

**USO DE RESÍDUOS
PLÁSTICOS NA
AGRICULTURA E RISCO
PARA A CONTAMINAÇÃO
DO SOLO: UMA REVISÃO DE
LITERATURA**

**USE OF PLASTIC WASTE IN AGRICULTURE AND RISK OF SOIL
CONTAMINATION: A LITERATURE REVIEW**

Ciências Agrárias • 08/04/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/775583412](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/775583412)

Emily Mariane Oliveira Santos¹

José Vitor da Silva Nunes²

Josilene Pereira Silva³

Mariana Cabral do Nascimento Santos⁴

Mayra Gabryelle Almeida Batista⁵

Dayane Kelly da Silva⁶

Maria Eduarda do Nascimento Rodrigues⁷

Eliane Vieira da Rocha⁸

George Mauro dos Santos⁹

Mariana Gomes Ramires¹⁰

Paulo de Tércio da Silva Junior¹¹

Roniere Jose do Nascimento¹²

RESUMO

A plasticultura tornou-se indispensável para a agricultura moderna, aumentando a eficiência hídrica e a produtividade. Contudo, o uso intensivo de polímeros sintéticos, como o polietileno de baixa densidade (PEBD), tem gerado um passivo ambiental crítico: a contaminação dos solos por macro e microplásticos. Este estudo objetivou analisar, por meio de uma revisão bibliográfica, as fontes, os mecanismos de formação e os impactos dos resíduos plásticos no ambiente edáfico. A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa e exploratória, com levantamento de dados em bases científicas como Google Acadêmico, SciELO e Portal CAPES, considerando publicações entre 2012 e 2025. Os resultados indicam que a degradação física, química e biológica desses materiais altera propriedades fundamentais do solo, como porosidade, retenção de água e atividade microbiana. Além disso, os microplásticos atuam como vetores para contaminantes químicos (metais pesados e agrotóxicos), facilitando sua entrada na cadeia trófica. Conclui-se que, embora existam avanços em materiais biodegradáveis e políticas como a PNRS, a gestão de resíduos plásticos agrícolas no Brasil ainda enfrenta gargalos logísticos e econômicos severos, demandando estratégias de economia circular e o fortalecimento da logística reversa para garantir a sustentabilidade dos sistemas produtivos.

Palavras-chave: Microplásticos; Plasticultura; Contaminação do solo; Poluição ambiental; Sustentabilidade agrícola.

ABSTRACT

Plasticulture has become indispensable for modern agriculture, increasing water-use efficiency and productivity. However, the intensive use of synthetic polymers, such as low-density polyethylene (LDPE), has generated a critical environmental burden:

soil contamination by macro- and microplastics. This study aimed to analyze, through a literature review, the sources, formation mechanisms, and impacts of plastic waste in the soil environment. The research adopted a qualitative and exploratory approach, with data collected from scientific databases such as Google Scholar, SciELO, and the CAPES Portal, considering publications from 2012 to 2025. The results indicate that the physical, chemical, and biological degradation of these materials alters fundamental soil properties, such as porosity, water retention, and microbial activity. Furthermore, microplastics act as vectors for chemical contaminants (heavy metals and pesticides), facilitating their entry into the trophic chain. It is concluded that, although there have been advances in biodegradable materials and policies such as the National Solid Waste Policy (PNRS), the management of agricultural plastic waste in Brazil still faces severe logistical and economic challenges, requiring circular economy strategies and the strengthening of reverse logistics to ensure the sustainability of production systems.

Keywords: Microplastics; Plasticulture; Soil contamination; Environmental pollution; Agricultural sustainability.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento da produção de materiais plásticos nas últimas décadas tem sido diretamente associado ao avanço tecnológico e ao aumento da demanda por insumos de alta durabilidade em diversos setores produtivos, incluindo a agricultura. A cadeia produtiva do plástico estrutura-se em três níveis da indústria petroquímica, nos quais matérias-primas naturais são inicialmente convertidas em monômeros, posteriormente transformadas em polímeros sintéticos e, por fim, utilizadas na fabricação de produtos finais, como filmes agrícolas, tubulações, embalagens e componentes utilizados nos

sistemas de cultivo. Nesse processo, resíduos plásticos podem ser introduzidos no ambiente tanto na forma de macroestruturas quanto como microplásticos primários, antes mesmo de sua utilização final, ampliando o potencial de contaminação ambiental (Souza, 2020; Li *et al.*, 2022).

Entre os diferentes setores que utilizam polímeros sintéticos, a agricultura destaca-se pelo uso crescente desses materiais, prática conhecida como plasticultura. Filmes plásticos, sistemas de irrigação, estufas, coberturas de solo e embalagens agrícolas têm contribuído significativamente para o aumento da produtividade, principalmente em sistemas intensivos e em regiões com limitações hídricas. O uso desses materiais permite melhor controle da temperatura e da umidade do solo, redução da infestação de plantas daninhas e maior eficiência no uso de fertilizantes, tornando-se uma tecnologia essencial para a agricultura moderna (Mansoor *et al.*, 2022; Salama; Geyer, 2023). No Brasil, a adoção desses insumos tem sido fundamental para a expansão da horticultura e da fruticultura irrigada, especialmente em regiões semiáridas, onde o controle do microclima do solo contribui para a estabilidade da produção (Santi *et al.*, 2022).

Apesar dos benefícios agronômicos, o uso intensivo de plásticos na agricultura tem resultado no aumento da geração de resíduos, cuja gestão inadequada pode levar à contaminação do solo e dos recursos hídricos. Esses materiais, quando expostos à radiação ultravioleta, variações térmicas e processos mecânicos, sofrem degradação progressiva, originando partículas de pequenas dimensões conhecidas como microplásticos, geralmente definidos como fragmentos com tamanho inferior a 5 mm (Belo *et al.*, 2021; Huang *et al.*, 2024). A presença desses contaminantes tem sido

registrada em solos agrícolas de diferentes regiões do mundo, sendo considerada uma das principais formas emergentes de poluição terrestre (Kang *et al.*, 2025).

Os microplásticos apresentam elevada persistência ambiental e podem interagir com componentes físicos, químicos e biológicos do solo, alterando sua estrutura e funcionamento. Estudos recentes indicam que essas partículas podem modificar a porosidade, a retenção de água, a agregação e a atividade microbiana, afetando processos essenciais como a ciclagem de nutrientes e a decomposição da matéria orgânica (Qi *et al.*, 2022). Ademais, a presença desses materiais pode comprometer organismos edáficos importantes, como minhocas e microartrópodes, que desempenham papel fundamental na manutenção da fertilidade do solo e na estabilidade dos ecossistemas agrícolas (Cheng *et al.*, 2024; Nath *et al.*, 2024).

Outro aspecto preocupante refere-se à capacidade dos microplásticos de absorver e transportar contaminantes químicos, incluindo metais pesados, pesticidas e fármacos, atuando como vetores de poluição no ambiente terrestre. Essa característica aumenta o risco de transferência dessas substâncias ao longo da cadeia trófica, podendo afetar organismos do solo, plantas cultivadas e, conseqüentemente, a saúde humana (Rani-Borges; Pompêo, 2022; Luo *et al.*, 2025). Em sistemas agrícolas, esse problema pode ser agravado pelo uso intensivo de insumos químicos e pelo descarte inadequado de resíduos plásticos, favorecendo a formação e o acúmulo dessas partículas no perfil do solo (Pimentel, 2023; En-Nejmy *et al.*, 2024).

No contexto brasileiro, a problemática torna-se ainda mais relevante devido à ampla utilização de plásticos em sistemas de irrigação, mulching e cultivo protegido, associada à limitada estrutura de coleta e reciclagem para materiais de baixa densidade utilizados no campo. A ausência de sistemas eficientes de logística reversa favorece práticas inadequadas de descarte, como queima, enterramento ou abandono no solo, contribuindo para a formação contínua de microplásticos e para a degradação da qualidade ambiental (Rodrigues *et al.*, 2022; França *et al.*, 2024).

