

ETEC PROF. FRANCISCO DOS SANTOS
TÉCNICO EM AGROPECUÁRIA

HECTOR ALVES CANHADAS
JOÃO GABRIEL DOS SANTOS MONTEIRO
MATEUS HENRIQUE MERIGO LOPES

DIMINUIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA AGRICULTURA,
UTILIZANDO MÉTODOS SUSTENTÁVEIS

SÃO SIMÃO SP

2025

HECTOR ALVES CANHADAS
JOÃO GABRIEL DOS SANTOS MONTEIRO
MATEUS HENRIQUE MERIGO LOPES

**DIMINUIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA AGRICULTURA,
UTILIZANDO MÉTODOS SUSTENTÁVEIS**

Trabalho apresentado a Etec Prof.
Francisco dos Santos como requisito
para conclusão do curso Técnico em
agropecuária.

Orientador: Prof. André Luis Duarte
Cintra

SÃO SIMÃO SP

2025

Resumo: A agricultura convencional provoca sérios danos ambientais, como erosão do solo (35,9 Pg/ano), poluição hídrica, emissão de 25% dos gases de efeito estufa globais e perda de biodiversidade. Para mitigar esses impactos, o artigo propõe práticas sustentáveis como agroecologia, plantio direto, rotação de culturas, uso de adubos orgânicos e controle biológico de pragas, que demonstram eficácia comprovada: na Etiópia, a agroecologia reduziu a erosão do solo em 68%, sistemas agroflorestais diminuíram o escoamento superficial em 58% e a perda de nutrientes em 50%, e culturas orgânicas podem cortar até 65% das emissões com menor uso de fertilizantes sintéticos e maior sequestro de carbono no solo. Além dos benefícios ambientais, essas práticas podem dobrar a renda dos agricultores por meio de mercados locais e melhorar a qualidade dos alimentos, reforçando a segurança alimentar; no entanto, barreiras como custos iniciais elevados, resistência cultural e falta de capacitação ainda dificultam a adoção, sendo essencial o apoio de políticas públicas com incentivos financeiros, educação e assistência técnica.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Impactos ambientais; Agricultura sustentável; Métodos sustentáveis; Agricultura convencional.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura é crucial para a subsistência e o conforto da humanidade, fornecendo comida, fibras e matérias-primas para a população global. Contudo, os sistemas agroalimentares são culpados por cerca de 29,7% das emissões de gases com efeito de estufa, conforme dados de 2022 da FAO, essas emissões chegaram a 16,2 bilhões de toneladas de dióxido de carbono (CO₂eq), equivalente a um aumento de 10% desde 2000, evidenciando a necessidade urgente de ações para diminuir esses impactos (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2025). A agricultura tradicional, caracterizada pelo uso excessivo de fertilizantes artificiais, pesticidas e plantações únicas, o que colabora para problemas como desgaste do solo, contaminação da água e diminuição da biodiversidade. Metade das áreas terrestres do planeta é destinada à agricultura, o que pressiona consideravelmente os ecossistemas naturais. Dessa forma, métodos agrícolas ecologicamente corretos, como agricultura biológica, sistemas agroflorestais, sucessão de culturas e controle integrado de pragas, mostram-se como opções esperançosas. Essas práticas buscam otimizar o uso de recursos, manter a saúde do solo e resguardar a biodiversidade, propondo uma estratégia que harmoniza produção e sustentabilidade. Este artigo tem como objetivo comparar os métodos de agricultura convencional com a agricultura

sustentável, com a intenção de analisar quais os impactos ambientais e benefícios esses tipos de agriculturas causam ao meio ambiente.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 METODOLOGIA

