

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS Uni-ANHANGUERA CURSO
DE AGRONOMIA**

**A IMPORTÂNCIA DO SISTEMA PLANTIO DIRETO PARA A
AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE**

LEONARDO MARTINS GOULART

GOIÂNIA
Maio/2018

LEONARDO MARTINS GOULART

**A IMPORTÂNCIA DO SISTEMA PLANTIO DIRETO PARA A
AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA, sob orientação da Prof.^aDr.^a Cristiane Regina Bueno Aguirre Ramos, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Agronomia.

GOIÂNIA
Maio/2018

3

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter sido meu guia durante toda esta caminhada.

Aos meus pais e irmãos porto do amor e respeito.

Agradeço à Uni-Anhanguera pela capacitação.

A todos os professores do curso de agronomia em especial à minha orientadora Prof.^aDr.^a

Cristiane Regina Bueno Aguirre Ramos.

Resumo

O SPD é um sistema de manejo que começou a ser difundido em meados de 1970, no Sul do Brasil, que evoluiu da expressão inicial plantio direto para o conceito de SPD. Efetuado sem as operações de aração e gradagem, promove a agrobiodiversidade, através da rotação de culturas e de diferentes usos da terra, além de manter o solo coberto com culturas em crescimento ou com resíduos vegetais. A esses requisitos são associados, ainda, o manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas, minimiza a perda do solo e de água por erosão. Além disso, é uma alternativa tecnológica que contribui para a mitigação da emissão de Gases do Efeito Estufa, isso ocorre devido ao menor uso de fertilizantes, pesticidas e de óleo diesel, associado ao uso mais eficiente de máquinas, com menor manutenção. O SPD resulta em uma série de vantagens para o agricultor e para o meio ambiente. Este trabalho teve como objetivo reforçar através de um levantamento bibliográfico a importância do SPD para a conservação dos recursos naturais relevantes para a sustentabilidade, abordando seus fundamentos, destacando seus benefícios e vantagens e, ressaltando-o como uma prática de controle de erosão e mitigadora das mudanças climáticas.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema Plantio Direto. Agricultura. Meio Ambiente.

LISTAS DE FIGURAS

- Figura 1.Preparo de solo em Sistema Convencional (esquerda), e Sistema de Plantio Direto (direita) 11
- Figura 2. Plantio de Milho sobre a Palhada 17

SUMÁRIO

1INTRODUÇÃO

As repetidas mobilizações do solo tem acelerado a decomposição da matéria orgânica e, portanto, afetado suas propriedades físico-químicas e biológicas. O plantio direto é uma técnica desenvolvida para reduzir os impactos causados por essa mobilização, preservando os resíduos vegetais na superfície do solo e protegendo-o da erosão, aumentando o conteúdo de matéria orgânica que, com o decorrer do tempo, melhora sua estrutura, proporcionando um maior controle da erosão.

O Sistema Plantio Direto (SPD) é uma técnica de manejo conservacionista, fundamenta-se na ausência de revolvimento do solo, em sua cobertura permanente e na rotação de culturas. Presume, também, uma mudança na forma de pensar a atividade agropecuária a partir de um contexto socioeconômico com preocupações ambientais (HECKLER; SALTON, 2002).

Este tipo de cultivo começou a ser difundido em meados de 1970, no Sul do Brasil, onde o principal objetivo era controlar a erosão causada pelo uso de fogo na transição. Ganhou mais visibilidade nesses últimos anos, pois tem uma vantagem a mais quando comparado ao sistema convencional citando assim, a melhor relação da conservação do solo (CRUZ, 2014).

A técnica substitui o tradicional preparo do solo, que se baseia em arar e gradear o solo antes do plantio. O excessivo preparo do solo é uma herança da agricultura europeia, onde os solos congelavam ou esfriavam demais antes do período de plantio, por isso é preciso revolver o solo (NOGUEIRA, 2011).

Para compreender como o plantio direto chegou ao Brasil é preciso antes lembrar que a técnica surgiu pelas mãos de agricultores da Inglaterra e dos Estados Unidos. Foi principalmente dos EUA que os produtores paranaenses buscaram as primeiras informações de como transferir todo o processo, com suas adequações necessárias, para ser empregado em lavouras com clima tropical e subtropical temperado (FEBRAPDP, 2015).

O uso do SPD reduz os níveis de contaminação dos cursos das águas, a estabilidade ecológica nas lavouras, alteração da flora e da fauna, garantindo um equilíbrio entre as espécies benéficas e maléficas ao sistema produtivo, e a eliminação das queimadas. Além disso, é responsável pela redução de emissões de gases do efeito estufa, do solo para a atmosfera, a transferência (sequestro) de carbono da atmosfera ao solo, contribuindo para mitigação dos impactos das mudanças climáticas globais, além da proteção dos mananciais e dos reservatórios hídricos (FEBRAPDP, 2008).

Este trabalho teve como objetivo reforçar através de um levantamento bibliográfico a importância do SPD para a conservação dos recursos naturais relevantes para a sustentabilidade, abordando seus fundamentos, destacando seus benefícios e, ressaltando-o como uma prática de controle de erosão e mitigadora das mudanças climáticas.

