

**Avaliação de impactos
ambientais com o Ambitec-Agro:
estudo de caso do Sistema de
Plantio Direto de Hortaliças**



Foto: Ítalo Ludke

ISSN 1677-2229

Outubro, 2014

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Hortaliças
Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 117

Avaliação de impactos ambientais com o Ambitec- Agro: estudo de caso do Sistema de Plantio Direto de Hortaliças

Carlos Eduardo Pacheco Lima

Jackeline Siqueira Castro

Nuno Rodrigo Madeira

Mariana Rodrigues Fontenelle

Embrapa Hortaliças
Brasília, DF
2014

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Hortaliças

Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9

Caixa Postal 218

Brasília – DF

CEP 70.351-970

Fone: (61)3385.9000

Fax: (61)3556.5744

Home page: www.embrapa.br

E-mail: sac@embrapa.br

Comitê Local de Publicações da Embrapa Hortaliças

Presidente: *Warley Marcos Nascimento*

Editor Técnico: *Ricardo Borges Pereira*

Supervisor Editorial: *George James*

Secretária: *Gislaine Costa Neves*

Membros: *Mariane Carvalho Vidal*

Jadir Borges Pinheiro

Fabio Akyoshi Suinaga

Italo Moraes Rocha Guedes

Carlos Eduardo Pacheco Lima

Caroline Pinheiro Reyes

Daniel Basílio Zandonadi

Marcelo Mikio Hanashiro

Normalização bibliográfica: *Antonia Veras de Souza*

Editoração eletrônica: *André L. Garcia*

1ª edição

1ª impressão (2014): 1.000 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610)

Dados internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Hortaliças

LIMA, C. E. P.

Avaliação de impactos ambientais com o Ambitec-Agro: estudo de caso do Sistema de Plantio Direto de Hortaliças / Carlos Eduardo Pacheco Lima ... [et al.]. – Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014.

24 p. - (Boletim Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Hortaliças, ISSN 1677-2229; 117).

1. Impacto ambiental. 2. Conservação do solo. 3. Água. I. Castro, Jackeline Siqueira. II. Madeira, Nuno Rodrigo. III. Fontenelle, Mariana Rodrigues. IV. Título. V. Série.

CDD 635.642

©Embrapa, 2014

Sumário

Resumo	5
Abstract.....	7
Introdução.....	8
Material e Métodos.....	9
Resultados e Discussão.....	12
Conclusões.....	19
Referências	19

Avaliação de impactos ambientais com o Ambitec-Agro: estudo de caso do Sistema de Plantio Direto de Hortaliças

Carlos Eduardo Pacheco Lima¹

Jackeline Siqueira Castro²

Nuno Rodrigo Madeira³

Mariana Rodrigues Fontenelle⁴

Resumo

O cultivo de hortaliças no Brasil, de modo geral, é realizado com intenso revolvimento do solo e elevado aporte de insumos. Os impactos ambientais associados a esse cenário são muitos e alternativas sustentáveis devem ser buscadas. Uma alternativa é a adoção de sistemas conservacionistas, dentre os quais o sistema de plantio direto de hortaliças tem se destacado pela manutenção de índices satisfatórios de produtividade associado aos benefícios ambientais de sua adoção. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os impactos ambientais da adoção do sistema de plantio direto

¹ Eng. Ambiental, DSc. – Solos e Nutrição de Plantas – Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

² Eng. Ambiental, Mestranda em Engenharia Civil – Sanitária e Ambiental – Universidade Federal de Viçosa, MG.

³ Eng. Agrônomo, DSc. – Fitotecnia – Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

⁴ Bióloga, DSc. – Microbiologia Agrícola – Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

de hortaliças. Para tal, utilizou-se a metodologia Ambitec-Agro. O preenchimento das planilhas foi feito com base na resposta a um questionário aplicado a técnicos que trabalham com o tema, de opiniões de produtores rurais que já utilizam a tecnologia e de observações efetuadas a campo. Os resultados mostram que a adoção da tecnologia gera impacto ambiental positivo, com destaque para a conservação do solo.