O estudo consiste em uma revisão bibliográfica narrativa, que visa sintetizar o conhecimento existente sobre a agricultura convencional e a agricultura com métodos sustentáveis, como agroecologia, plantio direto, rotação de culturas, fertilizantes orgânicos e controle biológico, e seus principais impactos e benefícios ao meio ambiente. O método de pesquisa utilizado foi de pesquisa bibliográfica combinada com a pesquisa comparativa, que tem por intuito comparar dois pontos de vista divergentes sobre um mesmo assunto, no caso do artigo é um comparativo entre a agricultura convencional e a agricultura sustentável, onde o fator da pesquisa é analisar os impactos e benefícios que cada uma das atividades traz para o meio ambiente. A revisão narrativa foi escolhida por sua capacidade de fornecer uma visão ampla e contextualizada do tema, permitindo a integração de estudos qualitativos e quantitativos sem a rigidez de uma revisão sistemática. Essa abordagem é adequada para o objetivo do artigo, que é explorar práticas sustentáveis, seus benefícios e desafios. As fontes de informação foram selecionadas com base em sua relevância e confiabilidade na área de ciências agrárias. Foram consultadas as seguintes bases de dados e repositórios: SciELO, Google Acadêmico, PubMed, Embrapa, Our World in Data. Essas fontes foram escolhidas por sua abrangência, qualidade acadêmica e relevância para o tema da agricultura sustentável, especialmente no contexto tropical brasileiro.

2.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A agricultura convencional tem causado severos impactos ambientais, como erosão do solo, contaminação hídrica por agroquímicos e perda de biodiversidade,

sobretudo em regiões tropicais, onde fatores edafoclimáticos agravam esses problemas. Como alternativa, a agricultura sustentável, fundamentada em princípios ecológicos e científicos, busca conciliar produção agrícola e conservação ambiental. Entre as estratégias destacam-se o manejo integrado de pragas (MIP), que reduz o uso de pesticidas, o plantio direto, que melhora a matéria orgânica e a retenção de água no solo, e o uso de biotecnologia, como plantas transgênicas resistentes, que diminuem o consumo de agroquímicos. A agroecologia, conforme Santos et al. (2014), complementa essa visão ao integrar práticas tradicionais com métodos ecológicos modernos, promovendo conservação de recursos, recuperação de solos e menor dependência de insumos externos. Além de benefícios ambientais, gera impactos sociais e econômicos positivos, como aumento de renda familiar, fortalecimento comunitário e viabilidade de mercados locais, exemplificados pelas feiras agroecológicas de Mossoró. Altieri (2015) reforça os fundamentos científicos da agroecologia, destacando processos como ciclagem de nutrientes, policulturas e controle biológico, que elevam a resiliência dos sistemas agrícolas e reduzem perdas por pragas e doenças. Estudos de caso em diferentes regiões demonstram que a integração de conhecimento local e científico fortalece a sustentabilidade, favorecendo fertilidade do solo, retenção hídrica e segurança alimentar. Por fim, práticas como a agricultura de conservação, o manejo integrado de nutrientes e a agricultura de precisão mostram eficácia na mitigação de erosão, redução de emissões de gases de efeito estufa e melhoria da biodiversidade do solo. Frente às mudanças climáticas, essas estratégias ampliam a resiliência, preservam habitats e asseguram viabilidade socioeconômica, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

3. DADOS OBTIDOS POR MEIO DE PESQUISA

3.1 Agricultura Convencional e Seus Impactos Ambientais

A agricultura convencional, também conhecida como agricultura industrial, é caracterizada pelo uso intensivo de insumos sintéticos, como fertilizantes químicos e

pesticidas, além de práticas como o mono cultivo e a mecanização, para maximizar a produtividade agrícola (Paterniani, 2001). Esse modelo, consolidado durante a Revolução Verde na metade do século XX, foi essencial para aumentar a produção de alimentos e atender à crescente demanda global. No entanto, suas práticas intensivas têm gerado impactos ambientais significativos, comprometendo a sustentabilidade dos ecossistemas (Santos et al., 2014). Em contrapartida, a agricultura sustentável, especialmente a agroecologia, surge como uma alternativa que busca equilibrar a produção agrícola com a conservação ambiental, promovendo práticas que minimizam danos e fortalecem a resiliência dos sistemas agrícolas (Altieri, 1989). Esta seção apresenta os conceitos fundamentais, os impactos ambientais da agricultura convencional e os princípios da agricultura sustentável, com ênfase na agroecologia, fornecendo a base teórica para o estudo.

