

XVI ECOPAR

Encontro de Economia Paranaense

V International Meeting on Economic Theory and Applied Economics

II Jornada Internacional de Comunicação Científica

AVALIAÇÃO DA ADOÇÃO DO SISTEMA PLANTIO DIRETO NO BRASIL ENTRE OS ANOS DE 2006 E 2017

EVALUATION OF THE ADOPTION OF THE NO-TILL FARMING SYSTEM IN BRAZIL BETWEEN 2006 AND 2017

EVALUACIÓN DE LA ADOCIÓN DEL SISTEMA DE SIEMBRA DIRECTA EN BRASIL ENTRE LOS AÑOS 2006 Y 2017

Vinícius Pazianoto¹

Wander Plassa²

Tiago Telles³

Área Temática: Área 7: Economia Agrícola e Meio Ambiente

JEL Code: Q00, Q24, C21

Resumo.

O estudo objetivou avaliar a evolução da adoção do Sistema Plantio Direto (SPD) e os possíveis agrupamentos espaciais no Brasil entre os anos 2006 e 2017. Para isso, foram utilizados dados dos Censos Agropecuários, obtidos por meio de tabulação especial fornecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Calculou-se o percentual de estabelecimentos de lavouras temporárias que praticam SPD e verificou-se a evolução e a concentração espacial nas regiões do Brasil, por meio da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE). A partir dos resultados, observou-se um aumento na adoção do SPD de 65,82%, no período. A região Sul foi a que apresentou o maior número de estabelecimentos adotantes do SPD, em relação ao total nacional, com 79,6%, em 2017; e quatro dos cinco municípios que mais adotavam SPD, em 2017. Em 2006, a região Sul apresenta um grande agrupamento Alto-Alto. Em 2017, um agrupamento Alto-Alto também surge no estado do Mato Grosso. Os resultados indicam que o SPD é emergente, mas ainda pouco adotado e concentrado em algumas regiões do país.

Palavras-chave: Sistema Plantio Direto; Métodos de Manejo do Solo; Rotação de Culturas; Censo Agropecuário; Brasil.

Abstract.

The study aimed to evaluate the evolution of the adoption of the No-Tillage System (NTS) and possible spatial clusters in Brazil between 2006 and 2017. For this purpose, data from the Agricultural Censuses, obtained through special tabulation provided by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), were used. The percentage of temporary crop establishments practicing NTS was calculated, and the evolution and spatial concentration in the regions of Brazil were analyzed using Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA). The results showed a 65.82% increase in the adoption of NTS during the period. The southern region

¹ Universidade Estadual de Londrina; Brasil; <https://orcid.org/0009-0009-6426-8165>; e-mail: vinicius.pazianoto@uel.br.

² Universidade Estadual do Paraná e Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR-EMATER; Brasil; <https://orcid.org/0000-0003-3302-5979>; e-mail: wanderplassa@gmail.com.

³ Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR-EMATER; Brasil; <https://orcid.org/0000-0001-5817-3420>; e-mail: telles@idr.pr.gov.br.



XVI ECOPAR

Encontro de Economia Paranaense

V International Meeting on Economic Theory and Applied Economics

II Jornada Internacional de Comunicação Científica

had the highest number of NTS adopters relative to the national total, with 79.6% in 2017, and four out of the five municipalities with the highest NTS adoption in 2017. In 2006, the southern region presented a large High-High cluster. In 2017, a High-High cluster also emerged in the state of Mato Grosso. The results indicate that NTS is emerging but still little adopted and concentrated in some regions of the country.

Key-words: No-Tillage System; Soil Management Methods; Crop Rotation; Agricultural Census; Brazil.

Resumen.

El estudio evaluó la evolución de la adopción del Sistema de Siembra Directa (SSD) y los posibles agrupamientos espaciales en Brasil entre 2006 y 2017. Para ello, se utilizaron datos de los Censos Agropecuarios, obtenidos mediante una tabulación especial proporcionada por el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE). Se calculó el porcentaje de establecimientos de cultivos temporales que practican SSD y se verificó la evolución y concentración espacial en las regiones de Brasil, mediante Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (AEDE). Los resultados mostraron un aumento del 65,82% en la adopción del SSD durante el período. La región Sur tuvo el mayor número de adoptantes del SSD en relación con el total nacional, con un 79,6% en 2017; y cuatro de los cinco municipios con mayor adopción del SSD en 2017. En 2006, la región Sur presenta un gran agrupamiento Alto-Alto. En 2017, un agrupamiento Alto-Alto también surge en el estado de Mato Grosso. Los resultados indican que el SSD es emergente, pero aún poco adoptado y concentrado en algunas regiones del país.