Palavras-chave: Ambitec-Agro, conservação de solo e água, manejo do solo

Environmental Impact Assessment using Ambitec-Agro: a case study of vegetables crops cultivated with no-tillage systems

Abstract

Vegetable crops cultivation in Brazil, in general, is done with intense soil disturbance and high inputs of water, fertilizers and pesticides. High environmental impacts can be associated with this scenario and sustainable alternatives are desirable. **An alternative** is the adoption of conservation systems, like no-tillage, which maintain satisfactory yield levels with the environmental benefits of its adoption. This study aimed to evaluate the environmental impacts of the adoption of no-tillage in vegetable crops cultivation. The Ambitec-Agro software was used for technology impact evaluation . The information needed was obtained from a questionnaire submitted to technicians involved with the subject-matter, opinions of farmers and field observation by the authors. The **results** suggests that this technology **generates** an positive impact on the agroecosystems studied, especially in terms of soil conservation.

Keywords: Ambitec-Agro, soil and water conservation, soil management.

Introdução

O sistema de plantio direto (SPD) fundamenta-se na ausência de revolvimento e/ou revolvimento mínimo do solo, na rotação de culturas e cobertura permanente do solo agrícola (FREITAS, 2002). Dessa forma, ele tem como benefícios ambientais, quando comparados aos sistemas convencionais, a manutenção da estrutura do solo (ASSIS; LANÇAS, 2010) e conseqüentes reduções dos processos erosivos e aumento de infiltração de água (HERNANI; FABRÍCIO, 1999), incremento nos estoques de matéria orgânica, biomassa microbiana (FIGUEIREDO et al. 2007; CARNEIRO et al., 2009) e nutrientes (SIQUEIRA NETO et al., 2010), redução da temperatura do solo, entre outros.

Embora bastante difundido para grandes culturas, principalmente grãos, o uso do sistema de plantio direto para o cultivo de hortaliças acontece ainda de maneira pontual. Para Fayad e Mondardo (2004), o desenvolvimento de sistemas de plantio direto de hortaliças é um campo em crescente expansão, caracterizado pela menor mobilização, presença de resíduos culturais na superfície do solo e pela maior diversificação dos cultivos. Esse sistema visa melhorar a produtividade e conservação dos recursos naturais, especialmente pela estabilização da estrutura do solo e diminuição sensível da erosão. Um dos principais diferenciais do Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) é que se faz necessário a sucessão de culturas comerciais (hortaliças) com plantas de cobertura para a produção da palhada. Trabalhos com SPDH têm mostrado redução da perda de solo por erosão (CAIXETA et al., 2009), redução da necessidade de água para irrigação (MAROUELLI et al., 2006 e MAROUELLI et al., 2010) e controle de plantas espontâneas (KIELING et al., 2009), com manutenção de bons índices de produtividade. Espera-se, portanto, que o SPDH reduza os impactos negativos dos sistemas produtivos de hortaliças, sobretudo aqueles relacionados à qualidade de solos e da água.

Visando o atendimento de uma forte demanda institucional, um grupo de pesquisadores da Embrapa desenvolveu um Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica Agropecuária, denominado de Sistema Ambitec-Agro (RODRIGUES et al., 2003a). Monteiro e

Rodrigues (2006) ressaltam que tal sistema é baseado em indicadores objetivos, construído em uma plataforma flexível, aceitável para uma grande diversidade de atividades rurais, situações ambientais e suas combinações. Rodrigues et al. (2003b) descrevem o sistema como um conjunto de planilhas eletrônicas (plataforma MS-Excel) relacionadas à avaliação de quatro aspectos da atividade agropecuária resultante da inovação tecnológica: a) sua magnitude; b) eficiência tecnológica; c) conservação ambiental; e d) recuperação ambiental. Cada um desses aspectos consiste de uma série de indicadores de desempenho ambiental da tecnologia, que por sua vez, são constituídos de componentes em matrizes automáticas de ponderação. O objetivo do presente trabalho é apresentar a avaliação de impactos ambientais realizada para a adoção da tecnologia Sistema de Plantio Direto de Hortaliças, destacando os principais pontos de influência sobre o meio ambiente natural.