A agricultura convencional baseia-se em técnicas que priorizam a alta produtividade por meio do uso intensivo de recursos. Essas práticas incluem o cultivo de uma única cultura em grandes áreas (mono cultivo), o uso de fertilizantes sintéticos para aumentar a fertilidade do solo, pesticidas para controle de pragas e doenças, e a mecanização para otimizar o trabalho agrícola (Paterniani, 2001). Embora essas estratégias tenham permitido a produção em larga escala, elas também geram externalidades negativas que afetam o meio ambiente de maneira significativa.

Degradação e Erosão do Solo: As práticas convencionais, como o arado e o cultivo intensivo, removem a cobertura vegetal e expõem o solo, aumentando a suscetibilidade à erosão por vento e chuva (Paterniani, 2001). A erosão do solo resulta na perda de matéria orgânica, redução da fertilidade e compactação, comprometendo a capacidade produtiva a longo prazo. Além disso, o assoreamento de rios e represas causado pela erosão afeta a qualidade da água e os ecossistemas aquáticos (Paterniani, 2001).

Poluição Hídrica: O uso excessivo de fertilizantes e pesticidas na agricultura convencional leva ao escoamento de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, para corpos d'água, causando eutrofização. Esse processo provoca a proliferação de algas, redução de oxigênio e morte de organismos aquáticos, desequilibrando ecossistemas (Our. World in Data, 2022). Dados globais indicam que a agricultura é responsável por 78% da eutrofização em oceanos e águas continentais, destacando sua contribuição para a poluição hídrica (Our World in Data, 2022).

Emissões de Gases de Efeito Estufa: A agricultura convencional é uma fonte significativa de gases de efeito estufa, contribuindo com aproximadamente 26% das emissões globais (Our World in Data, 2022). Essas emissões provêm de diversas fontes, incluindo o uso de combustíveis fósseis em máquinas agrícolas, metano (CH₄) liberado por rebanhos e arrozais, e óxido nitroso (N₂O) emitido pelo uso de fertilizantes nitrogenados (National Academy of Sciences, 2021). O óxido nitroso, em particular, é um gás com potencial de aquecimento global cerca de 300 vezes maior que o dióxido de carbono, agravando as mudanças climáticas (National Academy of Sciences, 2021).

Perda de Biodiversidade: A conversão de habitats naturais, como florestas e áreas selvagens, em terras agrícolas é uma das principais causas da perda de biodiversidade global. Cerca de 50% da terra habitável do planeta é utilizada para a agricultura, sendo 75% dessa área destinada à pecuária, que fornece apenas 18% das calorias e 37% das proteínas consumidas globalmente (Our World in Data, 2022). O uso de pesticidas e o mono cultivo também reduzem a diversidade de espécies, afetando polinizadores, predadores naturais e outros organismos essenciais para os ecossistemas (National Academy of Sciences, 2021).

Consumo Excessivo de Recursos: A agricultura convencional é altamente dependente de recursos naturais, consumindo 70% das retiradas globais de água doce, principalmente para irrigação (Our World in Data, 2022). Além disso, a produção de fertilizantes e o funcionamento de máquinas agrícolas dependem de combustíveis fósseis, contribuindo para a depleção de recursos não renováveis e aumentando a pegada de carbono do setor (National Academy of Sciences, 2021).

Esses impactos são exacerbados pelas mudanças climáticas, que intensificam a erosão do solo, reduzem a produtividade agrícola e aumentam a vulnerabilidade dos sistemas agrícolas a eventos extremos, como secas e inundações (Science, 2024). Assim, a agricultura convencional não apenas contribui para a degradação ambiental, mas também enfrenta desafios crescentes para manter sua produtividade.

