

Desenvolvimento sustentável na agricultura: tendências e desafios**Sustainable development in agriculture: trends and challenges**Izabely Orso de Siqueira¹<https://orcid.org/0009-0002-6829-3279>Irene Carniatto²<https://orcid.org/0000-0003-1140-6260>Bianca Dorcelina Vieira Ozório³<https://orcid.org/0009-0006-8224-8895>**GT 8: Políticas Públicas, Agricultura Familiar, Agroecologia e Produção Sustentável**

Resumo: A agricultura desempenha um papel central na economia brasileira, influenciando diretamente o progresso do país. Em direção ao desenvolvimento sustentável, a ONU propôs a Agenda 2030, visando erradicar a fome e promover práticas agrícolas mais sustentáveis. Paralelamente, o Brasil se destaca como um dos maiores consumidores globais de agrotóxicos, apesar da crescente busca por produtos livres dessas substâncias. A preferência por alimentos orgânicos reflete uma mudança no comportamento do consumidor, impulsionada por preocupações como qualidade de vida, saúde e sustentabilidade. Diante da necessidade de transição para modelos agrícolas que reduzam danos ambientais, auxiliem na promoção da saúde e, ainda sim, promovam a alta produtividade e o lucro para o produtor, este artigo busca explorar tendências e desafios associados ao desenvolvimento sustentável na agricultura brasileira. Além disso, destaca a importância de práticas responsáveis para garantir a harmonia entre produção agrícola eficiente e respeito ao meio ambiente.

Palavras-Chave: Agricultura; Sustentabilidade; Agroecologia.

Abstract: Agriculture plays a central role in the Brazilian economy, directly influencing the country's progress. Towards sustainable development, the UN proposed Agenda 2030, aiming to eradicate hunger and promote more sustainable agricultural practices. Simultaneously, Brazil stands out as one of the largest global consumers of pesticides, despite the growing demand for pesticide-free products. The preference for organic food reflects a shift in consumer behavior driven by concerns such as quality of life, health, and sustainability. Faced with the need to transition to agricultural models that reduce environmental harm, promote health, and still ensure high productivity and profit for the producer, this article aims to explore trends and challenges associated with sustainable development in Brazilian agriculture. Additionally, it emphasizes the importance of responsible practices to ensure harmony between efficient agricultural production and environmental respect.

Key Words: Agriculture. Sustainability. Agroecology.

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Graduanda em Ciências Biológicas, Bacharel, izabelyorso16@gmail.com

² Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Docente, irene.carniatto@unioeste.br

³ Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Graduanda em Ciências Biológicas, Bacharel, biancadorcelina18@gmail.com

INTRODUÇÃO

A agricultura desempenha um papel fundamental na economia brasileira, representando uma das principais bases para a diversificação na produção, exercendo uma influência significativa no desenvolvimento do país. Nesse contexto, termos como agrotóxicos, defensivos agrícolas, pesticidas, entre outros, são utilizados para descrever esse grupo de substâncias químicas (Carneiro *et al.*, 2015).

Ao examinar de perto o contexto brasileiro, é observado que o país figura entre os maiores consumidores de agrotóxicos a nível mundial, alinhado à sua posição como um dos principais produtores e exportadores agrícolas do planeta. Com uma extensão de 65 milhões de hectares destinados à agricultura, a utilização de agrotóxicos por hectare supera a média de países com áreas agricultáveis menores (Syngenta, 2023). Diante desse cenário, a demanda por produtos isentos de agrotóxicos e alimentos orgânicos tem experimentado um crescimento notável nos últimos anos no Brasil, conforme evidenciado pela pesquisa “Panorama do Consumo de Orgânicos no Brasil 2023”. Cerca de metade dos entrevistados manifesta uma preferência por produtos orgânicos, motivada pela busca por qualidade, considerações de saúde e a crescente preocupação ambiental (Girardi, 2023).

Paralelamente, a ascensão da agricultura orgânica, que cresce aproximadamente 20% ao ano no Brasil, reflete uma mudança no perfil do consumidor. Este movimento é impulsionado por uma transição em direção a uma alimentação mais saudável e sustentável, alinhada a uma consciência ecológica mais acentuada (Bihalva *et al.*, 2018). A convergência desses fatores estabelece um contexto complexo e dinâmico para a agricultura brasileira, no qual emergem tendências e desafios cruciais em direção ao desenvolvimento sustentável.

