

Desenvolvimento do Sistema de Plantio Direto no Brasil: Histórico, Implantação e Culturas Utilizadas

Development of the No-tillage Farming System in Brazil: History, Implantation and Cultures Used

Carlos Henrique dos Santos Fernandes^{*a}; Débora Perdigão Tejo^a; Klever Márcio Antunes Arruda^b

^aUniversidade Estadual de Londrina, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Agronomia. PR, Brasil.

^bInstituto Agronômico do Paraná. PR, Brasil.

*E-mail: carloshenrique_fernandes_@hotmail.com

Resumo

O Sistema de Plantio Direto foi introduzido no Brasil no final da década de 1960, contudo, esse já vinha sendo empregado nos Estados Unidos desde 1950, demonstrando grandes benefícios. O objetivo do trabalho foi abordar o plantio direto no Brasil, expondo suas características e seus benefícios para a conservação do solo. É imprescindível o conhecimento técnico para obter sucesso na implantação deste sistema, e se destacam cuidados com o solo, como identificação do tipo de solo, eliminação de camadas compactadas, nivelamento, correção de acidez, entre outros. A utilização de plantas de cobertura merece atenção, pois proporciona proteção das camadas superiores do solo, evitando a erosão. Dessa forma, devem ser priorizadas as plantas de rápido desenvolvimento, visto que quanto mais rápido o desenvolvimento da espécie, mais rápido serão proporcionados os benefícios físicos ao solo. Além disso, trata-se de uma prática viável de se empregar em áreas de cultivo agrícola. Em conjunto com a adoção do método do plantio direto se pode empregar a prática de rotação de cultura, que também se mostra eficiente no processo de conservação dos recursos naturais, com destaque para o solo. Conclui-se que desde sua implantação, o sistema de plantio direto vem trazendo inúmeras vantagens para a conservação do solo, melhorando a qualidade, aumentando a rentabilidade das áreas de exploração agrícola.

Palavras-chave: Agricultura Conservacionista. Conservação do Solo. Manejo do Solo.

Abstract

The No-tillage Farming System was introduced in Brazil in the late 1960s, but it had been used in the United States since 1950, showing great benefits. The objective of this work was to address no-tillage in Brazil, exposing its characteristics and its benefits to soil conservation. It is essential the technical knowledge to be successful in the implementation of this system, among them stand out soil care, such as identification of soil type, elimination of compacted layers, leveling, acidity correction, among others. The use of cover plants deserves attention, as it provides protection of the soil upper layers, avoiding erosion. Therefore, fast-growing plants should be prioritized, since the faster the development of the species, the faster the physical benefits will be provided to the soil. In addition, it is a viable practice to employ in agricultural areas. In conjunction with the adoption of the no-tillage method, it is possible to use the crop rotation practice, which is also efficient in the conservation process of natural resources, especially soil. It is concluded that since its implementation, the no-tillage system has brought innumerable advantages to soil conservation, improving its quality, increasing the farm areas profitability.

Keywords: *Conservationist Agriculture. Soil Conservation. Management.*

1 Introdução

Nas décadas de 1950 e 1960, quando se iniciava a produção agrícola no Sul do Brasil, os agricultores se baseavam exclusivamente em um modelo de preparo do solo, sendo que este fazia uso excessivo de equipamentos como arado de discos e grades pesadas, que por vezes eram tracionados por tratores para a incorporação da biomassa vegetal e controle de plantas daninhas (TORRES; PEREIRA; FABIAN, 2008).

Entretanto, a extensão das fronteiras agrícolas e a utilização do preparo convencional do solo para plantio resultou na degradação do solo por erosão, afetando a produtividade nessas regiões, mesmo com os avanços do melhoramento genético, uso de produtos químicos e maquinários pesados (CASÃO JUNIOR *et al.*, 2012).

Em função desses problemas ocorreu a busca por novas áreas, como expansão de fronteiras agrícolas para a região

Oeste e Norte do Paraná. Porém, os mesmos problemas voltaram a ocorrer. Em função da exposição do solo a chuvas e compactação pela forma de manejo que era utilizado, a capacidade de infiltração da água no solo era muito baixa, agravando severamente as perdas do solo por erosão e enxurradas (OLIVEIRA; CARVALHO; MORAES, 2002; OLIVEIRA *et al.*, 2003; CASÃO JUNIOR *et al.*, 2012; BRAVIN; OLIVEIRA, 2014).