- **REFERENCIAL TEÓRICO**

- **Histórico do sistema plantio direto**

A expressão plantio direto tem origem no conceito de "zero tillage", considerando-se que os ingleses e americanos foram os primeiros a mecanizarem esse sistema, reconhecido como avanço tecnológico fundamental, por implicar o plantio de sementes ou mudas sob resíduos de cobertura vegetal, com o revolvimento mínimo de solo. O sistema surgiu a partir de pesquisas de cientistas norte-americanos e europeus sobre um controle de plantas daninhas que dispensasse o uso de cultivos mecânicos. Como resultado desse trabalho de pesquisa, a Imperial Chemical Industries (ICI) desenvolveu, em 1955, a molécula do "paraquat", herbicida de ação total que deu impulso significativo aos primeiros trabalhos de cultivo mecanizado sobre a palha, base para o uso do sistema de cultivo com plantio direto (EMBRAPA, 1998).

O primeiro experimento comparando o plantio direto com o plantio convencional, incluindo rotação de culturas, foi implantado, em 1961, na estação experimental da

Universidade de Ohio, em Wooster, por Glover Triplett. Em 1966, foi lançada a primeira semeadora com disco ondulado para corte frontal da palha (PHILLIPS; YOUNG, 1973).

No Brasil, os primeiros trabalhos, precursores do plantio direto, ocorreram em 1943, no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), pesquisando o efeito da manutenção da palha na superfície no controle da erosão em plantios manuais; em 1966, com o plantio de leguminosas em pastagens, utilizando uma semeadora John Deere, na estação experimental do International Research Institute (IRI), pertencente à organização Rockefeller, sediado em Matão, SP, e em 1973, em Campinas e Pindorama, com o objetivo de avaliar e controlar a erosão no espaçamento entre terraços (LOMBARDI et al., 1991).

O marco histórico do SPD no Brasil ocorreu em 1969, no município de Não-Me-Toque no Rio Grande do Sul, quando os pesquisadores da UFRGS Newton Martins e Luiz Fernando Coelho de Souza, semearam um hectare de sorgo, sem preparo prévio do solo, mantendo os restos culturais remanescentes da cultura de inverno, com a utilização de uma semeadora, da marca Buffalo, importada dos Estados Unidos (CASSOL et al., 2007).

O PD teve seu início no Brasil no final dos anos 60, nos Estados do Paraná e do Rio Grande do Sul, desenvolvendo-se rapidamente a partir da década de 70. O primeiro PD no Brasil foi realizado na Cidade de Rolândia, Estado do Paraná pelo agricultor Herbert A. Bartzem 1972. A partir de 1976, o sistema plantio direto passou a ser adotado e adaptado em quase todas as regiões do país (SILVA, 2002).

No decorrer dos anos 80, o plantio direto evoluiu-se com pioneirismo na região do cerrado brasileiro, ocorrendo maior embasamento técnico e uma expansão de área em todo o Brasil; tornou-se um sistema diferenciado de produção agropecuária, que mantinha altas produções, sem danificar o solo e o meio ambiente (SILVA, 2002).

De acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2016), o plantio direto está presente em 85% da área plantada de soja e 80% da de milho. Culturas de segunda safra, como algodão (logo após a colheita da soja), feijão, sorgo e girassol, também se beneficiam com esse sistema.

O Brasil possui a segunda maior área de plantio direto do mundo com cerca de 32 milhões de hectares com uso do sistema. Os Estados Unidos lideram a lista de países com maior uso do sistema (FEBRAPDP, 2016).

- **Características do SPD**

O SPD está relacionado ao manejo do solo, aos tipos de máquinas e implementos utilizados no manejo do solo para a produção, na qualidade e quantidade de insumos, nas práticas relacionadas à colheita, nos tratos culturais, e na mão de obra utilizada desde o preparo do solo à colheita (MELLO et al., 1988).

Segundo a Embrapa (2006), no sistema de plantio direto as sementes e adubos são colocados diretamente no solo não revolvido, utilizando máquinas adequadas. O número de mão de obra homem e hora máquina neste método é menor, o que leva também a menores custo de produção em relação ao sistema de plantio convencional (OLIVEIRA; VEIGA FILHO 2002).

A utilização de combinações de plantas de cobertura adequadas ao SPD apresentam vantagens em comparação aos cultivos convencionais, tais como: economia de fertilizantes químicos; redução no uso ou eliminação dos herbicidas e; menor desgaste dos recursos naturais do solo (SAMARAJEEWA; HORIUCHI, 2006).

O SPD é considerado um sistema complexo, que inclui práticas específicas de plantio; gestão dos resíduos dos cultivos; controle de plantas daninhas, pragas e doenças; e colheita e rotação de culturas (SÉGUY et al., 2003).