Nem sempre as inovações seguem em direção ao desenvolvimento sustentável, no entanto, a transição da agricultura baseada em modelos não sustentáveis para modelos sustentáveis redefine os processos produtivos, visando à redução dos danos ambientais e à ampliação dos aspectos de inclusão socioeconômica. Essa mudança tem um impacto direto na oferta de produtos e alimentos saudáveis disponíveis para o mercado consumidor (Caporal & Costabeber, 2002; Peron *et al.*, 2018).

Na busca pela aplicação do desenvolvimento sustentável, a Organização das Nações Unidas propôs a Agenda 2030. Nesta agenda, composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, destaca-se o objetivo número dois: Fome Zero. Esse objetivo visa não apenas a erradicação da fome, mas também a consecução da segurança alimentar, a melhoria da nutrição e o fomento de práticas agrícolas mais sustentáveis (PNUD, 2021).

Nesse contexto, o presente artigo visa explorar de maneira abrangente as tendências emergentes e os desafios que permeiam a busca por um desenvolvimento sustentável na agricultura brasileira, com o intuito de oferecer uma visão abrangente sobre os avanços das práticas agrícolas sustentáveis, alinhados ao cumprimento do ODS número dois. Serão examinadas inovações tecnológicas e práticas agrícolas responsáveis que promovam a harmonização entre a produção agrícola e a preservação ambiental.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Agricultura familiar, Agricultura orgânica e Sistemas Agroflorestais (SAF's)

A agricultura familiar desempenha um papel crucial no desenvolvimento econômico de várias nações, destacando-se por sua contribuição fundamental para o cultivo e sustentação da produção de alimentos destinada às populações (Wanderley, 2003). A produção orgânica, inserida na agroecologia, estimula práticas de cultivo que estão alinhadas à sustentabilidade e a necessidade de diálogo entre o produtor e o consumidor (Britto; Mello, 2016). Paralelo a esse sistema, está a agricultura convencional que, segundo Jacob (2016), é insustentável uma vez que impacta de forma direta em cursos d'água, perda de biodiversidade, desigualdade social no meio rural e poluição do ambiente. Dessa forma, se faz necessário que a agricultura do futuro supra as demandas populacionais sem que afete de forma negativa o meio ambiente.

A partir disso, sabe-se que a agricultura familiar utiliza de sementes obtidas de práticas orgânicas e fertilizantes derivados da natureza, com dejetos animais que são ricos em minerais necessários para o solo e plantas (Almeida *et al.*, 2018), além de promover o controle biológico, polinização, conservação e ciclagem dos nutrientes (Sandhu *et al.*, 2010).

O mercado de produtos orgânicos no Brasil se expandiu nos anos 90 com destaque para o pioneirismo das iniciativas criadas pela Associação de Agricultores Biológicos do Estado do Rio de Janeiro (Abio) em 1985, pela Cooperativa Ecológica Coolmeia de Porto Alegre em 1989, e pela Associação de Agricultura Orgânica (AAO) de São Paulo em 1991 (Baptista da Costa *et al.*, 2017). A partir da regulamentação dos produtos em 2003, o setor cresceu em média 25% ao ano desde 2009 e movimentou R\$ 3 bilhões em 2016 (Bacoccina, 2017), o que demonstra o potencial econômico desse sistema de produção.

Apesar dos dados apresentados, o desenvolvimento da produção e consumo de produtos orgânicos enfrenta desafios devido a dados imprecisos sobre o setor. A falta de informações confiáveis dificulta o acompanhamento histórico e a elaboração de estratégias de longo prazo. Embora existam dados oficiais, como o Censo Agropecuário de 2017, que aponta 68.716 estabelecimentos orgânicos no Brasil, a mudança metodológica entre os censos impede comparações seguras. O Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos, outra fonte oficial, registra mais de 17 mil produtores e 22 mil unidades de produção orgânica em 2018. Essas informações são cruciais para melhorar a produção, orientar o setor público e direcionar investimentos, conforme ressaltado por especialistas no campo (MAPA, 2020).

É crucial que os produtores rurais considerem a adoção de sistemas de produção alternativos que não apenas preservem a produtividade e os lucros, mas também contribuam ativamente para a conservação e preservação do meio ambiente. Uma opção altamente vantajosa é a implementação de Sistemas Agroflorestais (SAFs). Estes sistemas representam uma abordagem integrada da terra, incorporando cultivos agrícolas, árvores frutíferas, espécies florestais e até mesmo atividades pecuárias. O propósito principal dos SAFs é possibilitar a recuperação de áreas degradadas, utilizando a combinação de culturas anuais em simbiose com árvores (Wri Brasil, 2021).