Palabras-clave: Sistema de Siembra Directa; Métodos de Manejo del Suelo; Rotación de Cultivos; Censo Agropecuario; Brasil.

Introdução.

A agricultura cafeeira no Brasil foi predominante até meados do século XX e influenciou a política e a economia do Brasil, direcionando as diretrizes agrícolas nacionais por um longo período. No entanto, após a quebra da bolsa de valores de Nova Iorque, em 1929, os impactos da crise foram sentidos de maneira especialmente violenta pelo setor cafeeiro. Na ocasião, os Estados Unidos interromperam a compra da *commodity*, causando um choque de demanda negativa, agravado pela oferta excessiva do produto. A queda na procura causou uma diminuição do preço do café e acelerou o processo de substituição da cultura, que já acontecia desde o início do século (PRADO JÚNIOR, 1981). A partir dos anos 1960, o país passou pela Revolução Verde, processo de modernização do campo a partir de medidas como a motomecanização das lavouras, que permitiu o cultivo de soja, trigo e milho, sucessoras do café, e proporcionou o aumento da área da produção agrícola brasileira (TELLES; DECHEN; GUIMARÃES, 2013).

A queda no preço do café não era o único problema a preocupar os agricultores e formadores de políticas da época. A erosão do solo era outro fator importante, que já era observado e estudado no país durante as primeiras décadas do século XX. Essa degradação das lavouras de café afligia os pesquisadores e produtores do Brasil (TELLES; DECHEN; GUIMARÃES, 2013). A transição do café para outras culturas, após o choque da década de 30 e a derrocada do produto ao longo dos anos seguintes, fez com que a fronteira agropecuária se expandisse. Porém, o rápido desenvolvimento agrário, aliado à mecanização dos processos



XVI ECOPAR

Encontro de Economia Paranaense

V International Meeting on Economic Theory and Applied Economics

II Jornada Internacional de Comunicação Científica

agrícolas, propiciou a formação de lavouras de monocultura intensiva, com destaque para a sucessão soja-trigo, num primeiro momento, e, posteriormente, soja-milho.

A degradação do solo se expandiu devido à relação de manejo inadequado da terra e ao aumento do potencial de impacto por meio da mecanização. A mecanização sistemática do campo, a partir de 1960, trouxe benefícios e melhoramentos ímpares para o setor agropecuário brasileiro. Máquinas com maior força e capacidade manejam o solo, plantam, adubam e colhem, além de desempenharem outros trabalhos, facilitando a vida do produtor. Porém, além dos benefícios, pode-se apontar efeitos colaterais advindos da utilização dessas máquinas agrícolas, principalmente se utilizadas de maneira imprópria, impactando como a terra é tratada, com efeito no desenvolvimento das culturas e na qualidade e características do solo. O revolvimento intenso e profundo da terra por implementos agrícolas expõe o solo às chuvas e a outras intempéries exógenas, causando erosão hídrica e prejudicando a estrutura do solo cultivado (MUZILLI, 1983; CASTRO FILHO; MUZILLI; PODANOSCHI, 1998; BERTOL; SANTOS, 1995; SCHICK *et al.*, 2000).

Desde então, buscava-se modos de combater a erosão que assolava os campos produtivos brasileiros, que eram manejados, principalmente, pelo método de Preparo Convencional (PC). O PC é o método de manejo que emprega práticas como aração e gradagem do solo (BERTOL; DE MARIA; SOUZA, 2019) – em que pelo menos duas das técnicas são utilizadas em conjunto. Nesse sentido, foi desenvolvido internacionalmente um método menos invasivo, o Cultivo Mínimo (CM), que consiste em uma aração ou escarificação do solo, a fim de eliminar a compactação superficial sem expor de maneira exagerada o ventre do terreno ao ambiente (VIEIRA; FRAZIER, 1961). De maneira mais enfática, foi desenvolvido o Plantio Direto (PD) como alternativa aos métodos convencionais de preparo do solo, no início da década de 1950, nos Estados Unidos (DERPSCH, 1998; 2004). O PD consiste no uso de equipamentos específicos que fazem uma abertura no solo apenas para deposição da semente, ou seja, a mobilização do solo para o plantio é restrita às linhas de semeadura.