Neste contexto, com o surgimento de diversos problemas decorrentes da forma de manejo utilizado, os produtores insatisfeitos se concentraram na busca de novas técnicas de manejo, no qual ocorresse a menor movimentação possível do solo (AMADO *et al.*, 2001). Surgiram então duas tendências, a utilização de escarificadores, com a movimentação do solo, porém de forma menos agressiva do que as técnicas utilizadas anteriormente; e a implementação do plantio direto, como um sistema sem movimentação do solo (CASÃO JUNIOR *et al.*,

2012).

Devido a isso, objetivou-se por meio de revisão abordar o processo histórico de implantação do sistema de plantio direto no Brasil, bem como expor suas características e seus benefícios para a conservação do solo.

2 Desenvolvimento

2.1 Metodologia

A pesquisa buscou uma visão abrangente, com base em relatos de livros, de boletins técnicos e de artigos científicos publicados entre os anos de 1998 a 2019. Para isso foram utilizados como base de dados o Portal Periódicos Capes, Google Acadêmico e a biblioteca da Unopar. Ainda foram priorizados os trabalhos publicados nos últimos vinte e um anos, sendo utilizadas para obtenção desses trabalhos as palavras-chave: plantio direto; conservação do solo; agricultura conservacionista; manejo do solo.

2.2 Implementação e desafios iniciais do sistema de plantio direto no Brasil

A utilização do Sistema de Plantio Direto (SPD) já era adotada por muito tempo em outros países como Estados Unidos e também na Europa, no entanto, a introdução desse sistema no Brasil ocorreu no final da década de 1960, que se iniciou em pequenas áreas como forma de estudos acadêmicos sobre manejo conservacionista do solo (MOTTER; ALMEIDA, 2015).

O agricultor pioneiro na adoção do plantio direto foi Herbert Bartz, em 1972, no Estado do Paraná em Rolândia, de forma que esse produtor importou equipamentos dos Estados Unidos e começou, experimentalmente, cultivos com base no sistema de plantio direito em sua propriedade (FIDELIS *et al.*, 2003). Vários trabalhos foram conduzidos, sendo que em 1973 na região de Ponta Grossa, Paraná, foram testados diferentes métodos de preparação do solo, incluindo o cultivo sem revolvimento do solo. Os resultados desse teste foram publicados em 1974 e se apresentam como o primeiro registro de estudos com manejo conservacionista do solo em regiões brasileiras (CASÃO JUNIOR *et al.*, 2012).

O sucesso na implementação do plantio direto pelo Herbert Bartz, em Rolândia, chamou atenção de outros produtores, levando esses a adotarem também o sistema. Em 1979, foi criado pelos produtores da época o “clube da minhoca”, que tinha como função difundir o plantio direto no Brasil e nos países da América Latina (MOTTER; ALMEIDA, 2015).

No entanto, apesar de todo sucesso, apareceram alguns problemas ao decorrer da adoção desse sistema, como as dificuldades em manejar plantas daninhas, as doenças do solo e a dificuldade de penetração dos discos da semeadora no solo argiloso (CASÃO JUNIOR *et al.*, 2012). Os problemas com a semeadora foram resolvidos com a chegada de uma semeadora vinda da Inglaterra. No entanto, ainda existiam os problemas com plantas daninhas de difícil controle, pois a

eficiência dos herbicidas era reduzida em função da presença de palha na superfície do solo.

Na época, os adotantes da prática de plantio direto possuíam apenas os herbicidas Paraquat e 2,4-D e alguns poucos herbicidas de solo como Atrazina e Trifluralina, para efetuar a dessecação pré-plantio, no entanto, esses produtos não eram eficientes quando aplicados sobre a palhada (KLIEMANN; PEREIRA; MARQUES, 2006).

A partir dos anos 1980, surgiu o primeiro registro de Glyphosate, um herbicida feito sob medida para a prática de plantio direto, interferindo diretamente no metabolismo da fotossíntese, apresentando baixo teor de toxicidade ao homem e aos animais (KLIEMANN; PEREIRA; MARQUES, 2006). Entretanto, apresentava alto custo o que, inicialmente, restringiu sua utilização, mas ao longo dos anos passou a ser produzido no Brasil e seus fabricantes se multiplicaram, o que reduziu os custos do produto (MOTTER; ALMEIDA, 2015). O agricultor tem a sua disposição uma gama de herbicidas, seletivos para monocotiledôneas e dicotiledôneas e com eficiências variáveis.