A interação contínua entre as plantas em um SAF não apenas fomenta um equilíbrio ecológico, mas também reduz a dependência de insumos externos, proporcionando maior segurança alimentar para os consumidores, e eficiência econômica e geração de renda para os produtores (Maceno *et al.*, 2021). A adoção consciente dessas práticas não só beneficia as operações agrícolas, mas também contribui de maneira significativa para a sustentabilidade do ambiente rural a longo prazo.

Produtos biológicos

Como já exposto, a agricultura convencional e o uso de agrotóxicos tendem a degradar solos e poluir o meio. A partir disso, novos métodos de controle têm surgido com o intuito de controlar pragas, doenças, fertilizar os solos e promover o crescimento de plantas. Produtos como bioestimulantes, biorreguladores, agentes biológicos de controle, biofertilizantes e inoculantes têm impulsionado o progresso da agricultura integrada ao cenário global fundamentado pela produção sustentável (Embrapa, 2022).

Um dos marcos na utilização dos produtos biológicos no controle de pragas foi durante a safra 2013/2014, devido ao surto de *Helicoverpa armigera* em lavouras de soja e algodão, já que os inseticidas químicos eram ineficientes, o que gerou um prejuízo de mais de US\$ 3 bilhões somente na cultura de soja (Polanczyk; Frankenhuyzen *et al.*; Pauli, 2017).

Lopes *et al.* (2018) discorre sobre o uso de microrganismos multifuncionais, principalmente rizobactérias promotoras de crescimento vegetal e fungos de solo como o *Trichoderma* sp., que exercem efeitos benéficos sobre as plantas com diferentes mecanismos de ação, sendo diretos (fixação biológica de nitrogênio, solubilização do fosfato, produção de fitormônios) ou indiretos (produção de sideróforos e biofilme) (Singh *et al.*, 2017). A bactéria *Bacillus thuringiensis* tem sido amplamente investigada e existem mais de 100 subespécies já identificadas com potencial de serem utilizadas na agricultura, com efeito tóxico em insetos, ácaros, nematoides e protozoários (Meyer, 2022). Uma outra bactéria, a *Chromobacterium subtsugae*, está sendo pesquisada para o controle de insetos que afetam a soja, tais como o percevejo verde *Nezara viridula* e a mosca-branca *Bemisia tabaci*. Semelhante ao *B. thuringiensis*, as toxinas produzidas por *C. subtsugae* possuem características desejáveis para fins comerciais (Martin *et al.*, 2007; Lacey, 2017).

Além de bactérias, muitos fungos são utilizados para parasitar outros fungos fitopatogênicos, como é o caso de fungos do gênero *Trichoderma* (Druzhinina *et al.*, 2018). Diversas são as vantagens de se utilizar o *Trichoderma* na cultura agrícola como o crescimento vegetal, aceleração da germinação de sementes, desenvolvimento de raízes, aumenta o conteúdo de amido, taxa fotossintética, entre outros. O fungo ainda estimula de forma sistêmica a defesa do vegetal contra possíveis patógenos, condições ambientais

adversas e edáficas sem precisar estabelecer um contato direto com o agente causador, ou se submeter a determinado estresse (Monte *et al.*, 2019).

A demanda por produtos biológicos, ou bioinsumos, tem crescido no Brasil e segue uma tendência mundial. Tal crescimento é estimulado pela implementação do Programa Nacional de Bioinsumos (Embrapa, 2021). De acordo com estimativas da CropLife Brasil, o mercado de bioinsumos movimentou cerca de R\$ 1,2 bilhão no país em 2020. Com a cultura de soja, estima-se que há uma economia de mais de R\$ 15 bilhões anualmente.

Atualmente, entre os principais obstáculos ao utilizar bioinsumos, destaca-se: a significativa exigência de tempo e recursos, juntamente com a escassez de profissionais qualificados para a identificação dos microrganismos potenciais. Essa identificação é crucial para a definição dos alvos biológicos a serem controlados, bem como para a caracterização do modo de ação do agente de biocontrole, conforme destacado por Mazaro *et al.* (2022).

METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a construção deste artigo foi o embasamento em pesquisas bibliográficas, leitura e compreensão de artigos já publicados cujos temas fossem relacionados com os tópicos apresentados. As pesquisas foram realizadas através da busca de palavras-chave no Google acadêmico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em estudo realizado por Rosset *et al.* (2014) relaciona a agricultura convencional e sistemas agroecológicos, destacando a importância da adoção de práticas que beneficiem o meio ambiente além da alta produtividade para o produtor. A agricultura orgânica, ao adotar métodos de cultivo sem o uso de pesticidas sintéticos e fertilizantes químicos, não apenas preserva a integridade do solo, mas também promove uma alimentação de qualidade superior. Os produtos orgânicos não apenas atendem à crescente demanda por alimentos mais saudáveis, mas também ressoam com a consciência ambiental, mitigando os impactos adversos da agricultura convencional.

No âmbito do controle biológico, a incorporação estratégica de organismos benéficos para o manejo de pragas oferece uma alternativa eficaz e ambientalmente amigável aos pesticidas convencionais. Essa abordagem não apenas protege as culturas de maneira mais sustentável, mas também preserva os ecossistemas, promovendo um equilíbrio mais saudável entre as atividades agrícolas e o meio.

A alta demanda por alimentos mais saudáveis e livres de agrotóxicos também influencia na migração do sistema agrícola convencional para o não convencional. A adaptação do produtor a esse novo mercado inicia desde o plantio da semente até o produto final, passando por várias etapas que exigem a adoção de novos métodos que precisam ser estudados, o que exige a capacitação de profissionais que auxiliem esses produtores. Aplicativos como o “Bioinsumos”, feito pela Embrapa, auxilia os produtores consultar pelo celular uma lista de produtos biológicos que são indicados para a nutrição, controle de pragas e doenças em várias culturas agrícolas (Embrapa, 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo não apenas destaca os avanços notáveis já alcançados na convergência entre agricultura sustentável e inovações tecnológicas, mas também aponta para o potencial futuro dessas abordagens em moldar um sistema alimentar mais responsável. À medida que a consciência ambiental cresce, a interação entre práticas agrícolas inovadoras e a tecnologia continua a pavimentar o caminho para um amanhã onde a agricultura não só alimenta, mas nutre o nosso planeta de maneira sustentável.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, T. D. *et al.* Reorganização socioeconômica no extremo sul da Bahia decorrente da introdução da cultura do eucalipto. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 2, p. 5-18, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sn/v20n2/a01v20n2.pdf>. Acesso em: 20 de novembro de 2023.

BACOCINA, D. O dilema dos orgânicos. **Plant Project**, ed. 05, p. 28-35, 2017.

BAPTISTA DA COSTA, M. B. *et al.* Agroecology development in Brazil between 1970 and 2015. **Agroecology and sustainable food systems**, v. 41, n. 3-4, p. 276-295, 2017. BACOCINA, D. O dilema dos orgânicos. *Plant Project*, ed. 05, jul./ago. p. 28-35, 2017.

BIHALVA, N. *et al.* **Agricultura sustentável**: conservação de sementes de arroz orgânico através do uso de plantas medicinais/condimentares. *In: Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, 10, 2018, Caçapava do Sul.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Em 7 anos, triplica o número de produtores orgânicos cadastrados no ministério**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/em-sete-anos-triplica-o-numero-de-produtores-organicos-cadastrados-no-mapa#:~:text=Em%207%20anos%2C%20triplica%20o%20n%C3%BAmero%20de%20produtores%20org%C3%A2nicos%20cadastrados%20no%20minist%C3%A9rio,-E%20o%20n%C3%BAmero&text=O%20interesse%20por%20alimentos%20saud%C3%A1veis,no%20Brasil%20e%20no%20mundo>. Acesso em: 20 de novembro de 2023.

BRITO, P. F.; MELLO, M. G. S. Horta agroecológica como caminho para encontros. **Caderno Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 11, 2016.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia**: enfoque científico e estratégico para apoiar o desenvolvimento rural sustentável. Porto Alegre: EMATER/RS, 2002.

CARNEIRO, F. F. *et al.* **Dossiê ABRASCO**: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015.

CROP LIFE. **Biodefensivos, cada vez mais presentes no campo**. 2023. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1147042/1/cap-4-Bioinsumos-na-cultura-da-soja.pdf>. Acesso em: 20 de novembro de 2023.

DRUZHININA, I. S. *et al.* Trichoderma: the genomics of opportunistic success. **Nature reviews microbiology**, v. 9, n. 10, p. 749-759, 2011.

EMBRAPA. **Aplicativo Bioinsumos ajuda produtor rural a controlar pragas e doenças**. 27 de maio de 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/52645879/aplicativo-bioinsumos-ajuda-produtor-rural-a-controlar-pragas-e-doencas>. Acesso em: 23 de novembro de 2023.