Diante desse cenário, a literatura científica recente tem destacado a necessidade de compreender de forma integrada as fontes, os mecanismos de formação e os impactos dos microplásticos em solos agrícolas, bem como desenvolver estratégias de mitigação baseadas no manejo sustentável, no uso de materiais biodegradáveis e na implementação de políticas públicas voltadas à redução da poluição plástica (Bandopadhyay *et al.*, 2023; Sintim *et al.*, 2023). A compreensão desses processos é essencial para garantir a sustentabilidade dos sistemas produtivos e evitar que os ganhos de produtividade proporcionados pela plasticultura sejam acompanhados por perdas na qualidade ambiental e na fertilidade do solo.

Seguindo esse viés, o presente estudo tem como objetivo analisar, por meio de revisão da literatura, o uso de resíduos plásticos na agricultura e seus riscos para a contaminação do solo, abordando as principais fontes de microplásticos, os processos de formação no ambiente edáfico, os impactos físicos, químicos e biológicos associados e as estratégias de mitigação propostas na literatura científica recente.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Uso de Plásticos na Agricultura

O uso de plásticos na agricultura tem se intensificado nas últimas décadas, constituindo uma prática conhecida como plasticultura, que envolve a utilização de filmes plásticos, tubos de irrigação, estufas, lonas, embalagens e outros materiais poliméricos com o objetivo de aumentar a produtividade e melhorar as condições de cultivo.

Estudos recentes apontam que esses materiais contribuem para o controle da umidade do solo, redução do crescimento de plantas daninhas e melhoria da temperatura do solo, fatores que favorecem o desenvolvimento das culturas agrícolas (Salama e Geyer, 2023). No Brasil, essa tecnologia tem sido fundamental para viabilizar safras em regiões de estresse hídrico e para a expansão da horticultura de precisão, ao promover o controle térmico do solo e reduzir a lixiviação de nutrientes (Santi et al., 2022).

Entre as aplicações mais comuns, vale destaque o uso de filmes plásticos de cobertura do solo (*mulching*), amplamente utilizados em horticultura e fruticultura. Esses materiais atuam como barreira física sobre a superfície do solo, reduzindo a evaporação da água, controlando o crescimento de plantas daninhas e proporcionando melhores condições para o desenvolvimento das culturas, podendo resultar em aumento da produtividade agrícola (Mansoor et al., 2022).

Apesar das vantagens agronômicas, o uso intensivo de plásticos na agricultura tem gerado preocupações ambientais, principalmente devido ao acúmulo de resíduos no solo. Esses materiais podem

sofrer degradação física e química, originando microplásticos que permanecem no ambiente por longos períodos e podem afetar o funcionamento dos ecossistemas agrícolas. Pesquisas demonstram que resíduos de filmes plásticos presentes no solo podem alterar a atividade microbiana, a absorção de nutrientes e o crescimento das plantas (Qi et al., 2022).

Além do mais, a presença de microplásticos pode modificar propriedades físicas e químicas do solo, interferindo na retenção de água, na estrutura e na dinâmica de nutrientes (Yu et al., 2022; Zhang et al., 2022). Essas alterações também podem comprometer processos biogeoquímicos essenciais, como a ciclagem de nutrientes e a atividade dos microrganismos, afetando a fertilidade do solo e a sustentabilidade dos sistemas agrícolas (Rillig et al., 2023; de Souza Machado et al., 2022).

Outro aspecto relevante discutido em estudos recentes é o aumento da contaminação de solos agrícolas por partículas plásticas provenientes principalmente de filmes de polietileno utilizados no mulching, sistemas de irrigação e coberturas de estufas. A degradação desses materiais pode originar microplásticos que se acumulam no ambiente e podem entrar na cadeia alimentar, representando riscos potenciais para os ecossistemas e para a saúde humana (Zhang et al., 2023; Huang et al., 2024).

Essa problemática é agravada no Brasil pela insuficiência de sistemas de logística reversa para plásticos de baixa densidade (como o mulching), que, devido ao alto índice de sujidade orgânica e mineral, possuem baixo valor de mercado para a reciclagem convencional, resultando frequentemente em descartes irregulares ou queima a céu aberto (França et al., 2024; Rodrigues et al., 2022).

Pesquisas recentes focam no desenvolvimento de filmes biodegradáveis como alternativa sustentável para mitigar os impactos ambientais da plasticultura. Esses materiais, decompostos por via microbiológica, visam reduzir o acúmulo de resíduos persistentes no solo enquanto preservam benefícios agrônômicos do mulching, como o controle térmico-hídrico e de fitopatias (Sintim et al., 2023). Contudo, a eficácia desses biopolímeros é condicionada por variáveis edafoclimáticas e de manejo, demandando investigações adicionais sobre sua viabilidade técnica em sistemas produtivos diversificados (Bandopadhyay et al., 2023).

Além do desenvolvimento de novos materiais, a literatura científica recente destaca a necessidade de manejo adequado e reciclagem dos resíduos plásticos gerados na agricultura, visando reduzir os impactos ambientais associados à plasticultura. Estratégias como recolhimento após o uso, reutilização de materiais e incentivo à economia circular são consideradas fundamentais para minimizar a contaminação do solo e tornar o sistema produtivo mais sustentável. Embora o uso de filmes poliméricos contribua para o aumento da produtividade agrícola, o descarte inadequado desses materiais pode causar impactos ambientais significativos, tornando necessário o desenvolvimento de alternativas mais sustentáveis, como os filmes biodegradáveis (França et al., 2024). Nessa vertente, pesquisas recentes têm priorizado o desenvolvimento de tecnologias menos poluentes e de sistemas de produção mais eficientes, capazes de aumentar a produtividade sem comprometer a qualidade ambiental e a sustentabilidade dos recursos naturais (Rillig et al., 2023).

Dessa forma, pode ser observado que o uso de plásticos na agricultura representa uma tecnologia importante para a modernização da produção agrícola, mas também constitui um

desafio ambiental significativo. A literatura científica atual reforça que a sustentabilidade dos sistemas produtivos depende do uso racional desses materiais, do desenvolvimento de alternativas biodegradáveis e da implementação de políticas que reduzam a geração de resíduos, permitindo que os benefícios da plasticultura sejam mantidos sem comprometer o equilíbrio ambiental e a qualidade do solo (Rillig et al., 2023; Huang et al., 2024).

2.2. Geração e Manejo de Resíduos Plásticos na Agricultura

A intensificação das cadeias produtivas agropecuárias nas últimas décadas consolidou a chamada *plasticultura* como componente fundamental para o aumento da eficiência produtiva, especialmente em sistemas irrigados e cultivos protegidos. O uso de materiais poliméricos, como polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno de alta densidade (PEAD) e policloreto de vinila (PVC), é amplamente difundido em filmes de cobertura, mulching, mangueiras de irrigação, túneis e estufas agrícolas. Esses materiais contribuem para a redução de perdas hídricas, melhoria do microclima e aumento da produtividade, tornando-se essenciais na agricultura moderna (Santi et al., 2022; Hendges et al., 2019).

Apesar dos benefícios agronômicos, o uso intensivo de plásticos na agricultura tem resultado em aumento significativo na geração de resíduos, cuja gestão apresenta elevada complexidade no meio rural. A dispersão geográfica das propriedades, aliada à diversidade de materiais utilizados, dificulta a coleta, o transporte e o processamento adequado desses resíduos. Além disso, muitos desses plásticos possuem vida útil curta, o que intensifica o volume gerado ao longo dos ciclos produtivos (Rodrigues et al., 2022; Hildebrand Júnior; Pereira, 2023).

Os plásticos agrícolas diferenciam-se dos resíduos urbanos por serem submetidos a condições severas de uso, incluindo exposição prolongada à radiação ultravioleta, variações térmicas e contato direto com solo, fertilizantes e defensivos agrícolas. Essas condições aceleram processos de degradação físico-química, como a foto-oxidação, levando à perda de resistência mecânica e à fragmentação do material. Como consequência, ocorre a formação de partículas de pequenas dimensões, frequentemente classificadas como microplásticos, que podem permanecer no ambiente por longos períodos (Ding et al., 2022; Padilha Neto et al., 2024).

