de produtos fitossanitários e fertilização) foram as principais responsáveis por este impacto. A produção de MAP e de alguns pesticidas, como o glifosato, também contribuíram para a Depleção Fóssil.

No sistema de plantio direto (Figura 3), as emissões geradas durante as etapas de preparo de solo e plantio, incluindo a produção da soja (que antecede o plantio direto da cana-de-açúcar), responderam por 38,9% do impacto de Mudanças Climáticas, devido à emissão de óxido nitroso (que está ligada principalmente a adições nitrogenadas). A produção de vinhaça também contribuiu consideravelmente para geração dos GEE (29,3%).

Tabela 1: ICVs do Sistema Convencional e do Plantio Direto

Sistema Convencional		Plantio Direto		Sistema Convencional		Plantio Direto	
Saídas para a tecnosfera				Saídas para a tecnosfera			
Cana IAC 1099	3,72E+07			Cana IAC 1099	3,72E+07		
Cana RB 965902		1,35E+07		Cana RB 965902		1,35E+07	
Soja			3,81E+05	Soja			3,81E+05
Entradas da natureza (ha)				Emissões para atmosfera (kg)			
Ocupação de terras	2,66E+02	9,68E+01	9,68E+01	Chumbo	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Entradas da tecnosfera (kg)				Metano	1,60E+01	2,89E-01	1,16E+00
Diesel	1,24E+05	2,24E+03	9,02E+03	Benzeno	9,03E-01	1,64E-02	6,58E-02
Mudas	6,22E+06	2,46E+06		Cádmio	1,24E-03	2,24E-05	9,02E-05
Sementes			7,74E+03	Cromo	6,19E-03	1,12E-04	4,51E-04
Torta de filtro	7,97E+06		2,90E+06	Cobre	2,10E-01	3,81E-03	1,53E-02
Vinhaça		8,13E+06		Óxido de nitrogênio	3,15E+03	3,42E+02	3,78E+02
Calcário dolomítico	3,26E+05		1,26E+05	Níquel	8,66E-03	1,57E-04	6,31E-04
Gesso agrícola	3,59E+05			Zinco	1,24E-01	2,24E-03	9,02E-03
Óleo mineral		8,42E+01	1,50E+02	Benzo(a)pireno	3,71E-03	6,73E-05	2,70E-04
Regulador de cresc.	1,34E+02	4,88E+01		Amônia	7,32E+02	2,90E+02	1,36E+02
Inoculante			2,42E+02	Selênio	1,24E-03	2,24E-05	9,02E-05
Fertilizante	4,22E+04	1,86E+04	1,49E+04	Benzo(a)antraceno	9,90E-03	1,79E-04	7,21E-04
Herbicida	1,47E+03	4,10E+01	1,17E+03	Benzo(a)fluorantreno	6,19E-03	1,12E-04	4,51E-04
Fungicida	1,39E+02	5,08E+01	9,41E+01	Criseno	2,47E-02	4,49E-04	1,80E-03
Inseticida		1,94E+01	3,16E+02	Dibenzo(a,h)-antraceno	1,24E-03	2,24E-05	9,02E-05
Emissões para atmosfera (kg)				Fluoranteno	5,57E-02	1,01E-03	4,06E-03
Hidrocarbonetos	1,29E+02	3,79E+00	9,90E+00	Fenanteno	3,09E-01	5,61E-03	2,25E-02
Óxidos de nitrogênio	1,93E+03	7,65E+01	1,76E+02	MP2,5	1,56E+05	2,17E+03	3,25E+04
Monóxido de carbono	2,66E+02	6,53E+00	1,41E+01	Óxido nítrico	9,42E+01	3,67E+01	1,65E+01
Dióxido de carbono	1,04E+06	7,00E+03	8,81E+04	CO2 fóssil	1,16E+04	4,63E+03	2,16E+03
Dióxido de enxofre	1,25E+02	2,27E+00	9,11E+00				

Fonte: Autores (2013).

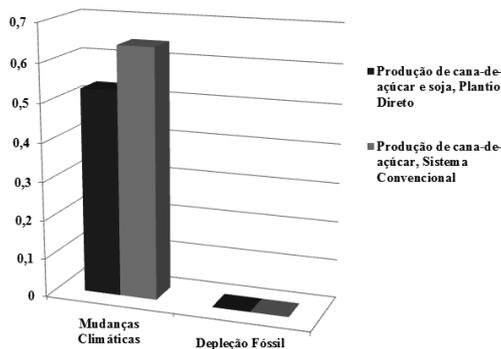


Figura 1: AICV após normalização.

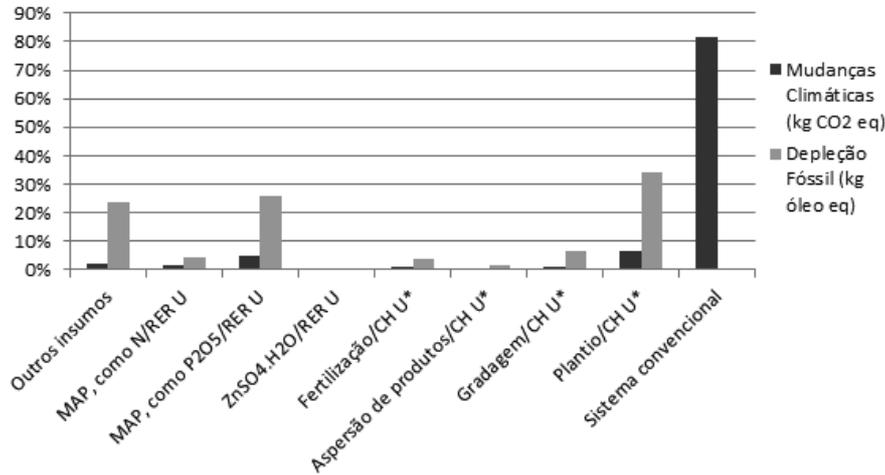


Figura 2: AICV do sistema convencional. *Impactos da produção e uso de maquinário e diesel.