EMBRAPA. **Inovações em Biosistemas de Precisão**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao-de-futuro/biorrevolucao/sinal-e-tendencia/inovacoes-em-biosistemas-de-precisao>. Acesso em: 20 de novembro de 2023.

GIRARDI, F. Quase metade dos brasileiros prefere comprar produtos orgânicos. **Mais Expressão**. Disponível em: <https://maisexpressao.com.br/noticia/quase-metade-dos-brasileiros-prefere-comprar-produtos-organicos-72248.html>. Acesso em: 20 de novembro de 2023.

JACOB, L. B. **Agroecologia na universidade**: entre vozes e silenciamentos. Cidade: Ed. Appris, 2016.

LACEY, L. A. **Microbial control of insect and mite pests**: from theory to practice. Academic Press, 2016.

LIMA, S. K. *et al.* **Produção e consumo de produtos orgânicos no mundo e no Brasil.** Texto para Discussão, 2020.

LOPES, R. *et al.* A look into a multifunctional toolbox: endophytic *Bacillus* species provide broad and underexploited benefits for plants. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 34, p. 1-10, 2018.

MACENO, A. B. *et al.* **Sistemas Agroflorestais com Uso de Espécies Nativas.** Disponível em: <https://www.cati.sp.gov.br/portal/themes/unify/arquivos/produtos-e-servicos/acervo-tecnico/safcomnativavonlinefinal.pdf>. Acesso em: 20 de novembro de 2023.

MARTIN, P. A. W.; HIROSE, E.; ALDRICH, J.R. Toxicity of *Chromobacterium subtsugae* to southern green stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) and corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 100, n. 3, p. 680-684, 2007.

MAZARO, S. M. *et al.* Desafios na adoção de bioinsumos. **Embrapa Soja**, p. 75-84, 2022.

MEYER, M. C. *et al.* Bioinsumos na cultura da soja. **Embrapa Soja**, p. 507-533, 2022.

MONTE, E.; BETTIOL, W.; HERMOSA, R.; **Trichoderma e seus mecanismos de ação para o controle de plantas.** Embrapa, cap. 4 p. 181-199. Brasília.
PERON, C. C. *et al.* Produção orgânica: uma estratégia sustentável e competitiva para a agricultura familiar. **Retratos de Assentamentos**, v. 21, n. 2, p. 104-127, 2018.

POLANCZYK, R. A.; VAN FRANKENHUYZEN, K.; PAULI, G. The american bacillus thuringiensis based biopesticides market. **Bacillus thuringiensis and Lysinibacillus sphaericus: Characterization and use in the field of biocontrol**, p. 173-184, 2017.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Acompanhando a Agenda 2030.** Disponível em: <https://www.undp.org/pt/brazil/publications/acompanhando-agenda-2030>. Acesso em: 20 de novembro de 2023.

ROSSET, J. S. *et al.* Agricultura convencional versus sistemas agroecológicos: modelos, impactos, avaliação da qualidade e perspectivas. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 13, n. 2, p. 80-94, 2014.
SANDHU, H. S.; WRATTEN, S. D.; CULLEN, R. Review: organic agriculture and ecosystem services. **Environmental Science & Policy**, v. 1, n. 3, p. 1-7, 2010.

SINGH, S.; SINGH, V.; PAL, K. Importance of microorganisms in agriculture. **Climate and environmental changes: impact, challenges and solutions**, v. 1, p. 93-117, 2017.

Syngenta. O Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos do mundo. Disponível em: <https://www.syngenta.com.br/o-brasil-e-o-maior-consumidor-de-agrotoxicos-do-mundo>. Acesso em: 20 de novembro de 2023.

WANDERLEY, M. de N. B. Agricultura familiar e campesinato: rupturas e continuidades. **Estudos Sociedade e Agricultura**, Rio de Janeiro, 21, Outubro, 2003: 42-61.

WANDERLEY, M. N. B. Agricultura familiar e campesinato: rupturas e continuidade. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v. 11, n. 2, p. 42-61, 2003.

WAQUIL, P. D. *et al.* **O perfil da agroindústria rural no Brasil**: uma análise com base nos dados do Censo Agropecuário 2006. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/7631>. Acesso em: 20 de novembro de 2023.

WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI) BRASIL. **Sistemas Agroflorestais (SAFs)**: o que são e como aliam restauração e produção de alimentos. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/sistemas-agroflorestais-safs-o-que-sao-e-como-aliam-restauracao-e-producao-de-alimentos>. Acesso em: 23 de novembro de 2023.