

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18749005>

PLANTIO DIRETO: UM MODELO DE AGRICULTURA SUSTENTÁVEL PARA O SÉCULO XXI

Anderson de Deus Magalhães^a; Maiana Patricia Sousa de Brito^a; Marcos Deoytsu Lima Kaiano^b; Paula Danielle Lima da Silva^c; Gleidson Marques Pereira^a

^aUniversidade do Estado do Pará, Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, Castanhal, Pará, anderson.magalhaes@aluno.uepa.br

^aUniversidade do Estado do Pará, Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, Castanhal, Pará, maianapatriicia77@gmail.com

^bUniversidade Federal Rural da Amazônia, Engenheiro Agrônomo, Belém, Pará, mdlk1313@gmail.com

^cUniversidade Estácio de Sá, Especialista em Direito Processual Civil, Belém, Pará, paulaelle@gmail.com

^aUniversidade do Estado do Pará, Doutor em Ciências Ambientais, Belém, Pará, gleidson.pereira@uepa.br

Eixo temático: Engenharia Ambiental e Sanitária.

RESUMO

O Sistema de Plantio Direto (SPD) constitui-se em uma estratégia de manejo agrícola conservacionista que busca conciliar eficiência produtiva e sustentabilidade ambiental. Este estudo, de caráter bibliográfico, teve como objetivo analisar o contexto histórico, os benefícios e os desafios associados ao SPD na agricultura brasileira. A metodologia envolveu o levantamento de publicações indexadas em bases como Scopus, Web of Science, SciELO, além de documentos técnicos da FAO, MAPA e Embrapa, considerando critérios de inclusão e exclusão previamente definidos. Os resultados evidenciam que, desde sua introdução no Brasil na década de 1970, o SPD tem potencial para promover avanços significativos na conservação do solo e da água, mitigação da erosão, redução de emissões de carbono e incremento da produtividade agrícola. Em determinadas condições, também pode contribuir para a economia de combustível, menor desgaste de maquinário e redução de custos operacionais, apresentando-se como alternativa viável ao preparo convencional do solo. Apesar dos benefícios, sua adoção requer investimentos em capacitação técnica, adequação de maquinário e políticas públicas que incentivem práticas conservacionistas. Conclui-se que o SPD deve ser compreendido não apenas como uma técnica agrícola, mas como componente estratégico para a soberania alimentar e a mitigação dos impactos ambientais em cenários de mudanças climáticas e pressões socioeconômicas.

Palavras-chave: Preparo do Solo, Práticas Agrícolas, Sustentabilidade, Conservação do Solo

1. INTRODUÇÃO

A agricultura moderna enfrenta o desafio de manter níveis crescentes de produção sem comprometer a integridade dos solos, dos recursos hídricos e da biodiversidade. Nesse contexto, sistemas conservacionistas como o Plantio Direto (ou no-till) têm sido apontados como alternativas promissoras para reduzir a erosão, preservar matéria orgânica e melhorar a

eficiência no uso de recursos. Por exemplo, um estudo recente demonstrou que sistemas sem revolvimento (no-till) são capazes de restaurar os estoques de carbono orgânico do solo, alcançando níveis equiparáveis ou superiores aos de vegetação nativa após décadas de adoção em biomas tropicais no Brasil (Sá et al., 2024).

No Brasil, o SPD deixou de ser uma prática exótica para integrar o arcabouço da agricultura de clima-baixo carbono, sendo incentivado por políticas voltadas para a sustentabilidade agrícola. O plano ABC+ prevê metas ambiciosas, dentre elas ampliar a área sob semeadura direta, visando compatibilizar produtividade com mitigação de emissões agrícolas (Proença et al., 2024). Além disso, pesquisas mais recentes sobre adoção do no-till em diferentes estados têm observado que a utilização de índices participativos de qualidade de manejo — que incluem rotação, cobertura e diversificação — está correlacionada positivamente com atributos físicos e químicos do solo (Possamai et al., 2022).

Vale ressaltar que SPDH (Sistema de Plantio Direto de Hortaliças) cujo o objetivo é transição agroecológica, redução de impactos ambientais e melhoria da qualidade do solo e da produtividade focado em hortaliças e diferente do SPD (Sistema de Plantio Direto) cujo o mesmo é focado em cultivo de grãos, onde a conservação solo, redução de erosão, aumento da matéria orgânica e sustentabilidade da produção. Tendo em vista que os custos de transição e aplicação depende do investimento e adaptações que o produtor precisa fazer para implementar o sistema seja SPD ou SPDH.