Material e Métodos

Para a realização da avaliação de impactos ambientais utilizou-se o sistema Ambitec-Agro (RODRIGUES et al., 2003a). Tal sistema é composto por um conjunto de planilhas eletrônicas que consideram quatro aspectos principais na avaliação de impactos ambientais, quais sejam: alcance, eficiência, conservação e recuperação ambiental. Cada um dos aspectos é organizado em matrizes de ponderação automatizadas, onde são determinados os coeficientes de impacto (para cada aspecto ou componente) e o índice agregado de impacto ambiental da inovação agropecuária (índice que engloba a avaliação integrada de todos os aspectos). Os conjuntos de fatores de ponderação considerados na análise são dois sendo eles àqueles referentes à escala de ocorrência e ao peso do componente.

As escalas de ocorrência do impacto podem ser divididos em: Pontual; Local; e Entorno. A elas são atribuídos os fatores de ponderação 1, 2 e 5, respectivamente (RODRIGUES et al., 2003a). Entende-se por impacto pontual aquele de ocorrência restrita à área de cultivo. O impacto local, por sua vez, pode ser entendido como aquele que

pode ser sentido externamente à área de cultivo, porém restrito à propriedade agrícola. Já o impacto no entorno pode ser entendido como aquele cujos efeitos externem os limites da propriedade. Para alguns componentes, entretanto, o sistema Ambitec-Agro apresenta restrições a escalas pontuais, devido à natureza deles. Esse fato pode ser exemplificado pelos indicadores do aspecto eficiência tecnológica e do componente qualidade do solo, cujos impactos das atividades agrícolas são impreterivelmente observados na área de cultivo.

O segundo conjunto de fatores de ponderação utilizado nas matrizes de efeito da tecnologia refere-se ao peso do componente para a formação do indicador de impacto ambiental. Esses pesos são passíveis de alteração quando em situações específicas, em que o usuário julgue os valores originais inadequados para uma boa avaliação, desde que a soma deles seja igual a +1 ou -1, a depender da direção do impacto (se positivo ou negativo) (RODRIGUES et al., 2003 a). As ponderações em questão podem, portanto, ser entendidas como um indicativo da importância do indicador na formação do componente do qual faz parte.

A avaliação de impactos ambientais (AIA) realizada pelo sistema Ambitec-Agro é baseada ainda em entrevistas a produtores rurais e/ou visitas de campo na área a ser avaliada (RODRIGUES et al., 2003a). No presente trabalho foi utilizada uma adaptação do método na qual a AIA foi baseada na aplicação de um questionário a 10 técnicos dos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais, Paraná e Distrito Federal, com experiência comprovada no tema, entre agentes das Assistências Técnicas e Extensão Rural (ATERs) e pesquisadores, das considerações feitas por produtores rurais usuários da tecnologia em três dias de campo realizados no ano de 2012, sendo dois deles na zona rural do município de Nova Friburgo, RJ e um em Carandaí, MG, além de observações efetuadas in loco, em áreas de produção que já utilizam o Plantio Direto de Hortaliças nas cidades de Brasília, DF, Nova Friburgo, RJ, Carandaí, MG e Paraopeba-MG. As entrevistas dos técnicos foram a base para o preenchimento das planilhas eletrônicas, tendo as outras modalidades de coleta de informações as funções de referendar aquelas obtidas nas entrevistas e de preencher possíveis lacunas. O preenchimento das planilhas com base na opinião de

técnicos com conhecimento sobre o tema assemelha-se ao método utilizado por Galharte e Crestana (2010).

O preenchimento das planilhas eletrônicas é feito por meio da inserção dos coeficientes de alteração (Tabela 1) observados para cada indicador. São avaliados pelo sistema os seguintes aspectos: Eficiência Tecnológica, cujos indicadores representam alterações nos componentes uso de agroquímicos, uso de energia e uso de recursos naturais; Conservação Ambiental, cujos indicadores representam alterações nos componentes atmosfera, qualidade do solo, qualidade da água e biodiversidade; e Recuperação Ambiental. Ao todo são avaliados 37 indicadores. Com base nos resultados obtidos, cada indicador componente do Sistema Ambitec-Agro foi valorado como disposto na Tabela 2 e tais valores foram lançados nas planilhas eletrônicas MS-Excel, disponíveis para download no sítio da Embrapa Meio Ambiente. Os fatores de ponderação referentes ao peso do componente foram mantidos como originalmente propostos. Foram obtidos, então, os resultados quantitativos dos impactos, quais sejam: os coeficientes de impactos dos componentes e dos aspectos, bem como o índice agregado de impacto ambiental da tecnologia selecionada. Tais coeficientes de impacto e índice de impacto ambiental foram então avaliados e interpretados de acordo com a escala que varia de -15 (maior impacto negativo) a + 15 (maior impacto positivo).