Os próximos passos no sistema de plantio direto envolveram a inserção de plantas de cobertura e processo de rotação de culturas. Segundo Alvarenga e Noce (2001), o sucesso desse sistema está diretamente relacionado ao fato de que a palhada, deixada pelas culturas de cobertura sobre o solo, fornece ao ambiente condições favoráveis para manutenção da qualidade do solo. Portanto, a busca por plantas de cobertura de solo mais adaptadas aos diferentes ambientes e climas e também, que se ajustassem melhor aos sistemas de rotação, foram de extrema necessidade, fazendo com que surgissem estudos liderados pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) entre 1980 e 1990.

Os conhecimentos sobre plantas de cobertura, gerados após estudos, foram difundidos por todo Brasil e pela América Latina. Além disso, outro problema para ser solucionado pelos pesquisadores na época seria planejar um sistema de rotação de culturas adequado a cada condição de ambiente (SCALÉA, 2000).

2.2.2 Etapas para implantação do plantio direto

De início, para adesão do sistema de plantio direto foi necessário a qualificação do agricultor, por se tratar de um sistema complexo, exige-se que o agricultor tenha um conhecimento mais amplo e um domínio de todas as fases desse sistema. Pensando nisso, os órgãos de pesquisas, no início da implementação dessa tecnologia no Brasil, passaram por um processo de difusão das informações e técnicas aos agricultores, o que vem ocorrendo até os dias de hoje com novas descobertas e inovações nesse sistema (CASSOL *et al.*, 2007).

De acordo com Cruz *et al.* (2001), o conhecimento do tipo de solo é requisito essencial para adoção desse sistema, assim como a eliminação de camadas adensadas e compactadas do

solo, geralmente, resultantes do uso inadequado de arados ou grades aradoras, após sucessivos anos, sempre a uma mesma profundidade, causando uma série de problemas. O nivelamento da superfície do solo e a correção da acidez do solo devem ser realizados antes de iniciar com a prática de plantio direto, pois com a adoção desse sistema não há revolvimento do solo (SILVA *et al.*, 2000).

Os restos culturais na superfície devem cobrir, pelo menos, 50% do solo ou 6 t/ha de matéria seca para cobertura do solo (FAVERO *et al.*, 2001). Este é um dos requisitos com maior relevância para o sucesso do plantio direto, além disso, a eliminação de plantas daninhas antes da instalação desse sistema deve ser adotada (AITA *et al.*, 2001).

O não cumprimento de princípios básicos pode comprometer a viabilidade técnica e econômica do plantio direto, implicando em abandono desse sistema de plantio, antes que ele possa manifestar todo o seu potencial (CRUZ *et al.*, 2001).

2.2.3 Evolução do sistema de plantio direto no Brasil

O Sistema de Plantio Direto no Brasil é dividido em três períodos caracterizados por diferentes taxas de adoção, sendo esses, até 1979; de 1979 a 1991; e a partir de 1991 até os dias atuais. No período que antecede a 1979, a adoção plantio direto no país era inconstante, sendo que os produtores não conseguiam manter o sistema desde a introdução, esse período foi marcado pela baixa adoção (CRUZ *et al.*, 2001).

No decorrer dos anos, no período de 1979 a 1991 foi caracterizado pela implementação de diferentes eventos e atitudes com vistas em ampliar conhecimentos, aprimorar processos e equipamentos e organizar a difusão do plantio direto. Em consequência, a taxa de adoção do plantio direto apresentou considerável crescimento em relação ao período anterior. Cassol *et al.* (2007) destacam ainda que esse período foi marcado por avanços da pesquisa brasileira em relação à ampliação do enfoque no sistema de plantio direto, diante da percepção de viabilização do sistema, não estar vinculada exclusivamente ao abandono do solo, mas sim a associação dessa prática com rotação de culturas e a cobertura permanente sobre o solo, isso foi considerado um marco na evolução do plantio direto no Brasil (CASSOL *et al.*, 2007).

Desde então, a partir de 1991, passou a ocorrer ações promotoras da institucionalização do SPD como ferramenta agrícola conservacionista, em função de contribuições para a conservação do solo, da água, do ar, dos ecossistemas de modo geral, e por consequência transmitir sustentabilidade a sistemas agrícolas produtivos (MAY; VINHA; LUSTOSA, 2010). Nesse contexto, a resistência por parte de produtores foi sendo reduzida, e praticamente todos os segmentos agrícolas passaram a incorporar ações para desenvolvimento e aprimoramento do sistema (FANCELLI *et al.*, 2000).