3.2 Agroecologia: Uma Abordagem Sustentável

A agroecologia é uma abordagem científica que aplica princípios ecológicos à agricultura, promovendo sistemas produtivos que imitam processos naturais (Altieri, 1989). Diferentemente da agricultura convencional, a agroecologia enfatiza a integração do plantio com a pecuária, o uso de recursos locais e a valorização do conhecimento tradicional, reduzindo a dependência de insumos externos (Meirelles, 2004). Seus principais componentes incluem diversificação, o uso de policulturas e rotação de culturas aumenta a resiliência contra pragas e doenças, reduzindo a necessidade de pesticidas (Altieri, 1989). Conservação do solo, com técnicas como o plantio direto na palha e o uso de adubos verdes previnem a erosão e melhoram a estrutura do solo (Paterniani, 2001). Controle biológico, a introdução de predadores naturais e organismos benéficos substitui os pesticidas químicos, protegendo a biodiversidade (Altieri, 1989). Ciclo de nutrientes, a reciclagem de resíduos orgânicos por meio de compostagem e a integração com a pecuária fecham os ciclos de nutrientes, reduzindo a necessidade de fertilizantes sintéticos (Santos et al., 2014). E a valorização do conhecimento local, a agroecologia incorpora práticas tradicionais e indígenas, promovendo a autonomia dos agricultores (Meirelles, 2004).

Estudos demonstram que a agroecologia pode reduzir os impactos ambientais da agricultura convencional em até 80-90%, preservando nascentes, recuperando solos degradados e minimizando a poluição (Santos et al., 2014). Além disso, a agroecologia fortalece as comunidades rurais ao aumentar a renda dos produtores em até 100% por meio de mercados locais, como feiras orgânicas, e ao promover a produção de alimentos mais saudáveis, contribuindo para a saúde e a segurança alimentar (Santos et al., 2014).

3.2.1 Erosão do solo

A erosão do solo é um processo natural ou acelerado pela ação humana que consiste na remoção e no transporte das camadas superficiais do solo por agentes como a água, vento, gelo ou gravidade. Isso ocorre quando a vegetação é removida, o solo é exposto a chuvas intensas ou práticas agrícolas inadequadas, levando à perda de nutrientes, redução da fertilidade e degradação ambiental. Como

consequência, pode resultar em desertificação, assoreamento de rios e diminuição da produtividade agrícola

Na agricultura Convencional há uma perda anual global de 35,9 Pg de solo devido à expansão de terras agrícolas e práticas intensivas, como Monocultivo, Excesso de aração, irrigação inadequada e Uso excessivo de agrotóxicos. O cultivo intensivo remove a cobertura vegetal e torna o solo mais suscetível à erosão por chuva e vento, alcançando taxas de degradação 10 a 100 vezes maiores que as de formação natural (MONTGOMERY, 2007).

Um exemplo disso são as práticas agroecológicas na Etiópia que reduziram a perda de solo de 16,5 t ha⁻¹ yr⁻¹ (toneladas perdidas por hectare por ano) para 5,3 t ha⁻¹ yr⁻¹ (toneladas perdidas por hectare por ano), uma redução de 68% (AGROECOLOGY-BASED SOIL EROSION ASSESSMENT, 2021)., por meio de barreiras de contenção e manejo de cobertura vegetal (Agroecology-based soil erosion assessment, 2021). O plantio direto elimina praticamente a erosão do solo, com reduções de até 90% em comparação com o cultivo convencional, aumentando a matéria orgânica e imitando condições florestais. E a rotação de culturas melhora a estrutura do solo, reduzindo a erosão e aumentando a capacidade de retenção de água (Paterniani, 2001).

2.3.2 Poluição Hídrica (Eutrofização)

A poluição hídrica por eutrofização é o enriquecimento excessivo de corpos d'água, como lagos e rios, por nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, provenientes de atividades como agricultura, esgoto doméstico e industrial. Esse excesso provoca a proliferação descontrolada de algas, que consomem oxigênio e podem levar à morte de organismos aquáticos, desequilibrando o ecossistema.

A agricultura Convencional é um dos principais contribuintes para a eutrofização global, com nutrientes como nitrogênio e fósforo de fertilizantes e esterco causando blooms de algas e zonas mortas em corpos d'água. Estima-se que a agricultura seja responsável por 78% da eutrofização em oceanos e águas

continentais devido ao escoamento de nutrientes (Our World in Data, 2022). No Mar Báltico, a agricultura é identificada como uma fonte chave de entrada de nutrientes, exacerbando a eutrofização (Eutrophication and agriculture).