O PD foi introduzido no Brasil, no início dos anos 1970, no norte do estado do Paraná (TELLES *et al.*, 2023). Institutos de pesquisa e agricultores brasileiros, visando o combate à degradação causada pela erosão, passaram a pesquisar, utilizar e colocar em prática o PD, inicialmente baseado em dois pilares: i) eliminação das plantas daninhas com a aplicação de herbicidas; e ii) utilização de máquinas específicas para a semeadura restrita às covas de plantio (RECHE, 1978). Com a ajuda dos órgãos de pesquisa, como o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), o PD se desenvolveu para o Sistema Plantio Direto (SPD) ao longo da década, e passou a contar com três principais pilares: i) não revolvimento do solo (restrito às linhas de semeadura); ii) diversificação de plantas com rotação de culturas; e iii) cobertura permanente do solo (por meio da palhada da colheita da cultura anterior) (MUZILLI, 1983; FUENTES-LLANILLO *et al.*, 2021).

O SPD conquistou importância mundial, sendo utilizado como modelo para a política de Agricultura Conservacionista (AC), da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO), que visa o desenvolvimento sustentável e a erradicação da fome. No Brasil, assumiu papel central no combate à erosão hídrica, e passou por uma crescente entre os anos 1970 e 2010 (KASSAM; FRIEDRICH; DERPSCH, 2018). Diante disso, por meio de dados do Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), objetiva-se, em um primeiro momento i) analisar a evolução da adoção do SPD entre 2006 e 2017 no país, em



XVI ECOPAR

Encontro de Economia Paranaense

V International Meeting on Economic Theory and Applied Economics

II Jornada Internacional de Comunicação Científica

números de estabelecimentos; e ii) identificar agrupamentos de regiões que adotam o SPD nos dois anos de análise.

Procedimentos Adotados.

O presente estudo tem um caráter descritivo e busca avaliar o panorama da adoção do SPD no Brasil, entre os anos de 2006 e 2017. Para isso, foram utilizados dados obtidos por meio de tabulação especial, fornecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por meio de solicitação, no âmbito dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017. Não há dados disponíveis para cinco municípios que foram criados após o ano de 2006. No entanto, em 2017, esses municípios apresentaram os dados indisponíveis no Censo anterior. Os municípios em questão são: Mojuí dos Campos/PA, Paraíso das Águas/MS, Balneário Rincão/SC, Pescaria Brava/SC e Pinto Bandeira/RS.

Para atingir o objetivo de pesquisa, foi selecionado o grande filtro de estabelecimentos com lavouras temporárias que praticam rotação de culturas (RC), no grupo “Práticas agrícolas selecionadas e combinadas”, e PD, no grupo “Práticas de preparo do solo combinadas”. Tal escolha foi feita para alcançar a definição do SPD, visto que se baseia em três pilares: não revolvimento do solo, diversificação de plantas com rotação de culturas e cobertura permanente do solo (por meio da palhada da colheita da cultura anterior) (MUZILLI, 1983; FUENTES-LLANILLO *et al.*, 2021). De acordo com o Manual do Recenseador, tanto de 2006 quanto de 2017, a definição de PD é “plantio feito em pequenos sulcos abertos no solo que está coberto de palha, sem a necessidade de aração ou gradagem da superfície do terreno, sendo mantidos, no solo, os restos das culturas anteriores”. A fim de alcançar o SPD, cruzou-se o PD, que atende a dois dos seus três pilares, com a variável RC.

Para cálculo dos agrupamentos espaciais, foi utilizado o Indicador Local de Associação Espacial (LISA) (ANSELIN, 1995). Esse indicador possibilita a criação de agrupamentos e a visualização de padrões espaciais estatisticamente significativos. Esses padrões são definidos como Alto-Alto (AA), Baixo-Baixo (BB), que denotam aglomerados espaciais, e Alto-Baixo (AB) e Baixo-Alto (BA), que indicam valores discrepantes espaciais. A título de exemplo, um município classificado como AA possui um percentual do SPD estatisticamente alto em relação ao Brasil, sendo que seus vizinhos (definidos pela matriz de vizinhança do tipo rainha) também apresentam um percentual estatisticamente significativo alto em relação ao Brasil. Nessas análises, foi considerado nível de significância de 5%.