Estudos recentes realizados no Brasil indicam que a presença de microplásticos no solo pode provocar alterações em propriedades físicas e biológicas importantes para a produção agrícola. Entre os efeitos observados estão mudanças na porosidade, na retenção de água e na atividade microbiana, podendo comprometer a qualidade do solo e a sustentabilidade dos sistemas produtivos. Esses impactos ainda são pouco monitorados em longo prazo, o que reforça a necessidade de pesquisas voltadas à avaliação ambiental desses resíduos no contexto agrícola nacional (Padilha Neto et al., 2024; Hendges et al., 2019).

No Brasil, a gestão dos resíduos plásticos agrícolas está inserida no marco regulatório da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (Lei nº 12.305/2010), que estabelece a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Um dos exemplos mais bem-sucedidos desse modelo é o sistema de logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos, coordenado pelo Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (inpEV), considerado referência internacional em destinação ambientalmente adequada. Esse sistema apresenta elevados índices

de recolhimento e reciclagem, reduzindo riscos de contaminação ambiental e humana (Rodrigues et al., 2022; Aragão; Veloso, 2014).

Entretanto, essa eficiência não se repete para outros resíduos plásticos agrícolas, como filmes de cobertura, lonas e tubos de irrigação, que frequentemente não possuem sistemas estruturados de coleta e reciclagem. A presença de solo, matéria orgânica e resíduos químicos nesses materiais aumenta os custos de higienização e dificulta a reciclagem mecânica, tornando o processo economicamente pouco viável. Como resultado, ainda são observadas práticas inadequadas de descarte, como queima, enterramento ou abandono no campo, que contribuem para a poluição do solo, do ar e dos recursos hídricos (Hendges et al., 2019; Hildebrand Júnior; Pereira, 2023).

Diante desse cenário, a literatura recente aponta a economia circular como alternativa para reduzir os impactos ambientais da plasticultura. A adoção de materiais biodegradáveis, o fortalecimento de sistemas de logística reversa e a criação de centros regionais de triagem são estratégias consideradas essenciais para melhorar a gestão desses resíduos. No entanto, a efetividade dessas medidas depende de políticas públicas, incentivos econômicos e ações de educação ambiental voltadas aos produtores rurais (Hildebrand Júnior; Pereira, 2023; Padilha Neto et al., 2024).

Assim, a problemática dos resíduos plásticos na agricultura brasileira não se limita a aspectos tecnológicos, envolvendo também questões de governança ambiental e organização da cadeia produtiva. A ampliação de instrumentos econômicos, como créditos de reciclagem e incentivos para materiais de menor impacto ambiental, pode contribuir para tornar a gestão mais eficiente. A

consolidação de sistemas produtivos sustentáveis depende da integração entre inovação tecnológica, regulamentação e participação dos diferentes atores do setor agrícola (Rodrigues et al., 2022; Hendges et al., 2019).

2.3. Formação de Microplásticos no Solo

A formação de microplásticos no solo é um processo complexo e multifatorial, resultante tanto da introdução direta dessas partículas quanto da fragmentação de materiais plásticos maiores ao longo do tempo. Esse fenômeno tem se intensificado em função do aumento da produção e do uso de plásticos em diversas atividades humanas, especialmente na agricultura, onde materiais como filmes plásticos, estufas e sistemas de irrigação são amplamente utilizados (Li *et al.*, 2022; Kang *et al.*, 2025). Alinhado a isso, a aplicação de lodo de esgoto e fertilizantes orgânicos contaminados representa uma importante via de entrada de microplásticos no solo, contribuindo diretamente para sua formação nesses ambientes (En-nejmy *et al.*, 2024).

Outro mecanismo relevante é a deposição atmosférica, que transporta partículas plásticas por longas distâncias, permitindo sua deposição em diferentes tipos de solo, inclusive em áreas remotas. Somado a isso, o descarte inadequado de resíduos sólidos intensifica a fragmentação de plásticos no ambiente terrestre, favorecendo a geração contínua de microplásticos (Kang *et al.*, 2025). Esses diferentes caminhos evidenciam que a formação dessas partículas não está restrita a uma única fonte, mas resulta de múltiplas interações entre atividades antrópicas e processos ambientais.

Uma vez presentes no solo, os plásticos passam por processos de degradação que levam à sua fragmentação progressiva em partículas menores. Esses processos envolvem mecanismos físicos, químicos e biológicos. A degradação física ocorre principalmente pela ação da radiação ultravioleta, variações de temperatura e abrasão mecânica, que provocam fissuras e fragmentação do material. Já a degradação química está associada a reações de oxidação que alteram a estrutura dos polímeros, tornando-os mais frágeis. Por sua vez, a degradação biológica envolve a atuação de microrganismos que colonizam a superfície dos plásticos, formando biofilmes e contribuindo para sua deterioração, embora esse processo ainda seja limitado e relativamente lento (Xiang et al., 2023; Zhai et al., 2023).

Apesar desses processos, a completa mineralização dos plásticos é rara em condições naturais, o que favorece o acúmulo de microplásticos e sua posterior transformação em nanoplásticos, aumentando sua persistência no ambiente (Nath *et al.*, 2024). Nesse contexto, até mesmo os chamados plásticos biodegradáveis têm sido alvo de questionamentos, uma vez que sua degradação no solo pode ser incompleta, resultando na formação de fragmentos residuais (Feng *et al.*, 2023).

A formação de microplásticos no solo também está relacionada às interações com os organismos edáficos. A atividade de raízes, minhocas e outros organismos pode contribuir para a fragmentação mecânica dos plásticos e sua incorporação em diferentes camadas do solo, ampliando sua distribuição e persistência (Rillig *et al.*, 2017). Além disso, alterações na estrutura do solo, como a agregação e estabilidade dos agregados, podem ser influenciadas pela presença

dessas partículas, evidenciando que sua formação está intimamente ligada à dinâmica do próprio sistema edáfico (Lehmann *et al.*, 2021).

Do ponto de vista biológico, a presença e formação contínua de microplásticos afetam diretamente os microbiomas do solo, podendo modificar a diversidade e a atividade microbiana. Essas alterações têm implicações importantes para processos ecológicos essenciais, como a ciclagem de nutrientes e a decomposição da matéria orgânica (De Souza Machado *et al.*, 2019). Além disso, mudanças nas propriedades bioquímicas do solo, como atividade enzimática, também têm sido associadas à presença desses contaminantes (Cheng *et al.*, 2024).

A identificação e quantificação dos microplásticos formados no solo ainda representam um desafio significativo, devido à heterogeneidade do ambiente e à diversidade de partículas presentes. Técnicas analíticas modernas têm sido desenvolvidas para detectar e caracterizar esses materiais, mas ainda existem limitações quanto à padronização e à eficiência dos métodos (Gündoğdu *et al.*, 2025; Wesółowska *et al.*, 2025). Além do que, compreender o destino e o transporte dessas partículas após sua formação é essencial para avaliar sua dispersão e impactos ambientais (Sun *et al.*, 2022).

Diante desse contexto, observa-se que a formação de microplásticos no solo não é resultado de um único processo, mas sim de uma combinação de fontes e mecanismos que atuam de forma integrada. A compreensão desses processos é fundamental para o desenvolvimento de estratégias de manejo e mitigação, especialmente em sistemas agrícolas, onde o uso intensivo de plásticos é uma realidade. Além disso, o avanço no conhecimento

sobre a formação desses contaminantes pode contribuir para a formulação de políticas públicas e práticas sustentáveis voltadas à redução da poluição por microplásticos nos ecossistemas terrestres (Kang *et al.*, 2025; Luo *et al.*, 2025; En-Nejmy *et al.*, 2024; Nath *et al.*, 2024).