Com métodos sustentáveis os sistemas agroflorestais reduzem o escoamento superficial em 58%, a perda de nutrientes em 50% e a perda de herbicidas, pesticidas e outros poluentes em 49%, minimizando a poluição hídrica (Reductions in water, soil and nutrient losses). O uso de adubos orgânicos, como compostagem e esterco, reduz a lixiviação de nutrientes em comparação com fertilizantes sintéticos, diminuindo o risco de eutrofização (Our World in Data, 2022). O controle biológico de pragas reduz a dependência de pesticidas químicos, protegendo a qualidade da água e os ecossistemas aquáticos (Altieri, 1989).

2.3.3 Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEFs)

As Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEFs) referem-se à liberação de gases na atmosfera que contribuem para o aquecimento global, como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O). Esses gases, provenientes de atividades humanas como queima de combustíveis fósseis, agricultura, desmatamento e indústria, retêm o calor do sol, intensificando o efeito estufa natural e causando mudanças climáticas.

Agricultura Convencional: O setor de agricultura, florestas e outros usos da terra (AFOLU) é responsável por cerca de 25% das emissões globais de gases de efeito estufa (GEFs), como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O) (Environmental Impacts of Food Production). Os fertilizantes sintéticos são responsáveis por dois terços das emissões de N_2O , um gás que tem um potencial de aquecimento global 300 vezes maior que o do CO_2 (Agroecological practices support climate change, 2025).

Métodos Sustentáveis: A comparação entre agricultura orgânica e convencional varia conforme o tipo de alimento (Is organic really better): Pulses e frutas orgânicas apresentam menores emissões de GEFs. Cereais, vegetais,

laticínios, ovos e carnes convencionais têm menores emissões de GEFs. Dados específicos para culturas herbáceas na Espanha.

Tabela 1: Comparativo entre produtos derivados de plantio convencional e plantio orgânico

PRODUTO	CONVENCIONAL (g CO ₂ e/KG)	ORGÂNICO (g CO ₂ e/KG)	DIFERENÇA (%)
CEREAIS DE SEQUEIRO	318	185	-42%
LEGUMINOSAS DE SEQUEIRO	233	195	-16%
ARROZ	1658	2650	+60%
VEGETAIS AO AR LIVRE	238	161	-32%
VEGETAIS EM ESTUFA	215	178	-17%

Fonte: (SCIENCEDIRECT, 2014).

Os dados da tabela acima demonstram que com a agricultura convencional teve um aumento na emissão de gases de efeito estufa,

Práticas agroecológicas, como a redução de fertilizantes sintéticos e o aumento do sequestro de carbono no solo, podem reduzir emissões de GEFs em até 50% em alguns casos, embora dados quantitativos sejam limitados (Agroecological practices support climate change, 2025).

2.3.3 Biodiversidade

Biodiversidade refere-se à variedade de formas de vida presentes em um ecossistema, incluindo plantas, animais, microrganismos e os ambientes onde vivem. Ela abrange a diversidade genética, de espécies e de ecossistemas, sendo essencial para a manutenção do equilíbrio ambiental, a provisão de recursos naturais e a

resiliência dos ecossistemas frente a mudanças. A biodiversidade suporta serviços ecossistêmicos, como polinização, purificação da água e regulação do clima.

Agricultura Convencional: Contribui para a perda de biodiversidade devido à conversão de habitats naturais em terras agrícolas (50% da terra habitável global é usada para agricultura) e ao uso intensivo de agrotóxicos, que afetam polinizadores e outros organismos.

Métodos Sustentáveis: A agroecologia promove a biodiversidade por meio da diversificação de culturas e da redução de agrotóxicos, fortalecendo ecossistemas agrícolas (Altieri, 1989). O controle biológico de pragas preserva organismos benéficos, como polinizadores, contribuindo para a conservação da biodiversidade

2.3.4 Benefícios Socioeconômicos

Métodos Sustentáveis: A agroecologia aumenta a renda dos agricultores em até 100% por meio de mercados locais, como feiras orgânicas, e promove a produção de alimentos mais saudáveis, melhorando a qualidade de vida e a segurança alimentar (Santos et al., 2014).