Embora seja inquestionável a importância do SPD e a integração de sistemas, os gastos iniciais com sementes, com defensivos, horas máquina, mão de obra entre outros oneram

o custo do sistema como um todo. Entretanto, essa prática passa a ser lucrativa ao decorrer dos anos com sua estabilidade dentro do sistema (ALVARENGA *et al.*, 2001). Portanto, com todos esses aspectos, com a adoção dos sistemas em integração, é possível ampliar o aproveitamento dos fatores de produção e a oferta ambiental das áreas agrícolas entre 90% e 100% do tempo, sendo assim, tais sistemas se caracterizam como estratégias eficientes de intensificação sustentável do uso dos solos (CRUZ *et al.*, 2001).

2.2.4 Plantas utilizadas como cobertura do solo em sistemas de plantio direto

No SPD, as plantas de cobertura são de extrema importância, afinal são essas que protegem e melhoram a qualidade do solo, sendo denominados adubos verdes (ALVARENGA; NOCE, 2001). Segundo Carvalho *et al.* (2015) e Rosa *et al.* (2017), a denominação de adubação verde é empregada para culturas utilizadas em rotação ou consorciação de cultivos, em incorporação ao solo ou deixadas sobre a superfície, contribuindo para qualidade física, química e biológica do solo.

As plantas de coberturas possuem grande importância no controle de erosão hídrica, controle de plantas daninhas além de outros benefícios (FIDELIS *et al.*, 2003). Entretanto, para adoção desse sistema, alguns conhecimentos são necessários para conseguir um sistema estabilizado, em que poderão ser alcançados todos os benefícios dessa prática. Inicialmente, devem ser selecionadas as espécies de plantas com maior potencial e adaptabilidade as condições locais, buscando as que apresentam maior rapidez para se estabelecerem, produção de fitomassa, aumento da disponibilidade de nitrogênio e controle de plantas daninhas e doenças (ALVARENGA; NOCE, 2001; AITA *et al.*, 2001).

Quanto mais rápido o estabelecimento dessas plantas, maior os benefícios físicos advindos da cobertura na proteção do solo. Na escolha das espécies, deve ser priorizado cultivares de ciclo mais longo que vão garantir maior fitomassa, além disso, outra possibilidade de aumentar fitomassa é aumentar o número de plantas (SODRÉ FILHO *et al.*, 2004). Outro ponto importante é conhecer o potencial das plantas escolhidas e, principalmente, não serem hospedeiras de pragas e doenças. Portanto, essas informações são necessárias para garantir o sucesso no SPD.

Segundo Salton (2001), a aveia é apontada como a cultura responsável pela expansão do plantio direto na região Sul do país, enquanto o milheto cumpriu seu papel na região Central. Ainda, nos últimos anos alguns trabalhos têm mostrado o uso de espécies forrageiras como as do gênero *Brachiaria* para formação de palhada, sendo estas forrageiras consideradas com grande potencial na manutenção da palha sobre o solo em função da sua relação alta de C/N que retarda sua decomposição e aumenta sua permanência no solo, característica importante para regiões mais quentes do país (TORRES *et al.*, 2005; TORRES *et al.*, 2006; ANDRIOLI *et al.*, 2008; ANDRADE

et al., 2018).

Entre as plantas utilizadas para cobertura morta no inverno, a aveia preta e azevém são as principais, destacando pela sua excelente produção de fitomassa, resistência a doenças, adaptação aos solos pouco corrigidos e com falta de nutrientes, além de seus resíduos persistirem por mais tempo sobre solo (SALTON; FABRICIO; HERNANI, 2001). Vários tipos de plantas que podem ser utilizadas nesse sistema, entre essas o nabo forrageiro, empregado nas regiões Sul, Centro-Oeste e Sudeste, como adubo verde de inverno ou planta de cobertura, em sistemas conservacionistas (CALEGARI, 1998). As leguminosas, ervilhaca e trevo vesiculoso se destacam por proporcionar grande produção de fitomassa e fixação de N, em função da associação com bactérias nitrificantes (ALVARENGA; NOCE, 2001).