2.4. Contaminação e Impactos de Microplásticos no Solo

A contaminação por microplásticos em solos tem se tornado uma preocupação crescente devido à sua ampla distribuição e persistência no ambiente. Esses materiais se acumulam principalmente em solos agrícolas, sendo introduzidos por práticas como uso de fertilizantes orgânicos, irrigação com águas contaminadas e aplicação de resíduos plásticos na agricultura (En-Nejmy *et al.*, 2024; Ng *et al.*, 2022). Esse acúmulo contínuo faz com que o solo atue como um importante reservatório de microplásticos, podendo apresentar concentrações até superiores às encontradas em ambientes aquáticos (Kang *et al.*, 2025).

A distribuição espacial dos microplásticos no solo não ocorre de forma homogênea, sendo influenciada por fatores como tipo de manejo agrícola, características do solo e condições ambientais, como vento e escoamento superficial (Chen *et al.*, 2025; Tayyab *et al.*, 2024). Além disso, propriedades físicas dos polímeros, como densidade e tamanho das partículas, também determinam sua mobilidade e dispersão no perfil do solo (Gündoğdu *et al.*, 2025).

Diversos fatores influenciam a contaminação, incluindo a origem dos resíduos plásticos, o tempo de exposição no ambiente e os processos de degradação, como intemperismo e biodegradação (Wu *et al.*, 2022). A interação entre microplásticos e o ambiente do

solo também pode ser modificada pela formação de uma “ecocorona”, que altera suas propriedades superficiais e comportamento químico (Gao et al., 2022).

No que se refere às alterações físicas, os microplásticos podem modificar a estrutura do solo, afetando a porosidade, a densidade e a retenção de água. Essas mudanças impactam diretamente a dinâmica hídrica e a aeração do solo, podendo comprometer o desenvolvimento das plantas (Machado et al., 2019). Além disso, a presença desses materiais pode interferir na agregação das partículas do solo, alterando sua estabilidade estrutural (Kang et al., 2025).

No que diz respeito às propriedades químicas, os microplásticos possuem elevada capacidade de adsorção de contaminantes, como metais pesados e compostos orgânicos tóxicos. Essa característica pode transformar os microplásticos em vetores de poluentes, ampliando os riscos ambientais e a toxicidade no solo (En-Nejmy et al., 2024; Ng et al., 2022).

Os impactos biológicos também são significativos. Microorganismos do solo podem ter sua atividade e diversidade alteradas pela presença de microplásticos, afetando processos essenciais como ciclagem de nutrientes e decomposição da matéria orgânica (Li et al., 2023). Ademais, organismos da fauna edáfica, como minhocas, podem ingerir microplásticos, o que pode causar efeitos fisiológicos adversos e alterar seu comportamento (Zhang et al., 2023).

Esses efeitos físicos, químicos e biológicos contribuem para a interferência na fertilidade do solo. A presença de microplásticos

pode reduzir a disponibilidade de nutrientes, prejudicar a atividade microbiana e comprometer o crescimento das plantas, afetando diretamente a produtividade agrícola (Tayyab et al., 2024; Chen et al., 2025).

2.5. Interação com Contaminantes e Impactos na Cadeia Trófica

A disseminação intensiva de agrotóxicos na agricultura moderna, aliada ao descarte inadequado de resíduos, tem consolidado a poluição plástica como um desafio crítico para a integridade dos ecossistemas terrestres (Souza, 2020; Pimentel, 2023). No ambiente agrícola, fontes como o lodo de esgoto, fertilizantes, filmes de cobertura morta (mulching) e embalagens de defensivos atuam como importantes vetores de entrada de polímeros no solo, onde a fragmentação contínua favorece a persistência de micropartículas no perfil edáfico (Pimentel, 2023).

Embora historicamente subestimada, a presença de microplásticos (MPs) é atualmente reconhecida como um fenômeno de distribuição global. No entanto, seus efeitos biológicos e químicos, especialmente em ambientes terrestres e de água doce, ainda demandam investigações mais aprofundadas para serem plenamente compreendidos (Rani-Borges et al., 2022). Além das fontes agrícolas, destaca-se também a contribuição de produtos de uso cotidiano, uma vez que microplásticos estão presentes em diversos itens da indústria cosmética, como produtos de perfumaria, pastas dentais, géis de barbear, esfoliantes e glitter.

Esses materiais, amplamente utilizados em ambientes domésticos, são frequentemente transportados para os corpos hídricos por meio dos efluentes domésticos, ampliando sua dispersão ambiental. Seus

impactos sobre os organismos aquáticos são diversos, podendo levar à morte de animais, como peixes e aves, em decorrência de subnutrição, já que a ingestão dessas partículas pode provocar uma falsa sensação de saciedade (Belo et al., 2021).

Devido à elevada capacidade de dispersão e resistência à degradação, os MPs, especialmente aqueles derivados de resíduos agrícolas, atuam como centros de sorção para contaminantes químicos, funcionando como suportes estáveis capazes de concentrar e transportar diferentes substâncias, incluindo fármacos antimicrobianos e cardiovasculares, para áreas remotas ou para a biota do solo (Parente, 2025; Rani-Borges et al., 2022). Esse processo de interação é influenciado por fatores intrínsecos e extrínsecos, sendo a degradação física dos materiais uma das principais vias de liberação de aditivos e monômeros, o que altera a composição original dos polímeros (Rani-Borges et al., 2022).

Adicionalmente, a fragmentação desses resíduos em nanoplásticos representa um risco secundário relevante, uma vez que a redução da escala granulométrica aumenta a reatividade e a capacidade de penetração dessas partículas nos organismos vivos (Souza, 2020). Nesse contexto, a interação entre microplásticos e substâncias tóxicas potencializa os processos de contaminação química, comprometendo significativamente a integridade dos compartimentos ambientais e a segurança alimentar (Souza, 2020; Rani-Borges et al., 2022).

Apesar da frequente coexistência entre MPs e agrotóxicos nos solos agrícolas, ainda há uma lacuna significativa nas investigações acerca de seus efeitos ecológicos combinados, especialmente no que se refere aos microartrópodes (Pimentel, 2023). A relevância desses

organismos é indiscutível, visto que desempenham papel fundamental na manutenção da estabilidade edáfica e na resiliência dos ecossistemas, por meio da estruturação do solo e da ciclagem de nutrientes. Entretanto, tais funções podem ser comprometidas pela elevada persistência e pelo potencial de bioacumulação desses contaminantes (Parente, 2025; Pimentel, 2023).

2.6. Estratégias de Mitigação

O problema dos resíduos plásticos na agricultura vai além de uma questão técnica, sendo um desafio socioambiental complexo que envolve aspectos produtivos, econômicos, regulatórios e tecnológicos. A intensificação do uso de plásticos na agricultura moderna, embora diretamente associada a ganhos de produtividade e eficiência, tem promovido alterações significativas na qualidade do solo, especialmente em função da formação e acúmulo de microplásticos persistentes (Silva et al., 2021). Esses fragmentos afetam propriedades físicas e biológicas do solo, interferindo na retenção de água, na atividade microbiana e na ciclagem de nutrientes, comprometendo a sustentabilidade dos sistemas agrícolas a longo prazo (Ferreira; Cerri, 2019). Nesse cenário, diferentes estratégias de mitigação têm sido propostas, embora apresentem limitações quando analisadas de forma isolada.

Entre essas estratégias, destaca-se o uso de plásticos biodegradáveis como alternativa aos polímeros convencionais. Estudos brasileiros indicam que filmes biodegradáveis utilizados na cobertura do solo podem reduzir significativamente o acúmulo de resíduos plásticos, sobretudo em sistemas intensivos de produção hortícola (Costa et al., 2020). No entanto, a efetividade dessa solução está condicionada a fatores ambientais específicos, como temperatura, umidade e

atividade microbiana, que nem sempre são ideais em condições de campo (Souza et al., 2022).

Dessa forma, há evidências de que esses materiais podem persistir por períodos superiores ao esperado, relativizando seu potencial mitigador. Soma-se a isso a falta de padronização conceitual e regulatória sobre o termo “biodegradável”, frequentemente utilizado de forma ambígua, o que pode comprometer tanto a percepção do consumidor quanto a formulação de políticas públicas eficazes (Abreu; Martins, 2021). Assim, embora promissora, essa estratégia demanda avanços técnicos e normativos para garantir sua efetividade ambiental.