A ampliação do enfoque de plantio direto para SPD ocorreu pela percepção de que a viabilização do sistema de produção agrícola não estava vinculada única e exclusivamente ao abandono do preparo de solo, mas sim à associação desta prática à rotação e à consorciação de

culturas e à cobertura permanente do solo com plantas que gerem ganhos econômicos e com resíduos vegetais, palhada (DENARDIN, 2008).

Para a adoção do SPD é indispensável conhecer os princípios que o regem, as necessidades e as exigências fundamentais, bem como as limitações e dificuldades que o sistema acarreta (HERNANI, 2008).

Pode-se reconhecer que o SPD é uma ferramenta primordial para se alcançar a sustentabilidade dos sistemas agropecuários devido aos seus efeitos benéficos sobre os atributos físicos, químicos e biológicos do solo (CRUZ; ALVARENGA et al., 2015).

A dinâmica do SPD promove, ainda, maior inter-relação entre fluxo de água, oxigenação, temperatura, fauna e flora do solo e ciclagem de nutrientes, contribuindo para maior produtividade do solo (CALEGARI et al., 2009).

- **Benefícios**

Além de constituir-se em um dos mais eficientes sistemas de prevenção e, controle de erosão, o que seria suficiente para justificar sua adoção, o plantio direto ainda apresenta outros benefícios de natureza diversas, tal como: possibilita a semeadura das culturas em épocas adequadas; contribui para a redução no consumo de combustível nas atividades agrícolas; reduz o trânsito de máquinas na área; pode contribuir para a redução do número de terraços na área; proporciona maior conservação de umidade no solo e maior aproveitamento da água disponível pelas plantas; contribui para a melhoria da porosidade total do solo, e proporciona maior tolerância a períodos de estiagem e assegura maior probabilidade de obtenção de rendimentos mais elevados, já que proporciona melhores condições para o desenvolvimento vegetal (PEREIRA, 1998).

- Controle de erosão

De acordo com Favaretto e Cogo. (2006) e Favaretto e Dieckow (2007), a principal forma de degradação dos solos é a erosão; sendo definida como o desgaste da superfície do solo pela ação dos agentes erosivos, principalmente a água e o vento. Em termos mais técnicos, a erosão consiste nos processos físicos de desagregação, transporte e deposição das partículas do solo, causados pelos agentes erosivos.

Existem basicamente dois tipos de erosão: a erosão natural e a erosão acelerada. A erosão natural, sendo causada por fenômenos naturais, os quais agem sobre longos períodos de tempo, sem a interferência do homem. Neste tipo de erosão, os processos de desgaste do solo atuam em equilíbrio com os processos de formação, sendo muito difíceis de serem avaliados. Já na erosão acelerada, conhecida como erosão induzida ou antrópica, os agentes atuam por períodos de tempo relativamente curtos e com forte interferência do ser humano. Este tipo de erosão se sobrepõe à erosão natural, uma vez que o equilíbrio das forças de desgaste e de formação do solo é rompido, e ocorre quando o homem utiliza a terra para fins agrícolas, para fundação de construções rurais e urbanas ou para outros fins, onde ocorre a remoção da cobertura vegetal. As perdas que a erosão natural levaria anos para causar, a erosão acelerada leva semanas, dias ou até mesmo horas (FAVARETTO ; COGO; BERTOL, 2006).

A erosão do solo se constitui num dos principais problemas relacionados com o uso dos recursos solo e água. Ela pode causar problemas ambientais, econômicos e até sociais. Como exemplos de problemas ambientais pode-se citar: o assoreamento dos rios e lagos, a poluição da água, e a destruição dos microrganismos do solo. A redução da fertilidade e da capacidade do solo em armazenar água diminui a produtividade das culturas e, conseqüentemente, diminui o lucro do produtor e gera problemas de ordem econômica. Por essa razão, muitos produtores também abandonam o campo e vão buscar alternativas de trabalho na cidade, gerando problemas de ordem social, o êxodo rural (FAVARETTO; DIECKOW, 2007).

O preparo e manejo do solo e a erosão estão estreitamente relacionadas. As operações de preparo do solo influenciam intensamente a erosão hídrica das áreas cultivadas, modificando o micro relevo e a cobertura por resíduos vegetais e proporcionando a exposição da superfície do solo à ação da chuva e da enxurrada (PANACHUKI et al., 2011).

A eficiência do SPD no controle das perdas por erosão se deve ao não-revolvimento do solo e à cobertura morta que neutraliza o impacto das gotas de chuva, exclui o encrostamento

superficial e conserva a capilaridade do solo, aumentando a infiltração e, por consequência reduz a enxurrada (COGO; MOLDENHEAUER; FOSTER, 1984; BERTOL; COGO; LEVIEN,

1997; SEGANFREDO et al., 1997). A Figura 1 abaixo demonstra o preparo de solo em Sistema Convencional e em Sistema Plantio Direto.



Figura 1. Preparo de solo em Sistema Convencional (esquerda), e Sistema Plantio Direto (direita).
Fonte: ARAÚJO (2009).