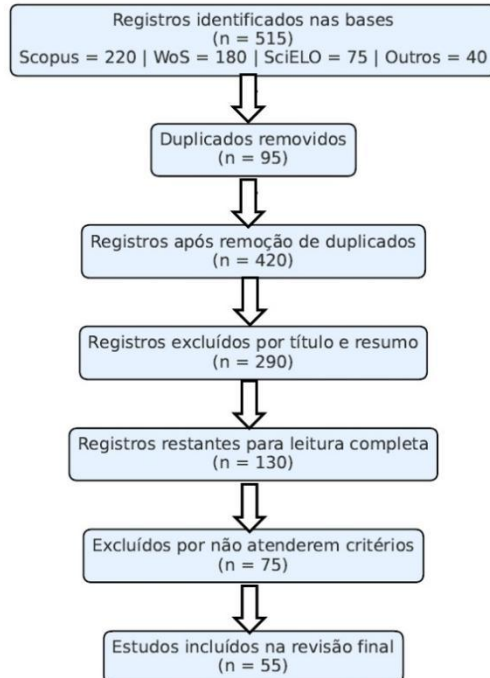
Além disso, o manejo de daninhas é feito com base em práticas conservacionistas e integradas buscando reduzir o uso herbicidas e evitar a seleção de espécies resistentes e por último a variação regional que depende de ajustes específicos em relação ao clima e cultura e solo do local.

Entretanto, mesmo com avanços, persistem desafios técnicos e adaptativos para que o SPD seja plenamente efetivo em contextos tropicais e neoformados. A variabilidade climática, a limitação de biomassa de cobertura em períodos secos, o manejo integrado de plantas daninhas e a necessidade de continuidade técnica são obstáculos ainda ativos. Assim, este trabalho busca revisitar a trajetória e importância do SPD no Brasil, enfatizando seus benefícios recentes e refletindo criticamente sobre seu papel no caminho da sustentabilidade agrícola.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo caracteriza-se como revisão bibliográfica de caráter exploratório e descritivo (Figura 1).

Figura 1. Fluxo da informação com as diferentes fases de uma revisão sistemática.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Contexto histórico e difusão do SPD

O SPD remonta a práticas ancestrais de povos indígenas e agricultores de regiões como o Egito Antigo e os Andes, onde o cultivo era feito sem revolvimento profundo do solo (Derpsch, 2020). No Brasil, a introdução moderna do SPD ocorreu na década de 1970, com o pioneirismo de Herbert Bartz no Paraná, cuja experiência se tornou referência internacional (Dobberstein, 2021). A difusão do SPD foi fortalecida por instituições de pesquisa, como o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) e a Embrapa, que investiram em experimentos de rotação de culturas, cobertura vegetal e desenvolvimento de maquinário específico (Júnior, Araújo & Llanillo, 2012).

3.2 Benefícios produtivos e econômicos

O SPD contribui para a redução de custos operacionais ao eliminar etapas de preparo do solo (Figura 2), como aração e gradagem, resultando em menor consumo de combustível e desgaste de máquinas (Miller, 2022). Estudos demonstram que a economia energética pode ultrapassar 50% em comparação ao sistema convencional (Fernandes et al., 2018).

Figura 2. Princípios fundamentais do SPD e a redução dos custos operacionais.