No âmbito institucional, as políticas públicas desempenham papel central na mitigação dos impactos associados aos resíduos plásticos agrícolas. No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos constitui um importante marco ao estabelecer a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Entretanto, sua implementação no setor agrícola ainda enfrenta entraves significativos. A ausência de sistemas estruturados de logística reversa para plásticos agrícolas, especialmente em áreas rurais, limita a operacionalização das diretrizes legais e contribui para o descarte inadequado desses materiais (Zanin; Mancini, 2019).

Ademais, a dispersão espacial das atividades agrícolas eleva os custos de coleta e reciclagem, dificultando a viabilidade econômica dessas iniciativas. Estudos também apontam que há uma lacuna na integração entre instrumentos regulatórios e econômicos, como incentivos fiscais e subsídios, o que reduz a eficácia das políticas existentes (Oliveira; Leite, 2020). Por isso, observa-se um descompasso entre o avanço normativo e sua aplicação prática,

evidenciando a necessidade de políticas mais integradas e adaptadas à realidade do meio rural.

Paralelamente, o manejo sustentável dos resíduos plásticos, fundamentado nos princípios da economia circular, surge como uma abordagem complementar e necessária. Essa perspectiva propõe a redução do uso de insumos, a reutilização de materiais e a reinserção de resíduos na cadeia produtiva. Contudo, sua adoção no contexto agrícola brasileiro ainda é limitada por fatores estruturais e culturais. Muitos produtores rurais carecem de acesso à informação técnica e à assistência especializada, o que compromete a adoção de práticas adequadas de manejo e descarte (Santos et al., 2021).

Além disso, a viabilidade econômica dessas práticas constitui um desafio relevante, uma vez que a transição para sistemas circulares depende da criação de cadeias de valor que tornem o reaproveitamento de resíduos financeiramente atrativo (Geyer et al., 2017). Nesse sentido, a ausência de mercados consolidados para materiais reciclados no setor agrícola limita a escala e a sustentabilidade dessas iniciativas.

Complementando esse cenário, as tecnologias de reciclagem desempenham papel estratégico na mitigação dos impactos ambientais dos resíduos plásticos. No entanto, a aplicação dessas tecnologias aos plásticos agrícolas apresenta desafios específicos, especialmente devido à contaminação por solo e agroquímicos, que dificulta o processamento e reduz a qualidade do material reciclado (Mancini; Zanin, 2020). A reciclagem mecânica, embora amplamente difundida, apresenta limitações quanto à degradação das propriedades dos polímeros ao longo dos ciclos de reprocessamento.

Por outro lado, a reciclagem química desponta como uma alternativa inovadora, permitindo a conversão de resíduos plásticos em insumos básicos para a indústria (Almeida et al., 2022). Apesar de seu potencial, essa tecnologia ainda enfrenta barreiras relacionadas ao alto custo e à baixa disponibilidade em escala comercial no Brasil. Adicionalmente, abordagens emergentes, como o uso de microrganismos para a degradação de polímeros, têm sido exploradas como soluções promissoras, embora ainda se encontrem em estágio experimental (Fernandes et al., 2023).

Diante desse conjunto de evidências, torna-se evidente que nenhuma das estratégias analisadas é suficiente, isoladamente, para resolver o problema dos resíduos plásticos agrícolas. O uso de materiais biodegradáveis apresenta limitações técnicas; as políticas públicas carecem de efetividade operacional; o manejo sustentável enfrenta barreiras econômicas e informacionais; e as tecnologias de reciclagem ainda não estão plenamente adaptadas às especificidades do setor agrícola (Sintim et al., 2023; Geyer et al., 2017; Zanin; Mancini, 2019).

Assim, a literatura converge para a necessidade de abordagens sistêmicas e integradas, que articulem inovação tecnológica, fortalecimento institucional e capacitação dos produtores rurais. Sem essa integração, as estratégias de mitigação tendem a produzir resultados pontuais e insuficientes frente à complexidade e à escala do problema, comprometendo a sustentabilidade dos sistemas agrícolas a longo prazo (Rillig et al., 2023; Rodrigues et al., 2022).

A revisão de literatura diz respeito à fundamentação teórica sobre a abordagem do tema e do problema de pesquisa, por meio da

identificação de um quadro teórico referencial que dará sustentação ao trabalho.

A revisão de literatura consiste na identificação e análise do que já foi publicado sobre o tema e o problema da pesquisa e deve refletir o nível de envolvimento do autor com o tema. Procure incluir textos atualizados sobre o tema (estado da arte).

Não se trata de apenas revisar o que já foi publicado sobre o tema, mas demonstrar que o problema encontra sustentação na literatura e que a sua compreensão ainda requer estudos mais aprofundados ou metodologias alternativas para ser compreendido.

3. METODOLOGIA

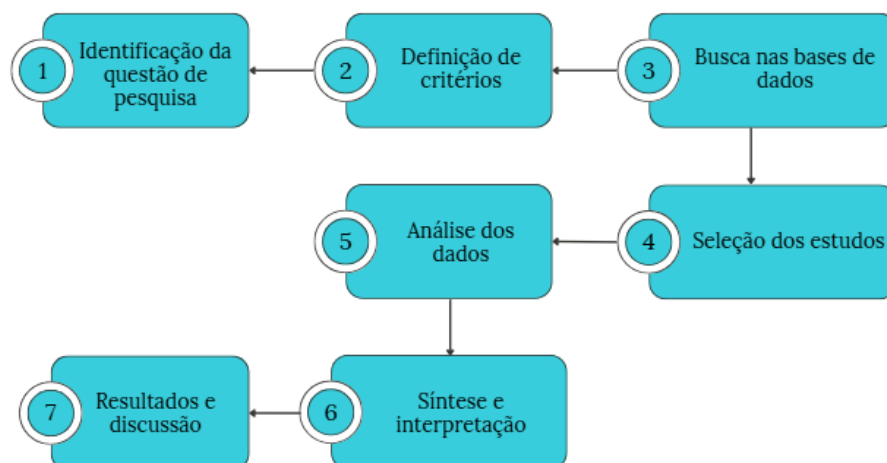
A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza qualitativa, com abordagem exploratória e descritiva, estruturado a partir de uma revisão de literatura do tipo integrativa, com elementos de sistematização metodológica. Essa abordagem foi adotada por permitir a síntese crítica e abrangente do conhecimento científico disponível acerca do uso de resíduos plásticos na agricultura e seus impactos na contaminação do solo.

O objetivo central consiste em mapear o estado da arte acerca do uso de resíduos plásticos na agricultura e sua respectiva contribuição para a contaminação edáfica. A opção por este método permite analisar criticamente a produção científica preexistente, fornecendo uma base sólida para identificar os vetores de contaminação e os impactos ambientais descritos na literatura.

O levantamento de dados foi conduzido mediante a consulta nas bases Google Acadêmico, SciELO e o Portal de Periódicos CAPES. O

recorte temporal compreende publicações editadas entre 2012 e 2025, garantindo a análise de evidências contemporâneas sobre o uso de polímeros no campo. Para nortear a busca, foram utilizados descritores combinados como "resíduos plásticos", "agricultura", "contaminação edáfica", "microplásticos", "plasticultura" e "biopolímeros". As etapas sequenciais deste processo, desde a coleta inicial até a síntese dos resultados, estão detalhadas no fluxograma abaixo (Figura 1).

Figura 1: Fluxograma do processo metodológico da revisão bibliográfica



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Foram estabelecidos critérios de inclusão para estudos que apresentassem dados sobre a disposição de polímeros em sistemas agrícolas e sua degradação física e química. Em contrapartida, os critérios de exclusão descartaram pesquisas em contextos exclusivamente marinhos ou urbanos, sem correlação direta com o manejo agrícola.