- Perdas de solo e água

A erosão é muito menor no SPD, neste sistema há menor ocorrência de perdas de solo, água e nutrientes por erosão em relação aos sistemas convencionais de preparo do solo (DE MARIA, 1999).

Silva et al. (2005), avaliando perdas de solo e água em Cambissolo e Latossolo, encontrou perdas médias anuais de solo de 205,65 e 14,90 t/ha¹ para estes solos, respectivamente. Estes elevados valores de perdas de solo devem-se à desagregação provocada pelo preparo inicial (uma aração e duas gradagens). As perdas de água da chuva na forma de

enxurrada normalmente são menos influenciadas pelo efeito da cobertura e manejo do solo do que as perdas de solo (MELLO et al., 2003).

Os resultados de alguns ensaios demonstram que, o SPD reduz as perdas de solo e de água em 84 e 58,7%, respectivamente, em relação aos preparos convencionais (SCHICK; BERTOL; BATISTELA, 2000; LEIT; BERTOL; ZAPORALLI, 2004).

Segundo Ellison (1947), o impacto das gotas de chuva sobre o solo sem cobertura é responsável por 95% da erosão hídrica. Neste sentido, a chuva altera as condições físicas da superfície do solo e esta quando combinada com a enxurrada, diminui a rugosidade superficial e, conseqüentemente, a retenção e a infiltração superficiais de água no solo.

Albuquerque et al. (2002), ao avaliarem os efeitos do manejo da cobertura do solo e de práticas conservacionistas sobre as perdas por erosão hídrica, encontraram perdas médias anuais de solo de 0,3 e 58,5 t/ha¹ para os tratamentos em área com cobertura morta e área desmatada, respectivamente.

Beutler et al. (2003), estudando as perdas de solo e água num Latossolo Vermelho Aluminoférrico, concluíram que a semeadura direta, foi mais eficaz no controle das perdas de solo e água do que os demais tratamentos (preparo convencional, cultivo mínimo, rotação de preparos).

Lombardi Neto et al., (1988) conduziram um estudo para determinar o efeito da quantidade de resíduos culturais do milho nas perdas de solo e água e concluíram que as perdas são reduzidas com o aumento da quantidade de resíduos espalhados uniformemente sobre o solo e que existe uma relação exponencial entre as perdas de solo e água e a quantidade de resíduos em cobertura morta, bem como maior controle nas perdas de solo do que nas de água.

Bertoni & Lombardi Neto (1986), citando dados obtidos na Seção de Conservação do Solo do Instituto Agronômico de Campinas, mostram que o uso de cobertura morta na produção de culturas exerce um controle de 60% nas perdas de solo e 65% nas perdas de água. Em outro estudo foram comparados os efeitos de três sistemas de manejo dos restos culturais do milho nas perdas de solo e água. A palhada queimada elevou 46% as perdas de solo e em 38% as de

água. A manutenção da palhada deixada na superfície reduziu as perdas de solo em 52% e em 56% as perdas de água.

- **Plantas de cobertura do solo**

A implantação do sistema de plantio direto, também leva em consideração, a cobertura morta que é indispensável para o seu sucesso. Consiste na ação de cobrir o solo com uma camada de resíduos vegetais, como cascas, folhas ou palhas, o que pode ter efeitos significativos sobre os atributos edáficos. Pode reduzir a germinação das plantas daninhas pela barreira física

imposta, alterando as condições de iluminação, umidade e temperatura que interferem na quebra de dormência das sementes (CONSTANTIN, 2001).

Todas as regiões produtoras de grãos que cultivam sua área no SPD, utilizam culturas de cobertura (aveia, milheto, braquiária, crotalária e outras), o que proporciona acúmulo de matéria orgânica, protegendo o solo contra erosão, melhorando a taxa de ciclagem de nutrientes e a inibição da emergência de plantas daninhas (ANSELMO; SANTOS; SÁ, 2013).

As braquiárias, por exemplo, são amplamente adaptadas e disseminadas nas áreas de cerrados. Quando semeadas em início de dezembro em Goiânia-GO, em cultivo solteiro, PORTES et al. (2000) obtiveram produção de 19,6 T/ha de massa seca aos 117 dias. Porém nas parcelas em consórcio com arroz, sorgo e milho, no mesmo estudo, obtiveram massa seca em torno de 3,0 Mg ha.

As plantas utilizadas para a cobertura do solo minimizam os impactos ocasionados pelo uso intensivo do solo, unindo proteção e adubação (SILVEIRA et al., 2005).

A escolha adequada da planta de cobertura, para períodos sem exploração do solo é fundamental e varia de região para região. A inadequada escolha das plantas de cobertura pode gerar prejuízos para o produtor, pois esta pode se alastrar no campo, tornando-se uma planta invasora (indesejável), ou propiciar a disseminação de pragas e doenças (EMBRAPA, 2013).