2.3.5 Desafios e Limitações

Adoção de Métodos Sustentáveis:

Custos iniciais elevados, como aquisição de equipamentos e capacitação técnica, são barreiras para pequenos produtores (Santos et al., 2014).

A resistência cultural, devido à familiaridade com práticas convencionais, limita a adoção.

2.3.6 Limitações dos Dados:

A quantificação exata de reduções em emissões de GEFs é limitada, especialmente para práticas agroecológicas, devido à variabilidade regional e climática.

Dados sobre biodiversidade são mais qualitativos, dificultando comparações precisas.

A estimativa de redução de impactos ambientais em 80-90% é baseada em percepções de agricultores, o que pode introduzir viés (Santos et al., 2014).

2.4 RESULTADOS ALCANÇADOS

A seguir, apresenta-se um relatório detalhado sobre os resultados da revisão bibliográfica realizada, com foco na redução dos impactos ambientais causados pela agricultura convencional por meio de métodos sustentáveis. Este relatório inclui uma análise aprofundada dos métodos identificados, seus benefícios ambientais, evidências quantitativas e qualitativas, além de desafios associados, com base em dados previamente pesquisados e complementados por novas fontes, quando necessário.

2.4.1 Contexto e Objetivo da Revisão

2.4.2 Métodos Sustentáveis Identificados

A revisão identificou cinco principais métodos agrícolas sustentáveis, cada um com contribuições específicas para a redução de impactos ambientais:

Agroecologia: Fundamentos e Aplicações, a agroecologia é uma abordagem integrada que une princípios ecológicos e sociais para desenvolver sistemas agrícolas sustentáveis. Diferente da agricultura convencional, que depende de insumos sintéticos e monoculturas, a agroecologia prioriza a biodiversidade, a minimização de recursos externos e a sustentabilidade de longo prazo. Ela traz benefícios ambientais, como redução da poluição e conservação da biodiversidade, além de vantagens sociais, como o empoderamento de agricultores, e econômicas, como a redução de custos. Estudos científicos validam sua eficácia, enquanto exemplos práticos no Brasil, como o programa de educação agroecológica do MST, mostram sua viabilidade. A implementação envolve práticas participativas e diversificação, alinhadas aos 10 Elementos da FAO, adaptadas a contextos locais.

Rotação de Culturas: Benefícios e Práticas, a rotação de culturas consiste em alternar diferentes espécies no mesmo terreno ao longo do tempo, sendo essencial para a agricultura sustentável. Essa técnica preserva e regenera o solo ao melhorar

sua estrutura, controlar pragas e doenças e aumentar a produtividade. Benefícios incluem a fixação de nitrogênio por leguminosas e a redução da erosão com culturas de cobertura. Recomendações práticas sugerem combinar leguminosas, alternar raízes profundas e rasas e evitar plantas da mesma família consecutivamente. Na agricultura moderna, a rotação reduz a dependência de químicos, melhora a resiliência climática e eleva a qualidade dos alimentos, sendo viável com planejamento e monitoramento.

Plantio Direto: Princípios e Impactos, o plantio direto é um sistema de manejo que semeia culturas sem preparo prévio do solo, seguindo os princípios de mínimo distúrbio, cobertura vegetal permanente e diversificação de espécies. Ele reduz a erosão, conserva o solo e sequestra carbono, oferecendo benefícios ambientais, enquanto economicamente diminui custos operacionais e aumenta a produtividade. Sua implementação exige planejamento, equipamentos como semeadoras específicas e manejo de cobertura vegetal, mas enfrenta desafios como o controle de ervas daninhas e a compactação do solo. Evidências, como estudos da Embrapa Soja, confirmam sua eficácia, destacando seu papel na sustentabilidade agrícola brasileira.