Os dados coletados foram categorizados conforme a tipologia dos resíduos, como filmes de mulching e embalagens de agrotóxicos. A

análise focou nos efeitos desses materiais nas propriedades biológicas do solo, contrastando resultados para identificar padrões de acúmulo e limitações nas tecnologias de remediação atuais.

Para garantir a integridade do referencial, utilizou-se o gerenciador Mendeley na organização das fontes. A metodologia busca, assim, estruturar uma base teórica rigorosa que permita a compreensão do impacto ambiental dos plásticos, assegurando a clareza e a replicabilidade do processo analítico.

A análise dos dados foi conduzida por meio de técnica de análise de conteúdo temática, permitindo identificar padrões, lacunas científicas e convergências na literatura. Adicionalmente, buscou-se uma abordagem crítica, não apenas descritiva, com o intuito de discutir limitações metodológicas dos estudos analisados, como a ausência de padronização nas técnicas de detecção de microplásticos e a escassez de estudos de longo prazo.

Por fim, ressalta-se que esta metodologia visa não apenas sintetizar o conhecimento existente, mas também fornecer subsídios teóricos e analíticos para futuras investigações, contribuindo para o avanço científico na área de poluição por microplásticos em sistemas agrícolas.

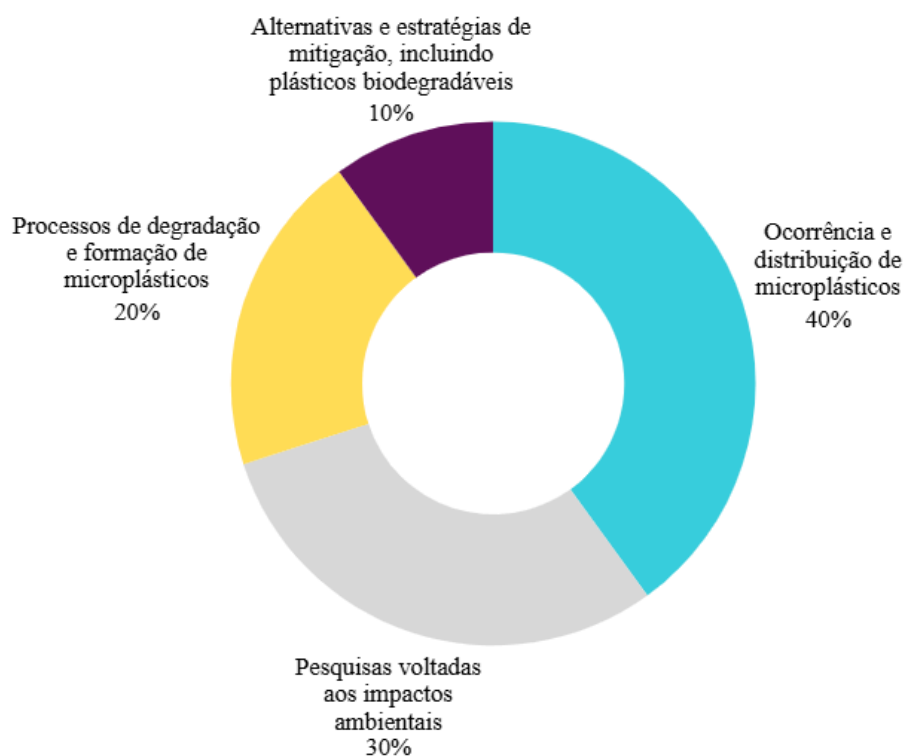
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise do *corpus* bibliográfico selecionado revela um crescimento exponencial na produção científica acerca da plasticultura e da consequente contaminação pedológica por microplásticos. Este fenômeno de expansão acentuou-se a partir de 2017, marco temporal em que tais poluentes foram consolidados na literatura como uma problemática emergente em ecossistemas terrestres. A

predominância de publicações concentradas na última década ratifica a maturidade recente deste campo de estudo, convergindo com as perspectivas teóricas de Rillig et al. (2023) e de Souza Machado et al. (2019).

Sob a ótica quantitativa, a produção intelectual foi estratificada em quatro eixos temáticos preponderantes, cujas frequências relativas estão sistematizadas no Gráfico 1.

Gráfico 1: Distribuição percentual da literatura sobre microplásticos em ambientes agrícolas.



Fonte: Dado dos autores (2026).

A distribuição percentual dos estudos evidencia que a maior parcela da investigação científica volta-se à ocorrência e distribuição de microplásticos (40%), seguida pelas investigações dedicadas aos impactos ambientais (30%). Em menor escala, figuram as pesquisas sobre os processos de degradação e formação dessas partículas (20%) e, por fim, as abordagens voltadas às alternativas e estratégias

de mitigação, incluindo polímeros biodegradáveis (10%). Esta assimetria denota que o estado da arte na área ainda se encontra em um estágio predominantemente diagnóstico e descritivo. A baixa representatividade de estudos direcionados à mitigação revela uma lacuna crítica no desenvolvimento de soluções tecnológicas e políticas de remediação, evidenciando a necessidade premente de transitar da caracterização do dano para a implementação de práticas agrícolas sustentáveis.

Apesar do crescimento expressivo da produção científica, a análise crítica evidencia limitações importantes. A maior parte dos estudos concentra-se em sistemas agrícolas intensivos, especialmente em países asiáticos como a China, onde o uso de mulching plástico é amplamente difundido (Qi et al., 2022). Além disso, a literatura internacional indica uma predominância de pesquisas conduzidas na Ásia e na Europa, embora essa distribuição não seja homogênea entre os diferentes países. Essa concentração geográfica implica uma limitação significativa na extrapolação dos resultados para outras realidades, especialmente para regiões com diferentes condições edafoclimáticas, as quais podem alterar substancialmente a dinâmica dos microplásticos no solo (Rillig et al., 2017; Lehmann et al., 2020).

Adicionalmente, pode se observar uma predominância de estudos voltados a polímeros convencionais, especialmente o polietileno de baixa densidade (PEBD) e o polietileno de alta densidade (PEAD), refletindo tanto sua ampla utilização em sistemas agrícolas quanto uma possível limitação da literatura na abordagem de outros tipos de materiais plásticos (de Souza Machado et al., 2019; Qi et al., 2022). Embora esse foco seja coerente com sua relevância no contexto agrícola, ele restringe a compreensão da diversidade de materiais

plásticos presentes no ambiente, especialmente aqueles menos investigados, como misturas poliméricas e aditivos.

Em contrapartida, a literatura brasileira ainda apresenta menor volume de estudos empíricos quando comparada a outros países, embora se observem avanços recentes na identificação de impactos ambientais associados à presença de resíduos plásticos em solos agrícolas. Essa distribuição desigual evidencia a necessidade de ampliação de pesquisas em regiões tropicais, considerando suas especificidades climáticas, edáficas e de manejo agrícola, as quais podem influenciar significativamente a dinâmica dos microplásticos no ambiente.

No que se refere aos impactos ambientais, os estudos convergem para a evidência de efeitos sistêmicos no solo, abrangendo dimensões físicas, químicas e biológicas. Do ponto de vista físico, observa-se destaque para alterações na estrutura do solo, como mudanças na porosidade e na retenção de água (de Souza Machado et al., 2019). A predominância desse tipo de abordagem, no entanto, sugere uma concentração da literatura em aspectos físicos, em detrimento de análises integradas que considerem simultaneamente os diferentes tipos de impacto.

No âmbito químico, uma parcela significativa dos estudos destaca interações relevantes entre microplásticos e contaminantes ambientais, como a adsorção de metais pesados e compostos orgânicos (Rillig et al., 2017). Apesar disso, ainda são limitadas as pesquisas que investigam essas interações em condições ambientais complexas, especialmente em sistemas agrícolas reais, o que restringe a compreensão de seus efeitos em escala de campo.