Tabela 1. Efeitos da inovação tecnológica e coeficientes de alteração do componente a serem inseridos nas células das matrizes de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica (Rodrigues et al., 2003a).

Efeito da tecnologia na atividade do agronegócio sob as condições de manejo específicas	Coefficiente de alteração do componente
Grande aumento no componente	+ 3
Moderado aumento no componente	+ 1
Componente inalterado	0
Moderada diminuição no componente	-1
Grande diminuição no componente	-3

Resultados e Discussão

A AIA da adoção do Sistema de Plantio Direto de Hortaliças mostrou uma predominância de impactos ambientais em escala pontual (restrito à área de cultivo) para a maioria dos componentes do Ambitec-Agro. Apenas os impactos referentes aos componentes Atmosfera e Qualidade da Água foram observados e/ou considerados como extrapolando os limites da propriedade agrícola e, portanto, tendo a ponderação atribuída à escala de entorno.

Os coeficientes de Impacto Ambiental referentes aos indicadores de Eficiência tecnológica (Figura 1) que são uso de agroquímicos, de energia e de recursos naturais, mostram um decréscimo na dependência do uso de agrotóxicos e fertilizantes, de energia e de água para irrigação.

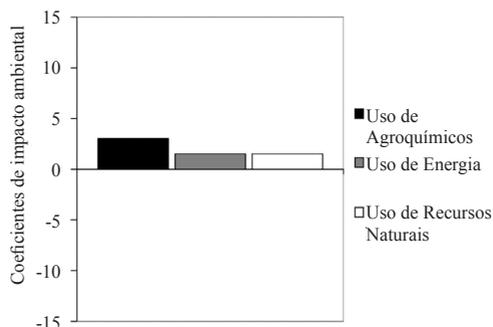


Figura 1. Coeficiente de impacto ambiental dos Indicadores Agregados de Eficiência Tecnológica

Numa escala que vai de -15 (maior impacto ambiental negativo) a +15 (maior impacto ambiental positivo), o coeficiente de impacto para o componente Uso de Agroquímicos foi 3. Isso corresponde a um pequeno impacto ambiental positivo em decorrência do uso dessa tecnologia. Esse resultado se deve a uma pequena redução (-1) da frequência de aplicação e da variedade de pesticidas utilizados, bem como de um menor uso (-1) de fertilizantes e corretivos, ocasionando impactos ambientais positivos nessas variáveis (Figura

2). A redução da frequência de aplicação e da variedade de pesticidas observada pelos entrevistados podem estar relacionadas à menor pressão de pragas, doenças e plantas espontâneas, como observado ou relatado por Kieling et al., (2009). Langenbach et al., (2001), observaram ainda que a cobertura vegetal morta depositada sobre os solos submetidos ao plantio direto (PD) funciona como barreira de retenção de pesticidas, diminuindo assim o potencial de lixiviação e, conseqüentemente, reduzindo a necessidade de aplicações contínuas de tais produtos.

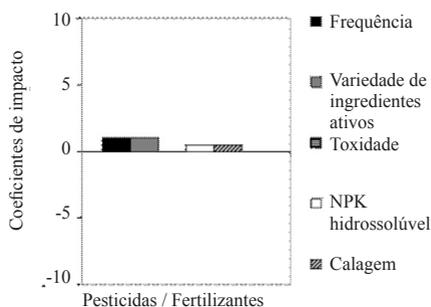


Figura 2. Coeficientes de impacto dos indicadores do componente Uso de Agroquímicos.