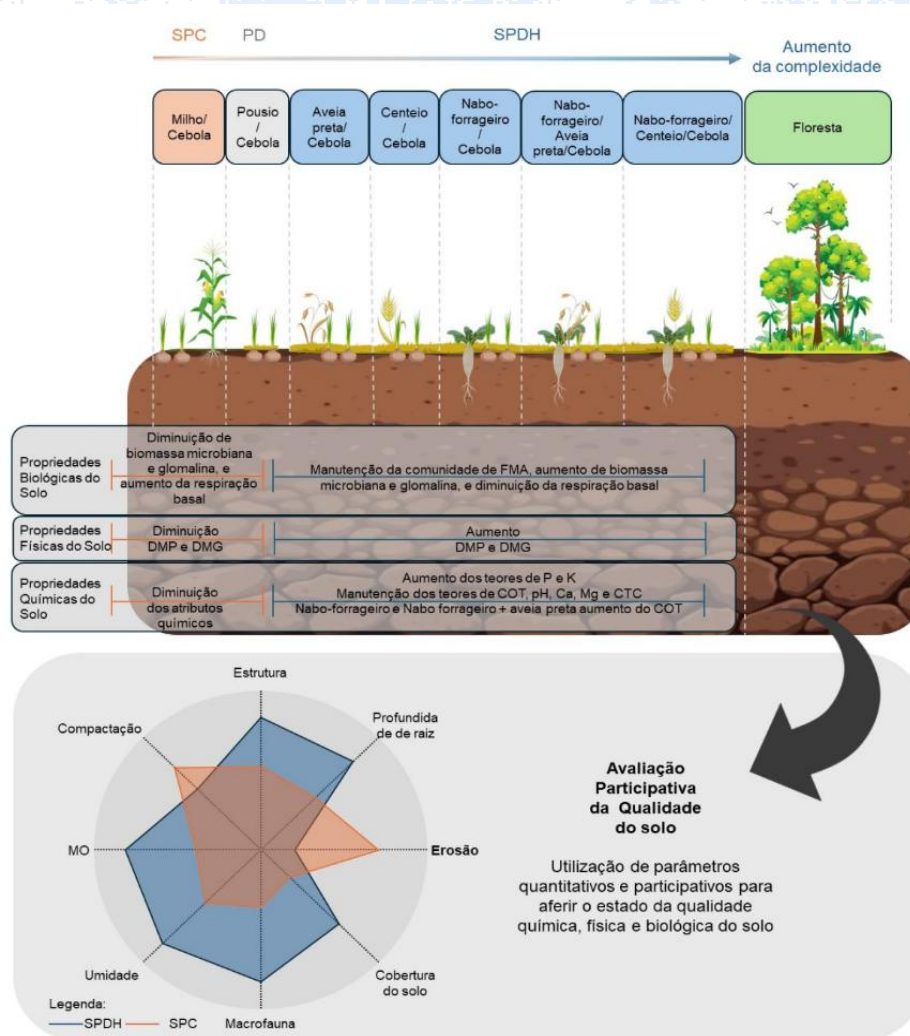


Além disso, o SPD eleva a produtividade agrícola. Ensaios conduzidos pela Embrapa Soja indicam ganhos de até 30% na produtividade da cultura da soja, sobretudo em condições de estresse hídrico (SENAR/MT, 2017).

3.3 Impactos ambientais e conservação de recursos

Do ponto de vista ambiental, a figura 3, o SPD atua na conservação do solo e da água, reduzindo perdas de nutrientes e erosão superficial (Spears, 2018; Urbanek, Horn & Smucker, 2014). A cobertura vegetal favorece a infiltração hídrica, reduz a evaporação e promove maior eficiência no uso da água (Silva et al., 2022).

Figura 3. Representação esquemática de experimento baseado em princípios agroecológicos com os principais efeitos sobre a saúde do solo e redução da erosão. FMA = fungos micorrízicos arbusculares; CTC, capacidade de troca catiônica; SPC = sistema de preparo convencional do solo; PD= plantio direto sem o uso de plantas de coberturas, SPDH = sistema plantio direto de hortaliças com diversidade de coberturas vegetais, DMG = diâmetro médio geométrico dos agregados; DMP = diâmetro médio ponderado dos agregados; COT = carbono orgânico total.



Fonte: Comin et al., 2024.

Outro destaque é o papel do SPD na mitigação das mudanças climáticas. A prática permite o sequestro de carbono no solo e na palhada, contribuindo para a redução das emissões de gases de efeito estufa (Kittredge, 2015; Kurtz, 2022).

3.4 Limitações e desafios

Apesar de suas vantagens, o SPD enfrenta entraves relacionados à necessidade de conhecimento técnico especializado, adoção de rotação de culturas e disponibilidade de equipamentos adaptados. A adoção plena do sistema exige suporte técnico e políticas públicas que estimulem práticas agrícolas conservacionistas (Karayel & Šarauskis, 2019).