As gramíneas, ao contrário das leguminosas, possuem elevada capacidade de ciclagem de N mineral do solo, reduzindo os riscos de lixiviação, enquanto as leguminosas adicionam N pela fixação biológica, contribuindo para aumento da disponibilidade de N para as culturas em sucessão (AMADO *et al.*, 2001). Além disso, de acordo com Favero *et al.* (2000), algumas plantas daninhas podem ser uma alternativa benéfica, pois promovem a cobertura do solo, produzindo fitomassa semelhante as plantas cultivadas e, ainda, reaproveitam grandes quantidades de nutrientes.

Portanto, a utilização de plantas de cobertura é uma alternativa de sempre simular os ambientes naturais utilizando o máximo de estratégias para reverter os problemas oriundos de manejos convencionais do solo. E isso é possível com uso da palhada na superfície do solo, responsável por aumentar a biodiversidade e qualidade do solo (LEANDRO, 2006).

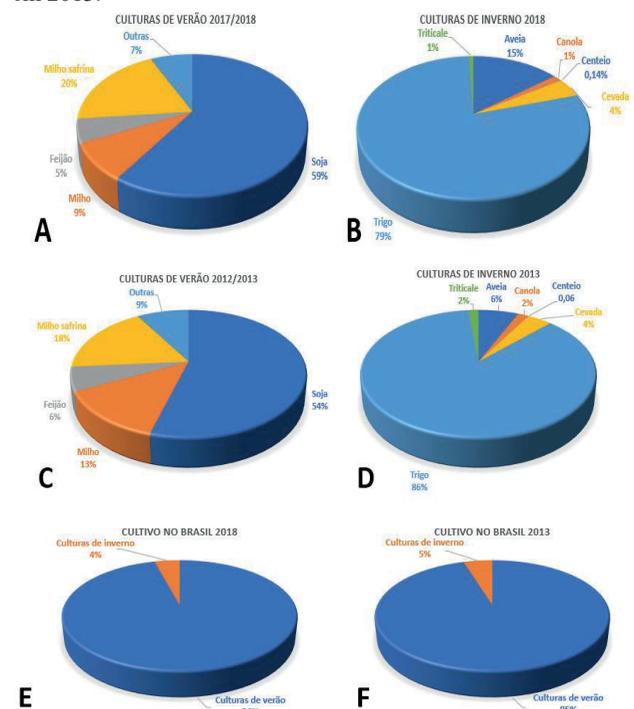
2.2.5 Benefícios da rotação e sucessão de culturas no sistema de plantio direto

A rotação e sucessão de culturas, assim como a cobertura permanente e o mínimo revolvimento do solo compõem os princípios básicos do sistema de plantio direto. A rotação de cultura é definida com a alternância de espécies vegetais, no decorrer do tempo, em uma mesma área agrícola (FRANCHINI *et al.*, 2011). Enquanto a sucessão de culturas, ou como é denominado “plantio de segunda época ou safrinha” tem sido definida como ordenamento de duas culturas na mesma área agrícola por tempo indeterminado, cada uma sendo cultivada em uma estação do ano (BORTOLINI *et al.*, 2000; LEANDRO, 2006). Para essas duas práticas, as espécies escolhidas têm o propósito comercial e de recuperação da qualidade física e química do solo.

A divisão desses sistemas é por meio de zoneamento climático das culturas, baseados em índices pluviométricos, capacidade de água disponível no solo e a probabilidade de ocorrência de baixas temperaturas durante a fase reprodutiva das culturas de inverno (FRANCHINI *et al.*, 2011). No Brasil, é verificada uma predominância de destinação de áreas de cultivo agrícola para espécies vegetais considerados

de verão, entre essas a soja que foi cultivada em 59% das áreas na safra de 2017/2018 segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento - Conab (2019), e em 54% na safra de 2012/2013 (Figura 1 – A, B) (CONAB, 2014). Já em relação às áreas destinadas ao cultivo de culturas de inverno, o predomínio foi para a cultura do trigo, tendo respectivamente nos anos de 2018 e 2013, 79 e 86%. Tal decréscimo ocorre em razão do aumento de áreas nas quais espécies de aveia foram cultivadas, algo considerado positivo do ponto de vista da rotação de culturas, tal acréscimo foi de 9% entre os anos abordados no presente estudo (Figura 1 – C, D) (CONAB, 2014; CONAB, 2019). Ao analisar o cenário nacional, de maneira geral, torna-se evidente o quão baixo é o total de áreas agrícolas que investem em cultivos de plantas de inverno, sendo no ano de 2018 apenas 4%, sendo constatada a redução de 1% em relação ao ano de 2013 (Figura 1 – E, F), demonstrando deste modo que ainda são escassas áreas que estão recebendo manejo adequado visando uma conservação dos recursos naturais com ênfase para o solo (CONAB, 2014, 2019).