Para o indicador Uso de Energia, o coeficiente de impacto encontrado foi de 1,5, também correspondente a um baixo impacto ambiental positivo. Tal impacto foi devido a uma pequena redução no uso de eletricidade (-1), principalmente utilizada para o funcionamento dos sistemas de irrigação (Figura 3). Foi constatado, portanto, também uma redução da necessidade de água para irrigação (Figura 4), implicando no pequeno impacto ambiental positivo (1,5) observado para os indicadores de Uso de Recursos Naturais.

A redução da necessidade de água para irrigação em SPDH foi observada por (MAROUELLI et al., 2006 e MAROUELLI et al., 2010). A economia de água ocasionada pelo uso do PD também tem sido observada para outras culturas (BIZARI, 2007; STONE et al., 2012).

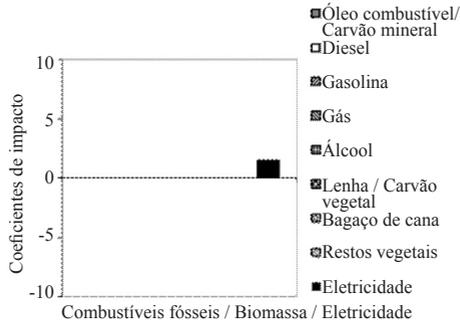


Figura 3. Coeficientes de impacto dos indicadores do componente Uso de Energia.

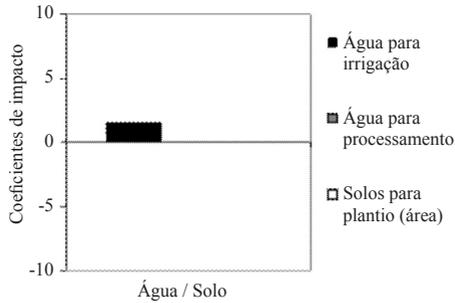


Figura 4. Coeficientes de impacto dos indicadores do componente Uso de Recursos Naturais.

Os coeficientes de Impacto Ambiental referentes ao aspecto Conservação Ambiental (Figura 5) mostram que houve uma melhoria na qualidade do ar, do solo e da água devido ao uso do SPDH.

O coeficiente de impacto positivo observado para o componente atmosfera (Figura 5) se deve à redução da emissão de gases de efeito estufa (GEEs) produzidos em decorrência da adoção do sistema de plantio direto (Figura 6). Tal sistema de produção é um daqueles preconizados pelo Programa Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC) por seu potencial de mitigação das emissões agrícolas,

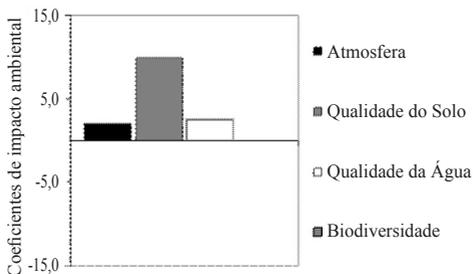


Figura 5. Coeficientes de impacto do aspecto Conservação Ambiental.

seja pelo sequestro de carbono no solo ou pela redução do uso de maquinário agrícola e consequentemente redução das emissões decorrentes da queima de combustíveis fósseis na agricultura. O incremento dos estoques de carbono em solo e/ou redução das emissões de gases de efeito estufa pela adoção do sistema de plantio direto foram observados por Costa et al. (2008), Pes (2009), Leite et al. (2010) e Hickmann e Costa (2012).

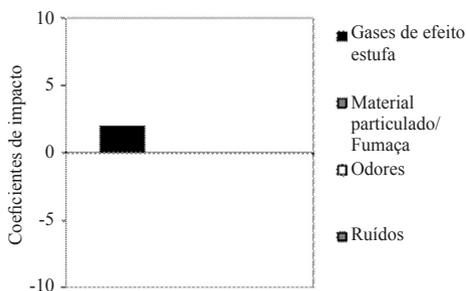


Figura 6. Coeficientes de impacto dos indicadores do componente atmosfera.

Para o componente qualidade do solo o coeficiente de impacto foi de 10 (Figura 5), sendo registradas fortes reduções (- 3) dos indicadores erosão e perda de matéria orgânica, além de pequena redução (- 1) da perda de nutrientes e compactação do solo (Figura 7). O papel do plantio direto em reduzir as taxas erosivas é a principal razão histórica do sucesso desse sistema produtivo no Brasil e foi constatada e/ou

citada em diversos trabalhos como os de Guadagnin et al. (2005), Bertol et al. (2007), Silva e Maria (2011) e Oliveira et al. (2012).