- **Presença da palha na superfície do solo**

A palha utilizada no sistema plantio direto pode ser vista como um insumo, pois é utilizada para dar sustentabilidade à atividade agrícola. Minimiza a erosão evitando que a chuva desprenda as partículas de solo e as transporte para um ponto mais baixo na paisagem. Todos os processos biológicos, desde os microrganismos até as plantas, são beneficiados desempenhando melhor o seu papel, pois, além da umidade persistir por mais tempo, o conforto térmico é maior e numa faixa adequada; impedem ou dificultam o crescimento das plantas daninhas que, assim, irão competir menos com a lavoura. (ALAVRENGA; CABEZAS; CRUZ, 2001).

A palhada cria um ambiente oportuno às condições físicas, químicas e biológicas do solo, contribuindo para o controle de plantas daninhas, a estabilização da produção e a recuperação ou manutenção da qualidade do solo (MENEZES; LEANDRO, 2004).

No SPD a palhada deixada na superfície do solo reduz o impacto das gotas de chuva; protege a superfície do solo da ação direta dos raios solares; reduz a amplitude hídrica e térmica; aumenta a matéria orgânica no perfil do solo. (CRUZ et al., 2002).

A quantidade de palha sobre o solo é regulada por dois fatores principais: relação C:N do material vegetal da palhada e o manejo que lhe é dado. A relação C:N é inerente à espécie e reflete a velocidade com que a decomposição do material pode se processar. As plantas podem ter uma decomposição rápida (leguminosas) e decomposição lenta (gramíneas). Para as condições da região dos Cerrados, mesmo quando a palha é basicamente de gramíneas, há uma decomposição acelerada, de tal forma que manter uma camada de cobertura de solo nessas condições torna-se uma atividade complexa e vai exigir conhecimento e experiência por parte daquele que pratica o SPD. O manejo das plantas de cobertura pode regular a permanência da palha na superfície do solo. Sabe-se que a relação C:N torna-se mais larga na medida que a planta se desenvolve. Em razão dessa característica, o manejo das plantas de cobertura pode ser retardado ao máximo, visando dotar-lhes de maior resistência à decomposição (ALVARENGA et al., 2002). A Figura 2 demonstra o plantio de milho sobre a palhada.



Figura 2. Plantio de Milho sobre a palhada.

Fonte: EMBRAPA (2015).

- **Rotação de culturas**

Um fator muito importante é a rotação de culturas, que também faz parte do pilar de sustentação desse sistema. A rotação que tem o intuito de aumentar a produtividade, além de quebrar o ciclo de plantas daninhas, pragas e doenças. A monocultura contínua tende a provocar, com o passar dos anos, sensível queda de produtividade, não só por alterar características do solo, como também por proporcionar condições favoráveis ao desenvolvimento de doenças e à ocorrência de pragas e de plantas daninhas (MOREIRA et. al., 2006).

A rotação de culturas é a base de sustentação do plantio direto e, nesse aspecto, a rotação de verão, principalmente entre as culturas de milho e soja, apresenta papel de destaque. Além do aumento de suas produtividades tanto para o milho quanto para a soja, essa rotação facilita o controle de pragas, doenças e plantas daninhas, além de propiciar melhor aproveitamento de nutrientes (CRUZ, 2014).

O emprego de técnicas de rotação de culturas possui as seguintes vantagens: contribuem para a manutenção e melhoria da fertilidade do solo; colabora de forma significativa

para a menor incidência de pragas, doenças e plantas daninhas na lavoura; garante uma maior diversificação de culturas na propriedade, minimizando os riscos de insucessos na atividade agrícola; colabora para a manutenção e melhoria da produtividade das culturas consideradas; colabora para a redução dos custos de produção e para a maximização dos lucros obtidos, e propicia a ordenação das operações de campo e a utilização racional e eficiente dos fatores de produção envolvidos no processo (FRANCHINI et al., 2011).

- **A influência do sistema plantio direto no meio ambiente**

A atmosfera terrestre é composta, em média, de 78% de nitrogênio (N_2); 21% de oxigênio (O_2); 0,9% de argônio; 0,03% de dióxido de carbono (CO_2) e vapor d'água. Dentre esses componentes, o CO_2 , o vapor d'água e outros gases de menor concentração na atmosfera, como o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O), colaboram de forma considerável para o fenômeno natural de efeito estufa (SUGUIO, 2008); sendo denominados de gases do efeito estufa (GEE).

O aumento das emissões de GEE é um dos principais problemas ambientais. Este aumento poderá provocar um aumento da temperatura média no planeta em até 5,8°C nos próximos cem anos (IPCC, 2007).

Estima-se que em termos mundiais, a agricultura contribui com aproximadamente 22% das emissões totais de dióxido de carbono, 80 % das emissões de óxido nitroso e 55% das emissões de metano. Já no Brasil, estima-se que 75% das emissões de CO_2 , 94% das emissões de N_2O e 91% das emissões de CH_4 sejam provenientes de atividades agrícolas, incluindo a conversão de florestas para tal uso (BAYER et al, 2011). O fluxo do dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O) e metano (CH_4), nos agroecossistemas é dependente do manejo e das práticas agrícolas adotadas (CERRI; CERRI, 2007).