Já os impactos biológicos, embora amplamente reconhecidos, são abordados de forma mais limitada e heterogênea na literatura. Nesse contexto, destacam-se alterações na microbiota do solo e efeitos sobre a fauna edáfica, incluindo organismos como minhocas e microartrópodes (Fei et al., 2020; Huang et al., 2021; Huerta Lwanga et al., 2016; Wang et al., 2021). Essa menor recorrência evidencia uma lacuna relevante, sobretudo considerando o papel central desses organismos na manutenção dos processos ecológicos do solo.

Essa distribuição evidencia uma lacuna importante: embora os impactos sejam reconhecidos como multidimensionais, poucos estudos adotam abordagens integradas que considerem simultaneamente os aspectos físicos, químicos e biológicos. Essa fragmentação do conhecimento limita a compreensão da real magnitude dos efeitos dos microplásticos no funcionamento dos ecossistemas do solo.

Outro aspecto relevante refere-se aos plásticos biodegradáveis, que ainda representam uma parcela minoritária da literatura, embora em crescimento recente. Estudos como os de Sintim et al. (2023) indicam potencial na redução de resíduos persistentes. Contudo, evidências apontam que a degradação desses materiais é altamente dependente das condições ambientais e pode resultar na formação de fragmentos residuais, o que relativiza sua eficácia como solução ambiental (Bandopadhyay et al., 2023; Feng et al., 2023). Dessa forma, a adoção desses materiais não pode ser considerada, até o momento, uma solução definitiva, mas sim uma alternativa que ainda demanda avaliação crítica.

No âmbito metodológico, observa-se elevada heterogeneidade entre os estudos analisados. Diferentes técnicas de coleta, extração e

identificação de microplásticos, como espectroscopia FTIR e Raman, são empregadas sem padronização consolidada, o que compromete a comparabilidade dos resultados (Hidalgo-Ruz et al., 2012; Renner et al., 2018; Silva et al., 2018; Cowger et al., 2021). Estima-se que mais de 80% dos estudos utilizem metodologias distintas entre si, evidenciando um dos principais entraves ao avanço da área.

Além do mais, menos de 20% das pesquisas analisadas abordam efeitos de longo prazo ou interações entre microplásticos e outros contaminantes agrícolas, como fertilizantes e agrotóxicos (Li et al., 2021; Luo et al., 2020; Li et al., 2022). Essa lacuna é particularmente relevante, considerando que essas interações podem potencializar efeitos adversos no ambiente e na cadeia alimentar.

Em síntese, os resultados demonstram que, embora o campo de estudo sobre microplásticos em solos agrícolas esteja em rápida expansão, ele ainda se encontra em fase de consolidação, com forte predominância de estudos descritivos, concentração geográfica e limitações metodológicas significativas. A superação dessas lacunas requer o desenvolvimento de abordagens integradas, padronização metodológica e ampliação de estudos em contextos tropicais, de modo a permitir uma compreensão mais robusta e aplicável da problemática.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão de literatura evidencia que a plasticultura desempenha um papel fundamental na agricultura moderna, contribuindo significativamente para o aumento da produtividade, eficiência hídrica e estabilidade dos sistemas produtivos, especialmente em regiões com limitações climáticas. No entanto, os

benefícios agronômicos proporcionados pelo uso intensivo de materiais plásticos são acompanhados por impactos ambientais relevantes, com destaque para a contaminação do solo por macro e microplásticos.

Os resultados analisados demonstram que os microplásticos representam uma forma emergente de poluição terrestre, caracterizada por elevada persistência e capacidade de interação com os componentes físicos, químicos e biológicos do solo. Essas partículas alteram propriedades essenciais, como porosidade, retenção de água e atividade microbiana, comprometendo processos fundamentais à fertilidade do solo e à sustentabilidade agrícola. Além disso, sua atuação como vetores de contaminantes químicos amplia os riscos ambientais e potencializa a entrada de substâncias tóxicas na cadeia trófica, trazendo implicações não apenas ecológicas, mas também para a segurança alimentar e a saúde humana.

No contexto brasileiro, a problemática é intensificada pela ausência de sistemas eficientes de gestão de resíduos plásticos agrícolas, especialmente para materiais de baixa densidade, como filmes de mulching. Apesar dos avanços institucionais, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos, ainda persistem entraves logísticos, econômicos e estruturais que dificultam a implementação efetiva da logística reversa e favorecem práticas inadequadas de descarte.

A análise crítica da literatura também revela lacunas importantes no campo científico, como a predominância de estudos descritivos, a concentração geográfica das pesquisas em regiões específicas e a falta de padronização metodológica. Ademais, observa-se uma escassez de investigações integradas que considerem

simultaneamente os impactos físicos, químicos e biológicos dos microplásticos, bem como estudos de longo prazo em condições reais de campo, especialmente em ambientes tropicais.

No que se refere às estratégias de mitigação, verifica-se que alternativas como o uso de plásticos biodegradáveis, a adoção de práticas de economia circular, o fortalecimento de políticas públicas e o avanço das tecnologias de reciclagem apresentam potencial, mas ainda enfrentam limitações técnicas, econômicas e operacionais. Dessa forma, nenhuma dessas estratégias, quando aplicada isoladamente, é suficiente para solucionar a complexidade do problema.

Diante disso, conclui-se que o enfrentamento da poluição por resíduos plásticos na agricultura requer uma abordagem sistêmica e integrada, que articule inovação tecnológica, fortalecimento institucional, incentivo econômico e capacitação dos produtores rurais. A construção de sistemas produtivos mais sustentáveis depende, portanto, da convergência entre ciência, políticas públicas e práticas de manejo, de modo a garantir que os ganhos produtivos da plasticultura não comprometam a qualidade ambiental e a funcionalidade dos solos a longo prazo.

Por fim, destaca-se a necessidade de ampliação das pesquisas científicas no contexto brasileiro, com foco em abordagens multidisciplinares e aplicadas, que subsidiem a formulação de estratégias mais eficazes de gestão e mitigação, contribuindo para a sustentabilidade da agricultura e a preservação dos recursos naturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M. C. S.; MARTINS, E. S. Consumo sustentável e rotulagem ambiental de plásticos. *Revista de Administração Pública*, 2021.
- ALMEIDA, F. S. et al. Reciclagem química de polímeros: avanços e perspectivas. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 2022.
- ARAGÃO, C. A.; VELOSO, M. C. C. Resíduos sólidos: impactos ambientais e possibilidades de manejo sustentável. *Revista Monografias Ambientais*, Santa Maria, v. 13, n. 5, p. 3803–3812, 2014.
- BANDOPADHYAY, S. et al. Biodegradable plastic mulch films: impacts on soil and crop production. *Soil Use and Management*, v. 39, n. 2, p. 456–470, 2023.
- BELO, I. C. B. et al. Microplásticos, seus impactos no ambiente e maneiras biodegradáveis de substituição. *Revista Internacional de Ciências*, v. 11, n. 2, p. 214–228, 2021.
- CHENG, Y. et al. Response of soil biochemical properties to microplastics pollution. *Scientific Reports*, v. 14, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-80124-8>
- CHEN, Z. et al. Microplastics in soil-plant systems: current knowledge, research gaps and future directions for agricultural sustainability. *Agronomy*, v. 15, n. 7, p. 1519, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy15071519>
- COSTA, J. P. et al. Biodegradable mulch films in agriculture: impacts and challenges. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 2020.

COWGER, W. et al. Microplastic spectral classification needs an open source community: Open Specy to improve transparency and comparability. *Analytical Chemistry*, v. 93, n. 21, p. 7543–7548, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.1c00123>

DE SOUZA MACHADO, A. A. et al. Impacts of microplastics on the soil biophysical environment. *Environmental Science & Technology*, v. 56, n. 5, p. 2784–2795, 2022.

DING, J. et al. Microplastics in agricultural soils: sources, effects, and their fate. *Environmental Pollution*, v. 294, 2022.

EN-NEJMY, K. et al. Microplastics in soil: a comprehensive review of occurrence, sources, fate, analytical techniques and potential impacts. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 288, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.117332>

FEI, Y. et al. Response of soil enzyme activities and bacterial communities to microplastics accumulation. *Science of the Total Environment*, v. 707, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135634>

FENG, S. et al. Occurrence and degradation of biodegradable microplastics in soil environments. *Science of the Total Environment*, v. 875, 2023.