Resultados e discussão.

Os resultados apresentam a quantidade de estabelecimentos adotantes do SPD no Brasil, em 2006 e 2017, que foram, respectivamente, 108.280 e 179.552 de estabelecimentos que aplicavam o SPD no Brasil. Esses valores representavam 2,09% do total de métodos de manejo aplicados no país em 2006, e 3,54% em 2017. Percebe-se o aumento de 65,82% na quantidade de estabelecimentos adotantes de SPD no país, e está representado graficamente pela Figura 1.

Em 2006, os cinco estados com mais estabelecimentos adotantes do SPD em relação ao SPD do Brasil foram Rio Grande do Sul (RS), representando 50,2% de todo o SPD nacional, com 54.318 estabelecimentos; Paraná (PR), 23,8%, com 25.753 estabelecimentos; Santa Catarina (SC), 12,1%, com 13.102 estabelecimentos; Minas Gerais (MG), 2,7%, com 2.964 estabelecimentos; e Bahia (BA), 1,6%, com 1.729 estabelecimentos. Em 2017, os cinco estados com maior participação, em relação ao total do SPD brasileiro, foram RS, representando 36,9%,



XVI ECOPAR

Encontro de Economia Paranaense

V International Meeting on Economic Theory and Applied Economics

II Jornada Internacional de Comunicação Científica

e 66.245 estabelecimentos; PR, 26,6%, e 47.678 estabelecimentos; SC, 16,2%, e 29.044 estabelecimentos; MG, 4,2%, e 7.512 estabelecimentos; e, por fim, Pará (PA), representando 2,6%, com 4.671 estabelecimentos adotantes do SPD.

As três Unidades Federativas (UF) que menos utilizavam do SPD no Brasil, em 2006, foram Amapá (AP), com o menor número de adotantes, de apenas 15, representando 0,01% do valor nacional, que era 108.280; Roraima (RR), com 17 adotantes e 0,02% dos estabelecimentos; e Amazonas (AM), com 22 estabelecimentos e com 0,02% dos adotantes no Brasil. Em 2017, a quantidade de adotantes do SPD era 179.552, e as três UFs que menos aplicavam o SPD foram AP, com 83 adotantes e representando 0,05% do total nacional; Distrito Federal (DF), 164 estabelecimentos, 0,09% do total brasileiro; e Rio Grande do Norte (RN), com 172 propriedades, e 0,1% do total do país.

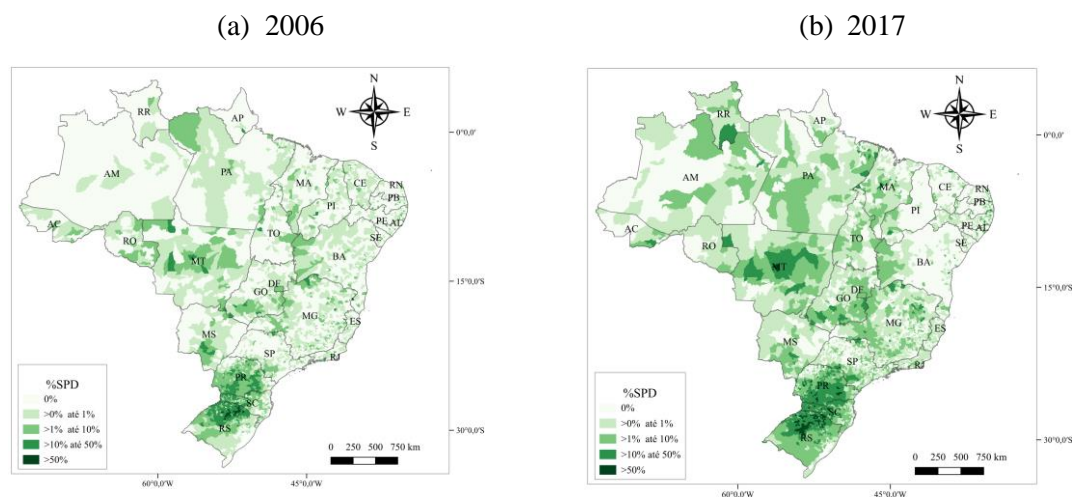


Figura 1: Percentual de adoção do SPD por municípios, nos anos de 2006 e 2017.
Fonte: Elaborado pelos autores com dados dos censos agropecuários de 2006 e 2017.