O SPD é uma alternativa tecnológica para minimizar a emissão de GEE, contribuindo para atenuar os efeitos das mudanças climáticas. Esse processo tecnológico foi incluído no Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas visando à Consolidação

de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC), como parte do compromisso internacional assumido pelo Brasil, em 2009, de reduzir suas emissões de GEE entre 36,1% e 38,9% até 2020 (MAPA, 2014).

O efeito da adoção do SPD propicia uma menor emissão de CO₂ pelo sequestro de carbono no solo e na cobertura viva ou morta do solo, reduz o consumo de combustível, que pode chegar a média de 60% bem como a preservação da vegetação nativa, pela mitigação do desmatamento (HÉNAULT et al., 1998).

Ao permitir uma baixa mobilização do solo, o SPD pode aumentar os estoques de C do solo, evitando assim as altas taxas de decomposição da matéria orgânica decorrentes dos preparos do solo. Este sistema associado a rotação de culturas com alto aporte de resíduos vegetais pode atuar como um dreno de CO₂ atmosférico (BAYER et al., 2000; CAMPOS, 2006).

Além disso, a adoção do SPD tem beneficiado muito a biodiversidade. Estudos mais recentes evidenciam que o SPD possui a capacidade de manter populações de espécies nativas de minhocas, sendo que em muitos casos as áreas sob SPD abrigam uma diversidade de espécies equivalente ou maior à das áreas de mata nativa (BARTZ, 2011). Existem ainda inúmeros estudos em microbiologia do solo que mostram os benefícios que o SPD possui sobre as populações de microrganismos do solo.

Costa (2005) e Campos (2006) em experimentos de longa duração no estado de Rio Grande do Sul demonstraram que o solo sob SPD com adição de resíduos vegetais de leguminosas é uma prática importante na mitigação das mudanças climáticas globais.

No Brasil, La Scala et al. (2001) avaliaram emissões de CO₂ em solo submetido a diferentes sistemas de manejo convencional e verificaram que a intensidade de preparo foi um

fator determinante das perdas de CO₂ do solo. Em estudo realizado sob Latossolo Vermelho no sul de Brasil, Campos (2006) não encontrou diferenças entre os sistemas de preparo para os fluxos de CO₂.

O aumento do estoque de carbono no solo no SPD é efetuado integrando as melhores práticas de manejo disponíveis para atingir um eficaz controle da erosão, de uma forma sustentável e competitiva (FREITAS; MANZATTO, 2002).

• CONCLUSÕES

O SPD é uma técnica agrícola que tem por fundamento três princípios básicos: o não revolvimento do solo, o uso de culturas de cobertura para a formação de palhada e a rotação de culturas.

A principal justificativa para sua adoção se dá pelo fato de ser um dos sistemas mais eficientes para controle de erosão, minimizando as perdas do solo e da água.

Permite uma melhor interação do meio ambiente com a atividade agrícola e contribui para a sustentabilidade da agricultura, além de mitigar os efeitos ocasionados pelas mudanças climáticas, sendo um sistema extremamente importante não só para a agricultura, mas também ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. W.; LOMBARDI NETO, F.; SRINIVASAN, V. S.; SANTOS, J. R. Manejo da cobertura do solo e de práticas conservacionistas nas perdas de solo e água em Sumé, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Viçosa, v.6, n. 1, p.136-141, 2002.

ALVARENGA, R. C. Plantio: uso da palhada traz benefícios. **Revista Rural**, Belo Horizonte, v. 87, p. 41-48 2002.

ALVARENGA, R.C.; CABEZAS, W.A.; CRUZ, J.C. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.

ANSELMO, J.L.; SANTOS, D.S.; SÁ, M.E. Plantas de Cobertura para Região do Cerrado. **Plantas de cobertura**, 2013/2014. Disponível em:<http://www.pirai.com.br/biblioteca_artigos/40.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2018.

BARTZ, M.L.C. **Ocorrência e Taxonomia de Minhocas em Agroecossistemas no Paraná, Brasil**.2011 Tese. Universidade Estadual de Londrina: Londrina, Paraná, Brasil, 2011.

BAYER, C. et al. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. **Soil&TillageResearch**, 54, p. 101–109, 2000.

BAYER, C.; AMADO, T. J. C.; TORNQUIST, C. G.; CERRI, C.E. C.; DIECKOW, J.; ZANATTA, J.A.; NICOLOSO, R. S. Estabilização do carbono no solo e mitigação das

emissões de gases de efeito estufa na Agricultura Conservacionista. **Tópicos Ci. Solo**, 7:55-118, 2011.

BERTOL, I.; COGO, N.P. & LEVIEN, R. Erosão hídrica em diferentes preparos do solo logo após as colheitas de milho e trigo, na presença e ausência de resíduos culturais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, p. 409-418, 1997.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conclusões gerais das pesquisas sobre conservação do solo. Campinas: **Instituto Agrônômico**, 1986. 57p. (Circular, 20).

BEUTLER, J.F.; BERTOL, I.; VEIGA, M. & WILDNER, L.P. Perdas de solo e água num Latossolo Vermelho aluminoférrico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 509-517, 2003.