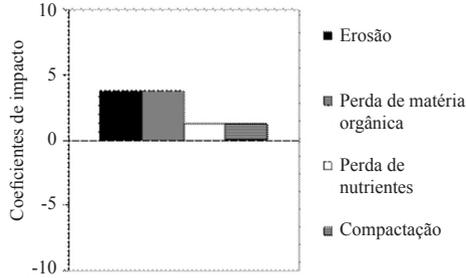


Figura 7. Coeficientes de impacto dos indicadores do componente conservação do solo.

Já para a qualidade da água, o coeficiente de impacto foi 2,5, decorrente da observação uma pequena redução da turbidez e das taxas de assoreamento dos corpos d'água (Figura 8). Tais processos tem relação direta com as perdas de solo por erosão e, portanto, as reduções observadas podem estar ligadas à redução das taxas erosivas. Os indicadores desse componente, assim como aqueles do componente atmosfera, tiveram seus impactos associados à escala de entorno, ou seja, os efeitos dos impactos observados extrapolam os limites da propriedade agrícola.

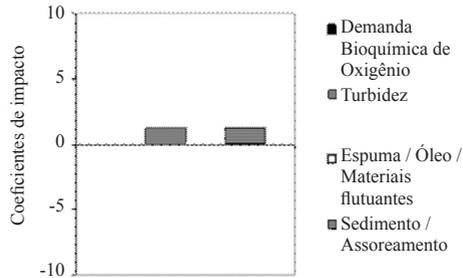


Figura 8. Coeficientes de impacto dos indicadores do componente qualidade da água.

O coeficiente de impacto do aspecto recuperação ambiental, por sua vez, foi 0,2 (Figura 9), representando uma variação quase inexistente devido ao uso da tecnologia. O pequeno impacto ambiental positivo existente foi completamente devido a uma pequena redução da degradação dos solos agrícolas.

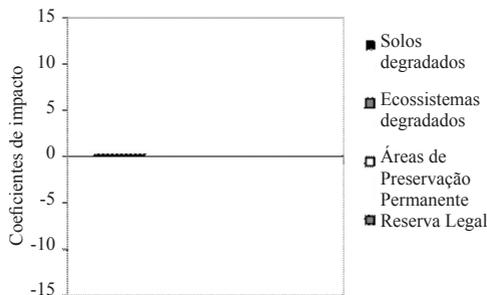


Figura 9. Coeficientes de impacto dos indicadores do aspecto Recuperação Ambiental.

Na tabela 2, podem ser observados os resultados finais para cada um dos componentes e/ou aspectos avaliados pela metodologia Ambitec-Agro, na qual se destaca uma grande melhoria na qualidade do solo devido à adoção do sistema de plantio direto de hortaliças. Não obstante, foram também observados, em ordem decrescente de magnitude, impactos ambientais positivos nos componentes uso de agroquímicos, qualidade da água, Atmosfera, uso de energia, uso de recursos naturais e Recuperação ambiental.

O índice de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária foi de 2.59 (Figura 10) numa escala que vai de -15 a + 15. Isso corresponde a um pequeno impacto ambiental positivo devido à adoção dessa tecnologia. Vale ressaltar, entretanto, que um grande impacto ambiental positivo foi observado para Qualidade do Solo, corroborando com resultados de pesquisas diversas (HERNANI; FABRÍCIO, 1999; MAROUELLI et al. 2006; FIGUEIREDO et al. 2007; CARNEIRO et al., 2009; CAIXETA et al., 2009; KIELING et al., 2009; ASSIS; LANÇAS, 2010; MAROUELLI et al., 2010; SIQUEIRA NETO et al., 2010) que

mostram o potencial do sistema de plantio direto em manter melhor qualidade desse compartimento ambiental.