4. CONCLUSÃO

O Sistema de Plantio Direto configura-se como estratégia que pode contribuir para conciliar alta produtividade agrícola com conservação ambiental. Ao longo de sua trajetória no Brasil, demonstrou ganhos significativos em eficiência econômica, proteção do solo e mitigação de impactos climáticos.

Entretanto, sua consolidação depende de investimentos em capacitação, pesquisa e políticas que ampliem o acesso dos agricultores às tecnologias conservacionistas. Assim, o SPD deve ser compreendido não apenas como técnica de cultivo, mas como componente estratégico de uma agricultura sustentável e resiliente.

5. REFERÊNCIAS

- Comin, J. J., Fayad, J. A., Kurtz, C., Mafra, Á. L., Curmi, P., Loss, A., ... & Müller Júnior, V. M. (2024) Guia prático de avaliação participativa da qualidade do solo em sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH). <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/264119>
- Derpsch, R. (2020) Historical review of no-tillage cultivation of crops. No-Tillage, Sustainable Agriculture in the New Millennium. <http://www.rolf-derpsch.com/en/no-till/historical-review/>
- Dobberstein, J. (2021) Herbert Bartz: No-till pioneer in Latin America. No-Till Farmer. <https://www.no-tillfarmer.com/articles/10497-herbert-bartz-no-till-pioneer-in-latin-america-passes>
- Embrapa. (2018). Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira. Embrapa. <https://www.embrapa.br/visao/o-futuro-da-agricultura-brasileira>
- Fernandes, H. C., da Silva, A. C., & Trujillo Rodríguez, Y. M. (2018) Qual o consumo de combustível mais econômico em operações agrícolas. Revista Cultivar Máquinas, 147.
- Júnior, R. C., Araújo, A. G., & Llanillo, R. F. (2012) Plantio direto no sul do Brasil: fatores que facilitaram a evolução do sistema e o desenvolvimento da mecanização conservacionista. IAPAR.
- Kittredge, J. (2015) Soil carbon restoration: Can biology do the job? Regeneration International. <https://regenerationinternational.org/2015/10/05/soil-carbon-restoration-can-biology-do-the-job/>
- Kurtz, P. (2022) Adequate soil management increases carbon sequestration in irrigated areas. Embrapa. <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/72379135/manejo-adequado-do-solo-aumenta-sequestro-de-carbono-em-areas-irrigadas>
- Miller, S. (2022) Pros and cons of no-till farming and how does it work (zero tillage farming). Conserve Energy Future. <https://www.conserve-energy-future.com/no-tillage-farming.php>
- Proença, S. G., de Oliveira Dias, S., Quartalo, J. A., dos Santos Aprigio, M., & Denny, D. M. T. (2024) O Plano Abc+, Renovagro, Psa e Gestão Fundiária: Estratégias para o Enfrentamento às Mudanças Climáticas no Brasil. International Journal of Environmental Resilience Research and Science, 6(1).
- Possamai, E. J., Conceição, P. C., Amadori, C., Bartz, M. L. C., Ralisch, R., Vicensi, M., & Marx, E. F. (2022). Adoption of the no-tillage system in Paraná State: A (re) view. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 46, e0210104.

Sá, J. C. de M., Amado, T. J. C., Ferreira, A. de O., & Lal, R. (2024). Restauração do Carbono Orgânico do Solo como Motor-Chave para Promover a Saúde do Solo em Sistemas de Plantio Direto nos Trópicos. *Série Saúde do Solo: Volume 3 Saúde do Solo e Agricultura Sustentável no Brasil*, 62-102. <https://doi.org/10.1002/9780891187448.ch3>

Senar/MT. (2017). Plantio direto pode aumentar a produtividade em até 30%. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. <http://senar.org.br/abcsenar/category/abc-no-senar/page/2/>

Silva, E. H. M., Hoogenboom, G., Boott, K., Ortega, A., & Marin, F. R. (2022) Predicting soybean evapotranspiration and crop water productivity for a tropical environment using the CSM-CROPGRO-Soybean model. *Agricultural and Forest Meteorology*, 323, 109075. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2022.109075>

Spears, S. (2018) What is no-till farming? *Regeneration International*. <https://regenerationinternational.org/2018/06/24/no-till-farming/>

Urbanek, E., Horn, R., & Smucker, A. (2014) Impact of conservation tillage on soil structure and water retention. *Soil & Tillage Research*, 145, 220–230.