Já quanto ao impacto de Depleção Fóssil, muitos foram os processos consumidores deste recurso não-renovável: operações agrícolas, produção de fertilizantes (SSP, MAP e vinhaça) e pesticidas (glifosato). De um modo geral, esse impacto é distribuído de forma relativamente balanceada dentre os processos, não indicando pontos críticos.

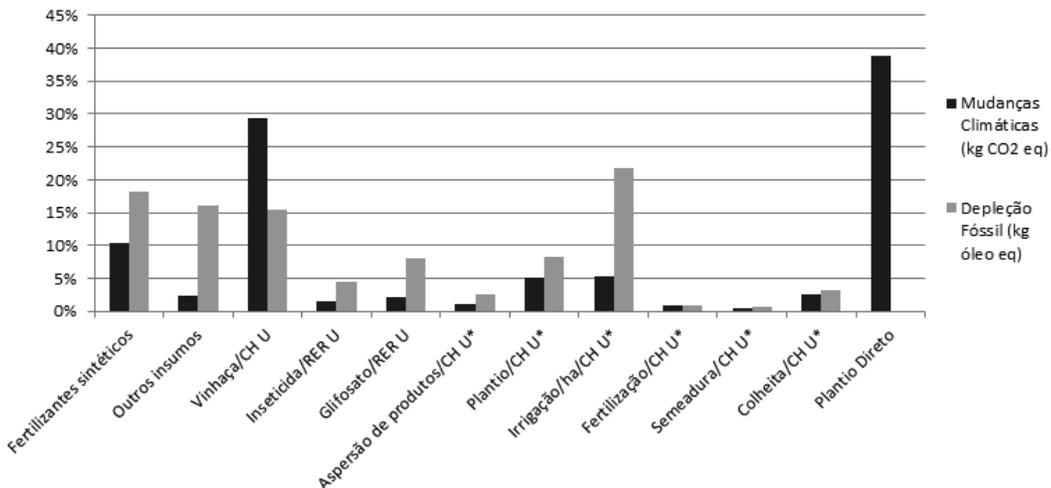


Figura 3: AICV do sistema de plantio direto.



IV CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE GESTÃO PELO CICLO DE VIDA

9 a 12 de novembro de 2014

São Bernardo do Campo – SP – Brasil



Considerando o sistema integrado de produção de cana-de-açúcar em rotação com soja, a produção de cana teve uma contribuição maior, tanto para as Mudanças Climáticas quanto para a Depleção Fóssil, respondendo por 64,8% e 59,7 % destes impactos, respectivamente.

Este resultado se mostra muito positivo para o sistema de plantio direto aplicado à canavieira, pois além de agregar uma produção adicional de cerca de 4 t/ha de soja, a partir da ocupação da mesma terra, e melhorar as características do solo, o cultivo da soja mostrou um desempenho ambiental mais favorável que o da cana, aumentando a sustentabilidade do sistema.

A médio prazo, a prática contínua da rotação de culturas e a manutenção dos restos vegetais no solo podem melhorar este desempenho, já que é conhecido o potencial de fixação de nitrogênio no solo pela leguminosa, o que reduz a necessidade de fertilização, melhora a reserva hídrica, favorece a microbiologia do solo e aumenta seu estoque de carbono (CERRI et al., 2007). Assim, outros impactos positivos podem ser esperados.

Conclui-se que é de extrema importância a busca por práticas agrícolas mais sustentáveis na cultura canavieira, dentre elas o plantio direto, já que esta cultura ocupa grandes extensões de terra e tem importante participação na economia brasileira.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT, a). NBR ISO 14040. Rio de Janeiro, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT, b). NBR ISO 14044. Rio de Janeiro, 2009.
- BOLONHEZI, D., MUTTON, M. A., MARTINS, A. L. M. Sistemas conservacionistas de manejo de solo para amendoim cultivado em sucessão à cana crua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 939-947, 2007.
- CERRI, Carlos Eduardo et al. Tropical agriculture and global warming: Impacts and mitigation options. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 64, n.1, p 83-99, 2007.
- CÉSAR, M. A. A., DELGADO, A. A., CAMARGO, A. P., BISSOLI, B. M. A., SILVA, F. C. Capacidade de fosfatos naturais e artificiais em elevar o teor de fósforo no caldo de cana-de-açúcar (cana-planta), visando o processo industrial. **STAB: Açúcar, Alcool e Subprodutos**, v.6, p.32-38, 1987.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar: Segundo levantamento da safra 2014/2015. Agosto de 2014.
- DAROS, E. C. et al. **Liberação nacional de novas variedades “RB” de cana-de-açúcar**. Curitiba: Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro, 2010. 64 p.
- DERPSCH, Rolf. Expansão mundial do plantio direto. **Revista Plantio Direto**, 2008.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL OF CLIMATE CHANGE – IPCC. Guidelines for national greenhouse gas inventories. 2006
- UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA (UDOP). Características agrônomicas das variedades IAC. Disponível em < http://www.udop.com.br/index.php?item=variedades_iac>.
- ROSOLEM, C. A., CALONEGO, J. C., FOLONI, J. S. S. Lixiviação do potássio da palhada de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 355-362, 2003.
- STORINO, M., FILHO, A. P., KURACHI, S. A. **Cana-de-açúcar: Aspectos operacionais do preparo do solo**. 1 ed. Campinas: Casagrande, 2010.