Tabela 2. Coeficientes impacto e pesos dos indicadores componentes do Ambitec-Agro

Indicadores de impacto ambiental	Peso do indicador	Coefficientes de impacto
Uso de Agroquímicos	0,125	3,0
Uso de Energia	0,125	1,5
Uso de Recursos Naturais	0,125	1,5
Atmosfera	0,125	2,0
Qualidade do Solo	0,125	10,0
Qualidade da Água	0,125	2,5
Biodiversidade	0,125	0,0
Recuperação Ambiental	0,125	0,2

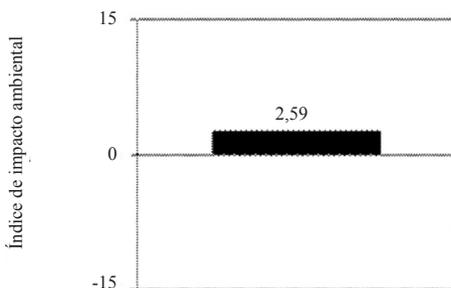


Figura 10. Índice de impacto ambiental da adoção do Plantio Direto de Hortaliças.

Observando os coeficientes de impacto dos outros aspectos avaliados, fica claro que o principal impacto positivo observado da utilização do SPDH está ligado ao potencial de conservação do solo dessa tecnologia, sobretudo em razão do controle da perda de solo por erosão e da perda de matéria orgânica do solo.

É importante, por fim, ressaltar que os trabalhos realizados com Sistema de Plantio Direto em diversas culturas têm mostrado benefícios ambientais que não foram citados pelos entrevistados, tais como a redução do uso de combustíveis quando da redução do uso de maquinário e a manutenção de biota do solo mais densa e diversa. Esta última tem sido observada em vários trabalhos como os de Costa et al. (2006) e Mendes et al. (2013).

Conclusão

O índice de impacto ambiental da adoção do Sistema de Plantio Direto de Hortaliças foi de 2,59, correspondendo a um pequeno impacto ambiental positivo. Esse impacto positivo observado teve como carros chefes a redução do uso de agroquímicos e, principalmente, uma melhoria na qualidade do solo. Outros benefícios ambientais observados foram reduções no uso de eletricidade, da água para irrigação, melhoria da qualidade do ar e da água, além da recuperação de solos degradados.

Referências

- ASSIS, R. L.; LANÇAS, K. P. Agregação de um Nitossolo Vermelho Distroférricosob sistemas de plantio direto, preparo convencional e mata nativa. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 58-66, jan./fev. 2010.
- BERTOL, L.; LEITE, D.; ENGEL, F. L. COGO, N. P. GONZÁLEZ, A. P. Erodibilidade de um Nitossolo Háplico alumínico determinada em condições de campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 3, p. 541-549, maio/jun. 2007.
- BIZARI, D. R. **Diferentes sistemas de cultivo na economia de água e produtividade do feijão de inverno irrigado**. 2007. 92 f. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CAIXETA, R. P.; ALCÂNTARA, F. A.; MADEIRA, N. R.; ABDALLA, R. P. **Perdas de água, solo, nutrientes e matéria orgânica em área cultivada com cebola sob diferentes sistemas de manejo do solo.** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. 20 p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 51).

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F.; PEREIRA, H. S.; AVEVEDO, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 33, n. 1, p. 147-157, fev. 2009.

COSTA, E. A.; GOEDERT, W. J.; SOUSA, D. M. G. Qualidade de solo submetido a sistemas de cultivo com preparo convencional e plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 7, p. 1185-1191, jul. 2006.

COSTA, F. S.; BAYER, C.; ZANATTA, J. A.; MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 323-332, jan./ fev. 2008.

EMBRAPA. Embrapa Meio Ambiente. **Método de avaliação de impactos da pesquisa**: dimensão ambiental. Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br/forms/ambitec.php3>> Acesso em: 20 mar. 2013.

FAYAD, J. A.; MONDARDO, M. **Sistema de plantio direto de hortaliças**: o cultivo do tomateiro no Vale do Rio do Peixe, SC. Florianópolis: EPAGRI, 2004. 53 p. (EPAGRI. Bletim didático, 57).

FIGUEIREDO, C. C.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C.; FERREIRA, E. A. B.; RAMOS, M. L. G. Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana em resposta a diferentes sistemas de manejo em um latossolo vermelho no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 3, p. 551-562, maio/ jun. 2007.