Os cinco municípios com a maior adoção do sistema, em 2006, em relação ao total nacional (108.280), foram Ibirubá/RS, representando 0,78% da adoção do país, com 843 estabelecimentos; Sananduva/RS, com 0,74%, e 802 estabelecimentos; Marau/RS, 0,68%, 738 estabelecimentos; Coronel Vivida/PR, 0,67%, 730 estabelecimentos; e Manoel Ribas/PR, 0,61% e 665 estabelecimentos adotantes. Em 2017, os cinco municípios líderes na adoção do SPD, em relação à quantidade nacional do sistema (179.552), são Prudentópolis/PR, mostrando 1,40% do total nacional, com 2.512 estabelecimentos; Quedas do Iguaçu/PR, 0,66%, e 1.181 estabelecimentos; Pitanga/PR, 0,65%, e 1.139 estabelecimentos; Bom Jardim, de Pernambuco (PE), 0,63%, com 1.139 estabelecimentos; e, Rio Bonito do Iguaçu/PR, representando 0,58% do SPD nacional, com 1.041 estabelecimentos.

Na Figura 2, é possível observar os agrupamentos gerados pela análise LISA. Nos dois anos de análise, a região Sul foi a responsável pelo maior agrupamento Alto-Alto (em vermelho) na prática do SPD, principalmente na parte oeste dos três estados. Isso indica que, apesar da prática do SPD ter evoluído no período, ainda se manteve concentrado na região Sul do país, aparecendo ainda timidamente em algumas cidades dos estados de São Paulo e Mato Grosso.

XVI ECOPAR

Encontro de Economia Paranaense

V International Meeting on Economic Theory and Applied Economics

II Jornada Internacional de Comunicação Científica

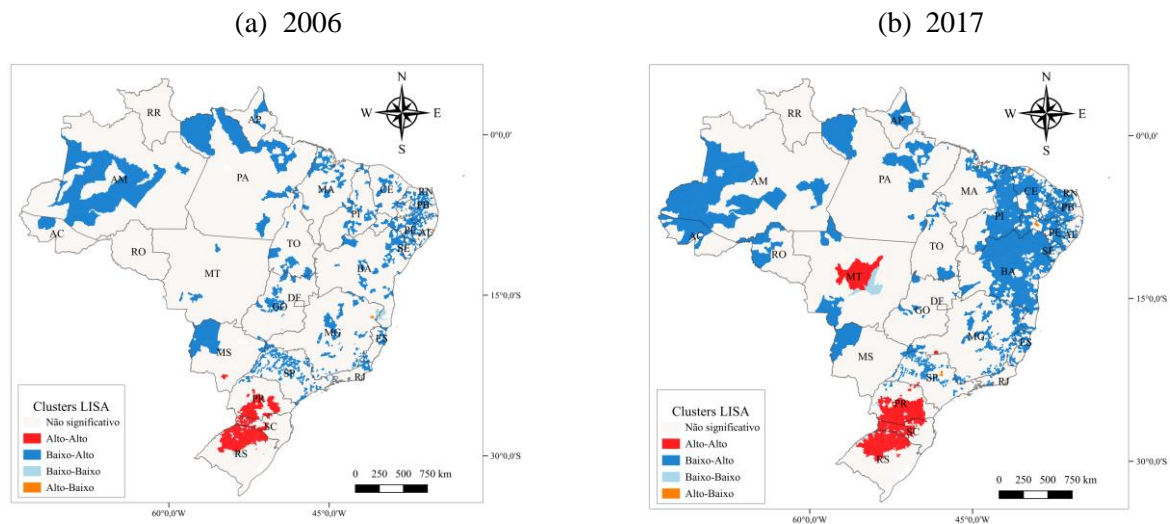


Figura 2: Clusters com I de Moran Local significativo a 5% da adoção do SPD, anos de 2006 e 2017.

Fonte: elaborado pelos autores com dados dos censos agropecuários de 2006 e 2017.

Apesar dos benefícios que essa prática gera para produção, reduzindo, por exemplo, o aparecimento de erosão nas propriedades agrícolas (RODRÍGUEZ *et al.*, 2022), ainda se nota que ela está regionalmente concentrada. Fato que pode ser explicado por distintas culturas adotadas em outras localidades ou mesmo um menor conhecimento dos benefícios que o SPD pode gerar para a produção.