FERNANDES, G. R. et al. Biodegradação de polímeros por microrganismos. *Química Nova*, 2023.

FERREIRA, A. S.; CERRI, C. E. P. Impactos de resíduos plásticos no solo agrícola. *Bragantia*, 2019.

FRANÇA, L. S. et al. Desafios da gestão de resíduos poliméricos na fruticultura irrigada: uma revisão sistemática. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 2024.

FRANÇA, R. A. et al. Development of mulch films from biodegradable polymer and agro-industrial waste. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, v. 34, 2024.

GAO, H.; YAN, C.; LIU, Q. et al. Formation and environmental implications of the eco-corona on microplastics. *Science of the Total Environment*, v. 806, 2022.

GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 2017.

HENDGES, A. S. et al. Logística reversa de embalagens de agrotóxicos. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 13, n. 3, p. 58–75, 2019.

HIDALGO-RUZ, V. et al. Microplastics in the marine environment: identification and quantification. *Environmental Science & Technology*, v. 46, 2012.

HILDEBRAND JÚNIOR, F. A.; PEREIRA, R. S. Sustentabilidade e descarte de plásticos na horticultura. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 2023.

HUANG, Y. et al. Microplastics in agricultural soils: sources, effects and management. *Journal of Hazardous Materials*, 2024.

HUERTA LWANGA, E. et al. Microplastics in terrestrial ecosystem. *Environmental Science & Technology*, 2016.

KANG, Q. et al. Microplastics in soils: a comprehensive review. *Science of the Total Environment*, 2025.

LEHMANN, A. et al. Microplastics effects on soil aggregation. *Microplastics and Nanoplastics*, 2021.

LI, H. et al. Microplastic effects on soil system parameters: a meta-analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 2022.

LI, S. et al. Microplastics in soil–plant system. *Journal of Hazardous Materials*, 2023.

LI, Y. et al. Soil microbial community parameters affected by microplastics. *Frontiers in Microbiology*, 2023.

LUO, H. et al. Degradation of microplastics in the natural environment. *Journal of Environmental Management*, 2025.

MACHADO, A. A. S. et al. Microplastics can change soil properties. *Environmental Science & Technology*, 2019.

MANCINI, S. D.; ZANIN, M. Reciclagem de materiais plásticos no Brasil. *Revista Matéria*, 2020.

MANSOOR, S. et al. Plastic mulch in agriculture. *Agronomy*, 2022.

NATH, S. et al. Microplastics in soil: impacts and sustainability. *Journal of Environmental Quality*, 2024.

NG, E. L. et al. Microplastic pollution in agroecosystems. *Science of the Total Environment*, 2022.

OLIVEIRA, L. G.; LEITE, M. S. Políticas públicas ambientais no Brasil. *Revista de Gestão Ambiental*, 2020.

PADILHA NETO, J. J. et al. Microplásticos na agricultura brasileira. *Ciência Rural*, 2024.

PARENTE, G. S. Deposição de microplásticos. 2025. Dissertação (Mestrado) – UFC.

PIMENTEL, T. F. Avaliação de microplásticos. 2023. Dissertação – UFT.

QI, Y. et al. Microplastics in agricultural soils. *Science of the Total Environment*, 2022.

RANI-BORGES, B.; POMPÊO, M. Microplásticos como transportadores de poluentes. In: *Microplásticos nos ecossistemas*, 2022.

RENNER, G. et al. Analytical methodologies for microplastics. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2018.

RILLIG, M. C. et al. Microplastic effects on soil organisms. *Annual Review of Environment and Resources*, 2023.

RODRIGUES, L. S. et al. Logística reversa rural. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 2022.

SALAMA, E. S.; GEYER, R. Agricultural plastics. *Journal of Cleaner Production*, 2023.

SANTI, T. L. et al. Plasticultura e sustentabilidade. *Polímeros*, 2022.

- SANTOS, R. M. et al. Gestão de resíduos rurais. *Ambiente & Sociedade*, 2021.
- SILVA, J. V. et al. Microplásticos em solos agrícolas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 2021.
- SINTIM, H. Y. et al. Biodegradable plastic mulch films. *Soil Biology and Biochemistry*, 2023.
- SOUZA, G. R. Poluição por microplásticos. 2020. Dissertação – UFAM.
- SOUZA, T. A. et al. Degradação de plásticos biodegradáveis. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, 2022.
- SUN, X. et al. *Fate and transport of microplastics in terrestrial ecosystems: A review. Science of the Total Environment*, v. 806, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150843>
- SUN, Y. et al. Microplastics in soils: fate and transport. *Journal of Cleaner Production*, 2022.
- TAYYAB, M. et al.** Microplastics in agroecosystems: soil–plant dynamics and effective remediation approaches. *Chemosphere*, 2024.
- WANG, J. et al. Effects of microplastics on earthworms. *Science of the Total Environment*, 2021.
- WESOŁOWSKA, A. et al. Detection of microplastics in soils. *Microplastics and Nanoplastics*, 2025.

WU, X. et al. Biodegradation of microplastics. *Journal of Hazardous Materials*, 2022.

XIANG, P.; ZHANG, T.; WU, Q.; LI, Q. *Systematic Review of Degradation Processes for Microplastics: Progress and Prospects*. Sustainability, v. 15, n. 17, 2023. DOI: 10.3390/su151712698.

YAO, S. et al. Soil metabolome and microplastics. *Environmental Science & Technology*, 2023.

YU, H. et al. Effects of microplastics on soil properties. *Environmental Pollution*, 2022.

ZANIN, M.; MANCINI, S. D. *Resíduos plásticos e reciclagem*. São Carlos: EdUFSCar, 2019.

ZHANG, D. et al. Plastic pollution in croplands. *Global Change Biology*, 2022.

ZHANG, G. et al. Microplastics contamination in soils. *Journal of Hazardous Materials*, 2023.

ZHANG, Z. et al. Microplastics in soil: occurrence and risks. *Environmental Pollution*, 2022.

ZHAI, X.; ZHANG, X.-H.; YU, M. *Microbial colonization and degradation of marine microplastics in the plastisphere: A review*. Frontiers in Microbiology, v. 14, 2023. DOI: 10.3389/fmicb.2023.1127308.

¹ Discente do Curso Superior bacharelado em Agronomia da Universidade Federal de Alagoas Campus Arapiraca. E-mail: [acesse o](#)

² Discente do Curso de Pós-graduação em Agricultura e Ambiente na Universidade Federal de Alagoas Campus Arapiraca. E-mail:

[acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

³ Discente do Curso de Pós-graduação em Agricultura e Ambiente na Universidade Federal de Alagoas Campus Arapiraca. E-mail:

[acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁴ Discente do Curso Superior de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Alagoas Campus Palmeira dos Índios. E-mail:

[acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁵ Discente do Curso de Pós-graduação em Agricultura e Ambiente na Universidade Federal de Alagoas Campus Arapiraca. E-mail:

[acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁶ Discente do Curso de Pós-graduação em Agricultura e Ambiente na Universidade Federal de Alagoas Campus Arapiraca. E-mail:

[acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁷ Discente do Curso Superior bacharelado em agronomia da Universidade Federal de Alagoas Campus Arapiraca. E-mail: [acesse o](#)

[artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁸ Discente do Curso de Pós-graduação em Agricultura e Ambiente na Universidade Federal de Alagoas Campus Arapiraca. E-mail:

[acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁹ Discente do Curso de Pós-graduação em Agricultura e Ambiente na Universidade Federal de Alagoas Campus Arapiraca. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

¹⁰ Discente do Curso Superior de Licenciatura em Geografia da Universidade Estadual de Alagoas Campus Palmeira dos Índios. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

¹¹ Engenheiro de Minas pela Faculdade Kennedy de Belo Horizonte. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

¹² Discente do Curso Superior de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Alagoas Campus Palmeira dos Índios. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)