Figura 1 - Áreas agrícolas destinadas ao cultivo de grãos no Brasil. [A] Áreas agrícolas que foram destinadas para culturas de verão - safra 2017/2018. [B] Áreas agrícolas que foram destinadas para culturas de inverno - safra 2018. [C] Áreas agrícolas que foram destinadas para culturas de verão - safra 2012/2013. [D] Áreas agrícolas que foram destinadas para culturas de inverno - safra 2013. [E] Porcentagem de áreas totais que foram destinadas para culturas de verão e inverno em 2018. [F] Porcentagem de áreas totais que foram destinadas para culturas de verão e inverno em 2013.

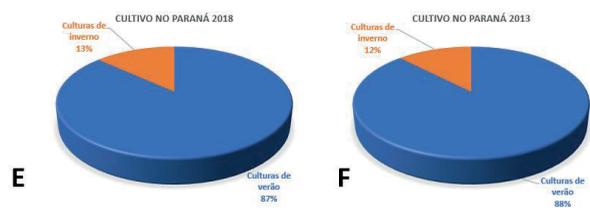
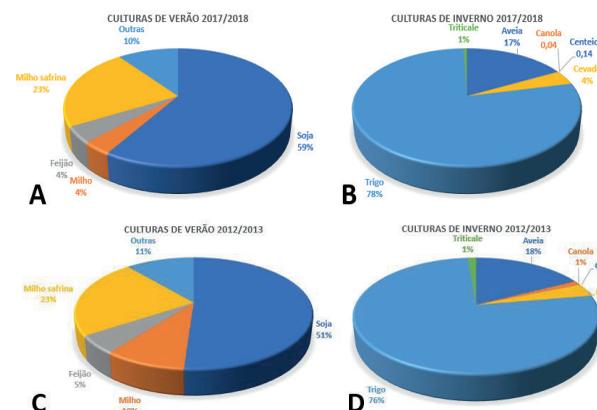


Fonte: Adaptado de CONAB (2019).

No Estado do Paraná, Estado que implantou o sistema de plantio direto no Brasil, segundo a Secretária de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná - SEAB (2019), no

ano de 2018, 13% (Figura 2 – E) das áreas de cultivo agrícola do Estado foram destinadas para culturas de inverno, sendo estas as culturas consideradas de cobertura, contribuindo para as práticas de rotação de cultura e de plantio direto. Este valor é superior ao triplo de áreas destinadas a tais cultivos ao se analisar o cenário nacional, no entanto tal área poderia ser ampliada ponderando que o Estado possui condições climáticas adequadas ao desenvolvimento de espécies de plantas consideradas de inverno e que se trata do Estado que implantou o sistema de plantio direto no país, sendo essa considerada uma importante prática de conservação do solo, todavia se verificou crescimento de apenas 1% (Figura 2 – F) nas áreas destinadas ao cultivo de culturas de inverno em relação aos dados de 2013 para o Estado do Paraná (SEAB, 2019). Em relação ao predomínio de áreas destinadas ao cultivo de espécies de verão, o destaque no Estado do Paraná é para a cultura da soja, sendo 59% no ano de 2018 e 51% em 2013, o milho safrinha (2º safra) também se destaca entre as culturas de verão mantendo nos dois períodos abordados no presente estudo o correspondente a 23% das áreas de cultivo agrícola do Estado do Paraná (Figura 2 – A, C) (SEAB, 2019). Já em relação às culturas de inverno, o trigo teve predominância no Estado tendo 78 e 76% das áreas respectivamente nos anos de 2018 e 2013, a aveia diferentemente do cenário nacional dispôs de uma maior área de cultivo, tendo 17% em 2018, e 18% em 2013, as demais espécies de inverno possuem pouca expressividade. No entanto, existem condições de se ampliar o cultivo de tais espécies considerando que as mesmas podem trazer benefícios, principalmente, por contribuírem com a conservação do solo por fornecerem uma boa cobertura e, além disso, poder estar havendo a comercialização de sua produção (Figura 2 – B, D) (SEAB, 2019).