Considerações Finais.

Este trabalho evidenciou o aumento da adoção do SPD no Brasil, entre os anos de 2006 e 2017, de 65,82%, apesar de ainda ser pequena, representando 2,09% dos métodos, em 2006, e 3,54%, em 2017. A região Sul (RS, SC e PR) é a que mais adotava o SPD, apresentando 86,1% de todo o SPD do Brasil, e 93.173 estabelecimentos, em 2006; em 2017, esse número subiu para 142.967 estabelecimentos, 79,6% do total nacional. Em 2006, os menores adotantes do SPD foram AP, RR e AM; em 2017, os menores adotantes foram AP, DF e RN. A região Sul possui os cinco maiores adotantes de SPD do Brasil, em 2006; e, em 2017, quatro deles. Percebe-se as principais localidades de agrupamentos Alto-Alto, que estão nas regiões Sul e Centro-Oeste, em 2017.

Agradecimentos.

Agradecemos ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e ao Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR-EMATER.

Referências.

ANSELIN, L. Local indicators of spatial association – LISA. *Geographical Analysis*, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995.

XVI ECOPAR

Encontro de Economia Paranaense

V International Meeting on Economic Theory and Applied Economics

II Jornada Internacional de Comunicação Científica

BERTOL, I.; SANTOS, J. C. P. Uso do solo e propriedades físico-hídricas no planalto catarinense. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 30, n. 2, p. 263-267, 1995.

BERTOL, I.; DE MARIA, I. C.; SOUZA, L. da S. **Manejo e conservação do solo e da água**. Viçosa, 2019. 1355 p.

RODRÍGUEZ, B. C.; DURÁN-ZUAZO, V. H.; RODRÍGUEZ, M. S.; GARCÍA-TEJERO, I.; RUIZ, B. G.; TAVIRA, S. Q. Conservation agriculture as a sustainable system for soil health: A review. **Soil Systems**, v. 6, n. 4, p. 87, 2022.

CASTRO FILHO, C. de; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p. 527-538, 1998.

DERPSCH, R. Historical review of no-tillage cultivation of crops. In: JIRCAS SEMINAR ON SOYBEAN RESEARCH. No-tillage cultivation and future research needs, 1., 1998, Iguassu Falls. **Proceedings** [...]. Iguassu Falls: JIRCAS, 1998. p. 1-18. JIRCAS Working Report No. 13.

DERPSCH, R. History of crop production, with and without tillage. **Leading Edge**, v. 3, n. 1, p. 150-154, 2004.

FUENTES-LLANILLO, R.; TELLES, T. S.; SOARES JUNIOR, D.; MELO, T. R.; FRIEDRICH, T.; KASSAM, A. Expansion of no-tillage practice in conservation agriculture in Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 208, p. 104877, 2021.

KASSAM, A.; FRIEDRICH, T.; DE RPSCH, R. Global spread of Conservation Agriculture. **International Journal of Environmental Studies**, v. 76, n. 1, p. 29-51, 2018.

MUZILLI, O. Influência do Sistema de Plantio Direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 7, n. 1, p. 95-102, 1983.

PRADO JÚNIOR, C. **História Econômica do Brasil**. 26. ed. São Paulo: Brasiliense, 1981. 364 p.

RECHE, A. Plantio direto: a proteção do solo. **Agricultura de Hoje**, v. 4, n. 39, p. 32-33, 1978.

SCHICK, J.; BERTOL, I.; BATISTELA, O.; BALBINOT JÚNIOR, A. A. 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**, v. 24, p. 427-436, 2000.

TELLES, T. S.; DECHEN, S. C. F.; GUIMARÃES, M. F. Institutional landmarks in brazilian research on soil erosion: a historical overview. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 1431-1440, 2013.

TELLES, T. S.; BARBOSA, G. M. de C.; MERTEN, G. H.; PELLINI, T.; DIDONÉ, E. J.; GUIMARÃES, M. de F. Soil governance as a requirement for agricultural land conservation: a historical overview. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 54, p. e20218315, 2023.

VIEIRA, C.; FRAZIER, R. D. Cultivo Mínimo: Nova Técnica de Agricultura Tratorizada. **Revista Ceres** v. 11, n. 65, p. 240-247, 1961.