Adbos Orgânicos: Mecanismos e Benefícios, os adubos orgânicos, como compostos, esterco e biochar, são fundamentais para a agricultura sustentável ao melhorar a fertilidade do solo e reduzir a dependência de fertilizantes químicos. A decomposição microbiana libera nutrientes gradualmente, aumentando a matéria orgânica, a retenção de água e a diversidade microbiana do solo. Isso resulta em maior produtividade, melhor qualidade dos produtos e resistência a estresses como seca. Comparados aos químicos, os orgânicos têm eficiência nutricional superior e menor impacto ambiental, com perdas reduzidas de nitrogênio e fósforo. Eles promovem solos resilientes e sistemas agrícolas ambientalmente sustentáveis.

Controle Biológico de Pragas: Estratégias e Desafios, o controle biológico utiliza inimigos naturais, como predadores, parasitoides e microrganismos, para gerenciar pragas, sendo uma alternativa sustentável aos agrotóxicos. Baseado em interações ecológicas, como predação e parasitismo, ele reduz o impacto ambiental, melhora a segurança alimentar e evita a resistência de pragas. A implementação

envolve selecionar agentes, monitorar populações e integrá-los ao manejo integrado de pragas. Apesar de eficaz, enfrenta desafios como ação lenta e complexidade técnica. Perspectivas futuras incluem inovações como biotecnologia e drones, ampliando seu potencial na agricultura sustentável e na proteção de cultivos.

DISCUSSÃO

Desafios e Perspectivas: Apesar de seus benefícios, a adoção de práticas sustentáveis, como a agroecologia, enfrenta barreiras significativas. Os custos iniciais para a transição, a resistência cultural de agricultores acostumados a métodos convencionais e a falta de capacitação técnica são desafios comuns (Santos et al., 2014). Além disso, a avaliação dos impactos ambientais de diferentes sistemas agrícolas, como a comparação entre agricultura convencional e orgânica, pode ser complexa devido a variações nos métodos de análise, como a Avaliação do Ciclo de Vida (LCA) (ScienceDirect, 2014). Estudos sugerem que, embora a agricultura orgânica tenha menor impacto ambiental por área, a menor produtividade pode resultar em maior impacto por unidade de produto, destacando a necessidade de dados mais precisos (ScienceDirect, 2014).

3 CONCLUSÃO

Para finalizar, é fundamental ressaltar que os métodos sustentáveis, como agroecologia, plantio direto, rotação de culturas, adubos orgânicos e controle

biológico, têm se mostrado altamente eficazes na redução dos impactos ambientais causados pela agricultura convencional. Esses impactos incluem a erosão do solo, a poluição hídrica, as emissões de gases de efeito estufa e a perda de biodiversidade. Estudos apontam que práticas agroecológicas podem diminuir a erosão do solo em até 68%, reduzir a poluição hídrica em cerca de 50% e, em alguns casos, mitigar as emissões de gases de efeito estufa, além de trazer benefícios socioeconômicos, como o aumento da renda dos agricultores e a melhoria da qualidade dos alimentos. No entanto, a implementação dessas práticas em larga escala enfrenta obstáculos significativos, como custos iniciais elevados, resistência cultural e falta de capacitação técnica. Para que a transição seja bem-sucedida, é imprescindível o desenvolvimento de políticas públicas que ofereçam incentivos financeiros, programas de educação e suporte técnico aos agricultores. Olhando para o futuro, novas pesquisas devem priorizar estudos de longo prazo para avaliar os impactos dessas práticas em diferentes climas e tipos de solo, além de investigar sua escalabilidade para grandes propriedades e sua viabilidade econômica. Em resumo, a adoção de métodos sustentáveis é essencial para garantir a preservação ambiental e a segurança alimentar, e, com o suporte adequado, pode transformar a agricultura em um sistema mais equilibrado, resiliente e sustentável.

REFERÊNCIAS

PATERNANI, R. Agricultura sustentável nos trópicos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 25, n. 3, p. 501-509, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/Y3gXh64789JHtYJfrcZBSzH/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 3 março 2025.