FREITAS, P. L. de. Harmonia com a natureza: a adoção do sistema plantio direto pode garantir competitividade à agricultura brasileira, em especial na região dos cerrados. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 2, p. 12-17, fev. 2002.

GALHARTE, C. A.; CRESTANA, S. Avaliação do impacto ambiental da integração lavoura-pecuária: aspecto conservação ambiental no cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 11, p. 1202-1209, nov. 2010.

GUADAGNIN, J. C.; BERTOL, L.; CASSOL, P. C.; AMARAL, A. J. Perda de solo, água e nitrogênio por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 2, p. 277-286, maio/abr. 2005.

HERNANI, L. C.; FABRÍCIO, A. C. **Perdas de solo e água por erosão: dez anos de pesquisa**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1999. 12 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Coleção Sistema Plantio Direto, 1).

HICKMANN, C.; COSTA, L. M. Estoque de carbono no solo e agregados em argissolo sob diferentes manejos de longa duração. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 10, p. 1055-1061, out. 2012.

KIELLING, A. S.; COMIN, J. J.; FAYAD, J. A.; LANA, M. A.; LOVATO, P. E. Plantas de cobertura de inverno em sistema de plantio direto de hortaliças sem herbicidas: efeitos sobre plantas espontâneas e na produção de tomate. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 7, p. 2207-2209, out. 2009.

LANGENBACH, T.; SCHROLL, R.; SCHEUNERT, I. Fate of the herbicide 14C-terbuthylazine in Brazilian soils under various climatic conditions. **Chemosphere**, Oxford, v. 45, n. 3, p. 387-398, Oct. 2001.

LEITE, L. F. C.; GALVAO, S. R. S.; HOLANDA NETO, M. R.; ARAÚJO, F. S.; IWATA, B. F. Atributos químicos e estoques de carbono em latossolo sob plantio direto no cerrado do Piauí. **Revista Brasileira de Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 12, p. 1273-1280, 2010.

MAROUELLI, W. A.; ABDALLA, R. P.; MADEIRA, N. R.; OLIVEIRA, A. S.; SOUZA, R. F. Eficiência de uso da água e produção de reolho sobre diferentes quantidades de palhada em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 45, n. 4, p. 369-375, abr. 2010.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, H. R.; MADEIRA, N. R. Uso de água e produção de tomateiro para processamento em sistema de plantio direto com palhada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 9, p. 1399-1404, set. 2006.

MENDES, I. C.; SOUZA, L. V.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C. Propriedades biológicas em agregados de um Latossolo Vermelho-Escuro sob plantio convencional e direto no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 435-443, maio/jun. 2003.

MONTEIRO, R. C.; RODRIGUES, G. S. A system of integrated indicators for sócio environmental as sessmentand eco certification in agriculture Ambitec Agro. **Journal of Tecnology & Management Innovation**, Santiago, 2006.

OLIVEIRA, J. G. R.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M. F.; BARBOSA, G. M. C.; TAVARES FILHO, J. Erosão no plantio direto: perda de solo, água e nutrientes. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 91-98, 2012.

PES, L. Z. **Fluxo de gases de efeito estufa em sistemas de preparo do solo e rotação de culturas no planalto do Rio Grande do Sul**. 2009. 91 f. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C. Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: um sistema de avaliação para o contexto institucional de P&D. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, DF, v. 19, n. 3, p. 349-375, set./dez. 2003b.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C. **Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: AMBITEC-AGRO**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003a. 95p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 34).

SILVA, R.; MARIA, I. C. de. Erosão em sistema de plantio direto: influência do comprimento de rampa e da direção de semeadura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 6 p. 554-561, jun. 2011.

SIQUEIRA NETO, M.; PICCOLO, M. C.; VEZKE, S. P.; FEIGL, B. J.; CERRI, C. C. Mineralização e desnitrificação do nitrogênio no solo sob sistema de plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 923-936, dez. 2010.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M.; MOREIRA, J. A. **Efeitos do sistema de plantio direto no uso da água pelas culturas e no manejo da irrigação**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2012. 8 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 207).