CALEGARI, A. et al. Culturas sucessões e rotações. In: SALTON, J. C.; HERNANI, L.C.; FONTES, C.Z. **Sistema de plantio direto**. Brasília; Embrapa – SPI; Dourados: Embrapa – CPAO, p. 59-80, 2009.

CAMPOS, B.C. **Dinâmica do carbono em Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo de solo e de culturas**. 2006. 188 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

CASSOL, E. A. et al. Sistema plantio direto: Evolução e implicações sobre conservação do solo e da água. In: CERETTA, C.A.; SILVA, L.S.; REICHERT, J.M. (OrgS.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 5, p.333-369, 2007.

CERRI, C. C., CERRI, C. E. P. Agricultura e Aquecimento Global. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, p. 40-44, 2007.

COGO, N.P.; MOLDENHAUER, W.C. & FOSTER, G.R. **Soil loss reductions from conservation tillage practices**. **SoilSci. Soc. Am. J.**, v. 48, p. 368-373, 1984.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, Grãos, Safra 2015/2016. Quarto levantamento. Janeiro de 2016. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

CONSTANTIN, J. Métodos de Manejo. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S. de; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, p.103-121, 2001.

COSTA, F.S. **Estoque de Carbono orgânico e efluxos de dióxido de carbono e metano de solos em preparo convencional e plantio direto no subtrópico brasileiro**. 2005. 128 f. Tese 88 (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

CRUZ, J. C. **No plantio direto o milho é o melhor**. EMBRAPA, 2014. Disponível em :

<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/482986/1/Plantiodireto.pdf>>
Acesso em: 03 out. 2017.

CRUZ, J.C.; ALVARENGA R.C.et al. **Cultivo do milho**. EMBRAPA, novembro/2002.
Disponível em: <[http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/ Cultivo do Milho.htm](http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/Cultivo%20do%20Milho.htm)>
Acesso em: 05 out. 2017.

CRUZ, J.C.; ALVARENGA, R. C. et al. **O Sistema de Plantio Direto de Milho**. EMBRAPA, 2015. Disponível em:
<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_72_59200523355.html> Acesso: em 05 out. 2017.

DE MARIA, I. C. **Erosão e Terraços em Plantio Direto**. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 17-22, 1999.

DERNADIN, J. E. **Sistema Plantio Direto: o Conceito**. EMBRAPA, setembro/ 2008.
Disponível em:
<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/sistema_plantio_direto/arvore/CONT000fh2b6ju802wyiv80rn0etn6qel0im.html> Acesso em: 02 out. 2017.

ELLISON, W. D. **Studies of raindrop erosion**. Agricultural Engineering, St Joseph, v. 25, n. 4, p. 131-181, Apr. 1947.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed., Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p. 306,2006.
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Plataforma Plantio Direto, 1998.
Disponível em:
<<https://www22.sede.embrapa.br/plantiodireto/IntroduçãoHistorico/sistemaPlantioDireto.htm>>
> Acesso em: 14 mar. 2018.

FAVARETTO, N.; COGO, N.P.; BERTOL, O.J. Degradação do solo por erosão e compactação. In: Lima et al. (Eds.) **Diagnóstico e Recomendações de Manejo do Solo**. Curitiba: UFPR/Setor de Ciências Agrárias,p.255-292,2006.

FAVARETTO, N; DIECKOW, J. Conservação dos recursos naturais solo e água. In: Lima et al. (Eds.). **O solo no meio ambiente**. Curitiba: UFPR/Setor de Ciências Agrárias, p.111- 126,2007.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA - FEBRAPDP (2008)
Ponta Grossa, Boletim Informativo. Ano 9, n. 33, p.08, 2008.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA. Plantio direto: a tecnologia que revolucionou a agricultura brasileira,2015. Disponível em:

<http://febrapdp.org.br/download/publicacoes/livro_plantio_direto_web.pdf> Acesso em: 03 out. 2017.

FRANCHINI, J. C.; SARAIVA, O. F.; DEBIASI, H.; GONÇALVES, S. L. **Contribuição de sistemas de manejo do solo para a produção sustentável da soja**. Londrina: Embrapa Soja, p.12, 2011 (Embrapa Soja. Circular Técnica, 58).

FREITAS, P. L. de; MANZATTO, C. V. Cenários sobre a adoção de práticas conservacionistas baseadas no plantio direto e seus reflexos na produção agrícola e na expansão do uso da terra. In: USO agrícola dos solos brasileiros. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002.

HECKLER, J. C.; SALTON, J.C. **Palha: Fundamento do sistema plantio direto**. Dourados, Embrapa Agropecuária Oeste, 2002. 26p. (Coleção Sistema Plantio Direto).

HERNANI, L. C. **Árvore do Conhecimento Sistema Plantio Direto**. EMBRAPA, outubro/2008. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/sistema_plantio_direto/arvore/CONTAG01_4_610200515325.html> Acesso em: 05 out. 2017.