SANTOS, A. M. et al. A agroecologia como perspectiva de sustentabilidade. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 9, n. 2, p. 45-60, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/Q8YfrW7m6mLWBWBcmcbKKrQ/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 3 março 2025.

ALTIERI, M. A. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2015.

MEIRELLES, M. A agroecologia como perspectiva de sustentabilidade. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 1, n. 1, p. 23-35, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/Q8YfrW7m6mLWBWBcmcbKKrQ/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 4 março 2025.

OUR WORLD IN DATA. Environmental Impacts of Food Production. 2022. Disponível em: <https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food>. Acesso em: 7 março 2025.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. The Challenge of Feeding the World Sustainably: Summary of the US-UK Scientific Forum on Sustainable Agriculture. 2021. Disponível em: <https://nap.nationalacademies.org/catalog/26007/the-challenge-of-feeding-the-world-sustainably-summary-of-the>. Acesso em: 10 março 2025.

SCIENCE. Climate change exacerbates the environmental impacts of agriculture. 2024. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.adn3747>. Acesso em: 14 março 2025.

SCIENCEDIRECT. Environmental impacts of organic and conventional agricultural products – Are the differences captured by life cycle assessment?. 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479714004964>. Acesso em: 19 março 2025.

EMBRAPA. Artigos. Disponível em: <https://www.embrapa.br/sala-de-imprensa-artigos>. Acesso em: 25 março 2025.

SCIELO BRAZIL. Revisão sistemática X revisão narrativa. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ape/a/z7zZ4Z4GwYV6FR7S9FHTByr/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 2 abril 2025.

AGROECOLOGY-BASED SOIL EROSION ASSESSMENT. Agroecology-based soil erosion assessment in Ethiopian river basins. ScienceDirect, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935121000803>. Acesso em: 5 abril 2025.

SOIL EROSION AND AGRICULTURAL SUSTAINABILITY. Soil erosion and agricultural sustainability. PNAS, 2007. Disponível em: <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.0611508104>. Acesso em: 5 abril 2025.

REDUCTIONS IN WATER, SOIL AND NUTRIENT LOSSES. Reductions in water, soil and nutrient losses in agroforestry practices. Springer, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-019-04377-3>. Acesso em: 11 abril 2025.

AGROECOLOGICAL PRACTICES SUPPORT CLIMATE CHANGE. Agroecological practices support climate change resilience. NCBI, 2023. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10287806/>. Acesso em: 16 abril 2025.

AN ASSESSMENT OF THE GLOBAL IMPACT. An assessment of the global impact of 21st century land use change. Nature, 2017. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41467-017-02142-7>. Acesso em: 21 abril 2025.

ORGANIC FARMING PROVIDES RELIABLE ENVIRONMENTAL BENEFITS. Organic Farming Provides Reliable Environmental Benefits. Frontiers, 2019. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/sustainable-food-systems/articles/10.3389/fsufs.2019.00082/full>. Acesso em: 27 abril 2025.

SCIENTIFIC META-ANALYSIS: AGRO-ECOLOGY RISKS. Scientific meta-analysis: Agro-ecology risks in Africa. Alliance for Science, 2020. Disponível em: <https://allianceforscience.org/blog/2020/07/scientific-meta-analysis-agro-ecology-risks-harming-the-poor-and-worsening-gender-inequality-in-africa/>. Acesso em: 4 maio 2025.

SUSTAINABLE AGRICULTURE. Sustainable Agriculture. NIFA, 2025. Disponível em: <https://www.nifa.usda.gov/topics/sustainable-agriculture>. Acesso em: 12 maio 2025.

HOW EFFECTIVE ARE POLICIES. How effective are policies in reducing environmental impacts. Our World in Data, 2025. Disponível em: <https://ourworldindata.org/effective-policies-reducing-environmental-impacts-agriculture>: 16 maio 2025.

SUSTAINABLE AGRICULTURAL PRACTICES. Sustainable agricultural practices and methods. European Commission, 2025. Disponível em: https://agriculture.ec.europa.eu/cap-my-country/sustainability/environmental-sustainability/sustainable-agricultural-practices-and-methods_en: 16 maio 2025.