Figura 2 - Áreas agrícolas destinadas ao cultivo de grãos no Estado do Paraná. [A] Áreas agrícolas que foram destinadas para culturas de verão - safra 2017/2018. [B] Áreas agrícolas que foram destinadas para culturas de inverno - safra 2018. [C] Áreas agrícolas que foram destinadas para culturas de verão - safra 2012/2013. [D] Áreas agrícolas que foram destinadas para culturas de inverno - safra 2013. [E] Porcentagem de áreas totais que foram destinadas para culturas de verão e inverno em 2018. [F] Porcentagem de áreas totais que foram destinadas para culturas de verão e inverno em 2013.



Fonte: Adaptado de SEAB (2019).

A escolha dessas práticas deve ser feita com flexibilidade, de modo a atender as particularidades regionais, climáticas e as perspectivas de comercialização dos produtos. Entretanto, qualquer uma dessas duas práticas traz enormes benefícios para qualidade química do solo, como aumento nas adições de fitomassa (parte aérea e raízes) ao solo, em conjunto com a adoção do SPD, que resulta no incremento de teores de matéria orgânica proporcionando melhor qualidade dos solos e, conseqüentemente, maior produtividade das culturas (DA COSTA; DE ALMEIDA RIBEIRO; SILVA, 2013).

3 Conclusão

Conclui-se que o plantio direto desde sua implantação no Brasil vem trazendo inúmeras vantagens para as questões de conservação de solo, permitindo melhores condições de cultivo para culturas de interesse econômico, elevando assim a produtividade e a lucratividade. Com esses benefícios, as áreas de implantação vêm sendo ampliadas e associadas a outras práticas conservacionistas.

Referências

AITA, C. *et al.* Plantas de cobertura de solo como fonte de nitrogênio ao milho. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v.25, n.1, p.157-165, 2001. doi: 10.1590/S0100-06832001000100017

ALVARENGA, R.C.; NOCE, M.A. Integração lavoura-pecuária. *Embrapa Milho e Sorgo*, 2005.

ALVARENGA, R.C. *et al.* Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. *Infor. Agrop.*, v.22, n.208, p.25-36, 2001.

AMADO, T. *et al.* Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, n.25, n. 1, p. 189-197, 2001. doi: 10.1590/S0100-06832001000100020

ANDRADE, A. T. *et al.* Desafios do Sistema de plantio direto no cerrado. *Infor. Agrop.*, v. 39, p. 19-25, 2018.

ANDRIOLI, I. *et al.* Produção de milho em plantio direto com adubação nitrogenada e cobertura do solo na pré-safra. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v. 32, n. 4, p. 1691-1698, 2008. doi: 10.1590/S0100-06832008000400034

BORTOLINI, C. G.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G. Sistemas consorciados de aveia preta e ervilhaca comum como cobertura de solo e seus efeitos na cultura do milho em sucessão. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v. 24, n. 4, p. 897-903, 2000. doi: 10.1590/S0100-06832000000400021

BRAVIN, M.P.; OLIVEIRA, T.K. Adubação nitrogenada em milho e capim-xaraés sob plantio direto e preparo convencional em sistema agrossilvipastoril. *Pesq. Agrop. Bras.*, v.49, p.762-770, 2014. doi: 10.1590/S0100-204X2014001000003

CASÃO JUNIOR, R.; DE ARAÚJO, A.G.; LLANILLO, R.F. Plantio direto no Sul do Brasil: fatores que facilitaram a evolução