HÉRNAULT, C.; DEVIS, X.; PAGE, S.; JUSTES, E. REAU, R.; GERMON, J. C. Nitrous oxide emission under different soil and land management conditions. **Biol. Fertil. Soils**, v. 26, p. 199-207, 1998.

LA SCALA JR., et al. Carbon dioxide emissions after application of tillage systems for a dark red latosol in southern Brasil. **Soil&TillageResearch**, 62, p. 163–166, 2001.

LEITE, D.; BERTOL, I.; ZAPORALLI, AS. Erosão hídrica sob chuva simulada no milho. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 14., 2004, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: SBCS: UFMT, 2004.

LOMBARDI NETO, F. et al. **Terraceamento agrícola**. Campinas: Coordenadoria da Assistência Técnica Integral, p.38, 1991 (CATI. Boletim técnico, 206).

LOMBARDI NETO, F.; De MARIA, I.; CASTRO, O. M.; DECHEN, S. C. F. Efeito da quantidade de resíduos culturais de milho nas perdas de solo e água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 12, n. 1, p. 71-75, 1998.

MINISTERIO DA AGRICULTURA PECUARIA E ABASTECIMENTO. **Programa ABC**, 2014. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/sistema-plantio-direto.pdf>>. Acesso em 02 out. 2017.

MELLO, E. L. et al. Perdas de solo e água em diferentes sistemas de manejo de um Nitossolo Háplico submetido à chuva simulada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 901-909, 2003.

MENEZES, L. A. S.; LEANDRO, W. M. Avaliação de espécies de coberturas do solo com potencial de uso em sistema de plantio direto no Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34, p. 173-180, set/dez 2004. Disponível em:

<<https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/2311>>. Acesso em: 05 out. 2017.

MOREIRA, J.A.A.; STONE, L.F.; TRINDADE, M. G.; CÁNOVAS, A.D. **A cultura do trigo irrigado no sistema plantio direto**. Goiás: EMBRAPA, 2006. (Circular técnica n. 78).

NOGUEIRA, M.P. **Plantio direto exemplo de sustentabilidade**, 2011. Disponível em:

<<http://www.coanconsultoria.com.br/especialistas.asp?id=35>> **HYPERLINK**
"http://www.coanconsultoria.com.br/especialistas.asp?id=35"> Acesso em: 04 out. 2017.

OLIVEIRA, M. D.; VEIGA FILHO, A. A. Custos e rentabilidade econômica do plantio direto em sistema de rotação de grãos. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 40, 2002, Passo Fundo, RS. **Anais...** Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, v. 40, p. 1-12, 2002.

PANACHUKI, E.; BERTOL, I.; ALVES SOBRINHO, T.; OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B. Perdas de solo e de água e infiltração de água em Latossolo Vermelho sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, p. 1777-1785, 2011.

PEREIRA, M. H. O sistema de plantio direto na palha 25 anos de sua adoção no Brasil. In: SEMINÁRIO SOBRE O SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1., 1998, Viçosa. **Anais..** Viçosa: UFV, 1998. p. 1-7.

PHILLIPS, S. H.; YOUNG, H. M. **No- Tillage Farming**. Wisconsin: Reiman Associates, p. 224, 1973.

PORTES, T.A.; CARVALHO, S.I.C; OLIVEIRA, I.P. ; KLUTHCOUSKI, J. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n.7, p.1349-1358, 2000.

SAMARAJEEWA, K. B.; HORIUCHI, T.; OBA, S. Finger millet (*Eleusine corocana* L. Gaertn.) as a cover crop on weed control, growth and yield of soybean under different tillage systems. **Soiland Tillage Research**, v. 90, n. 1, p. 93-99, 2006.

SCHICK, J.; BERTOL, I.; BATISTELA, O. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico alumínico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: I. Perdas de solo e água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 427-436, 2000.

SEGANFREDO, M. L.; ELTZ, F. L. F.; BRUM, A. C. R. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em sistemas de culturas em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, p 287- 291, 1997.

SÉGUY, L. et al. New concepts for sustainable management of cultivated soils through direct seeding mulch based cropping systems: the CIRAD experience, partnership and networks. In: WORLD CONGRESS ON CONSERVATION AGRICULTURE, 2., 2003, Foz do Iguaçu. **Proceedings...** Foz do Iguaçu: FAO, 2003. 1 CD-ROM.

SILVA, D. da. et al. Efeito da cobertura nas perdas de solo em um argissolovermelhoamarelo utilizando simulador de chuva. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 409- 419, maio/ago. 2005.

SILVA, I. F.; ANDRADE, A. P.; CAMPOS FILHO, C. R.; OLIVEIRA, F. A. P. Efeito de diferentes coberturas vegetais e de práticas conservacionistas no controle da erosão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 10, p. 289-292, 2002.

SILVEIRA, P.M. et al. Adubação nitrogenada no feijoeiro cultivado sob plantio direto em sucessão de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 4, p. 377-381, 2005.

SUGUIO K. **Mudanças Ambientais da Terra**. São Paulo: Instituto Geológico, 2008. 336 p.