- do sistema e o desenvolvimento da mecanização. Londrina: IAPAR, 2012.
- CASSOL, E.A.; DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A. Sistema plantio direto: evolução e implicações sobre a conservação do solo e da água. *Embrapa Trigo*, 2007.
- CALEGARI, A. Espécies para cobertura de solo. *Plantio direto: pequena propriedade sustentável*. Londrina: IAPAR, 1998. p.65-94.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento -. *Acompanhamento safra brasileira de grãos*, safra 2013/14, Brasília, v. 1, n. 9, p. 1-85, 2014.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento -. *Acompanhamento safra brasileira de grãos*, safra 2018/19, v. 6, n. 10, p. 1-113, 2019.
- CRUZ, J.C. *et al.* Plantio direto e sustentabilidade do sistema agrícola. *Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)*, 2001.
- CRUZ, J.C. *et al.* Manejo de solos: sistema plantio direto. *Embrapa Milho e Sorgo. (ALICE)*, 2008.
- DA COSTA, E. M.; SILVA, H. F.; DE ALMEIDA RIBEIRO, P. R. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. *Enciclopédia Biosfera*, v. 9, n. 17, p. 1844, 2013.
- DE CARVALHO, A. M. *et al.* Manejo de plantas de cobertura na floração e na maturação fisiológica e seu efeito na produtividade do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 50, n. 7, p. 551-561, 2015. doi: 10.1590/S0100-204X2015000700005
- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Plantio direto. In: Produção de milho. *Guaíba: Agropecuária*, 2000, p. 108-116.
- FAVERO, C. *et al.* Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. *Embrapa Milho e Sorgo-Artigo*, 2000. doi: 10.1590/S0100-06832000000100019
- FIDELIS, R.R. *et al.* Alguns aspectos do plantio direto para a cultura da soja. *Biosc. J.*, v.19, n.1, p.251-257, 2003.
- FRANCHINI, J. C. *et al.* Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná. *Londrina: Embrapa Soja*, 2011.
- KLIEMANN, H. J.; PEREIRA, A.J.B.B.; MARQUES, P.S. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho distroférico. *Pesq. Agrop. Trop.*, v.36, n.1, p.21-28, 2006.
- LEANDRO, W. M. Plantio direto garante, sustentabilidade a agroecossistemas. *Visão Agrícola*, n.5, p.16-20, 2006.
- MAY, P.; LUSTOSA, M.C.; VINHA, V. Economia do meio ambiente. *Elsevier Brasil*, 2010.
- MOTTER, P; ALMEIDA, H. G. Plantio direto: a tecnologia que revolucionou a agricultura brasileira. *Foz do Iguaçu: Parque Itaipu*, 2015.
- OLIVEIRA, T. K. de; CARVALHO, G. J.; MORAES, R. N. S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. *Pesq. Agrop. Bras.*, v.37, p.1079-1087, 2002. doi: 10.1590/S0100-204X2002000800005
- OLIVEIRA, T. K. *et al.* Características agronômicas e produção de fitomassa de milho verde em monocultivo e consorciado com leguminosas. *Ciênc. Agrotecn.*, v.27, n.1, p.223-227, 2003. doi: 10.1590/S1413-70542003000100029
- ROSA, D. M. *et al.* Substâncias húmicas do solo cultivado com plantas de cobertura em rotação com milho e soja. *Rev. Ciênc. Agron.*, v.48, n.2, p.221-230, 2017. doi: 10.5935/1806-6690.20170026
- SALTON, J. C.; FABRÍCIO, A. M.; HERNANI, L. C. Integração lavoura-pecuária: alternativas de rotação de culturas. *Encontro Regional de Plantio Direto no Cerrado*, v.5, p.31-32, 2001.
- SALTON, J. C. *et al.* O plantio direto no Brasil. *Seminário Internacional Sobre Plantio Direto Nos Trópicos Sul-Americanos*, p.13-15, 2001.
- SCALÉA, M. J. Plantio direto e rotação de culturas: benefícios que somam. *Rev. Plant. Dir.*, v.31, n.56, 2000.
- SEAB Secretária de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. *Comparativo de área, produção e rendimento de culturas selecionadas*. Curitiba: SEAB, 2019.
- SILVA, M.L.N.; CURI, N.; BLANCANEAU, P. Sistemas de manejo e qualidade estrutural de Latossolo Roxo. *Pesq. Agrop. Bras.*, v.35, n.12, p.2485-2492, 2000. doi: 10.1590/S0100-204X2000001200019
- SODRÉ FILHO, J. *et al.* Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região do Cerrado. *Pesq. Agrop. Bras.*, v.39, n.4, p.327-334, 2004. doi: 10.1590/S0100-204X2004000400005
- TORRES, J. L.R. *et al.* Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. *Rev. Bras. Ciên. Solo*, v.29, n.4, p.609-618, 2005. doi: 10.1590/S0100-06832005000400013
- TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; FABIAN, A.J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. *Pesq. Agrop. Bras.*, v.43, n.3, p.421-428, 2008. doi: 10.1590/S0100-204X2008000300018
- TORRES, J.L.R. *et al.* Influência de plantas de cobertura na temperatura e umidade do solo na rotação milho-soja em plantio direto. *Curr. Agricult. Sci. Tech.*, v.12, n.1, 2006. doi: 10.18539/CAST.V12I1.4498