



Emily Beatriz Dias Benedito
Guilherme Augusto de Almeida
Hester Marques Silva
Isabela de Carli Loureiro
Jasmine Caroline Lanza
Laura Brombim Silva

**LOGÍSTICA REVERSA: UTILIZAÇÃO DE FERTILIZANTES ORGÂNICOS NA
REGIÃO DE MOGI MIRIM**

Mogi Mirim - 2025

Emily Beatriz Dias Benedito
Guilherme Augusto de Almeida
Hester Marques Silva
Isabela de Carli Loureiro
Jasmine Caroline Lanza
Laura Brombim Silva

**LOGÍSTICA REVERSA – UTILIZAÇÃO DE FERTILIZANTES ORGÂNICOS
NA REGIÃO DE MOGI MIRIM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado **ao Curso Técnico em Logística** da Etec Pedro Ferreira Alves, orientado pelo Prof. Christiano Aparecido de Oliveira e José Vicente Gonçalves, como requisito parcial para obtenção do título de Técnico em Logística.

RESUMO

O trabalho analisa a aplicação da Logística Reversa na produção e uso de Fertilizantes orgânicos, com foco na região de Mogi Mirim, em São Paulo. Ele explica que a logística reversa é o processo de recolher resíduos e devolvê-los ao ciclo produtivo, prática que se encaixa no conceito de economia circular e está prevista na Política Nacional de Resíduos Sólidos. A pesquisa mostra como restos de alimentos, esterco, podas e resíduos agroindustriais podem ser transformados em adubos de alta qualidade, reduzindo o envio de lixo a aterros e diminuindo a dependência de fertilizantes químicos. São apresentados os principais tipos de fertilizantes orgânicos, seus benefícios para a fertilidade do solo, retenção de água e biodiversidade microbiana, além da comparação com fertilizantes químicos, que atuam mais rápido, mas têm maior custo e risco de contaminação ambiental. A região de Mogi Mirim é destacada por sua diversidade agrícola e pela presença de empresas de compostagem, favorecendo a adoção desses insumos, embora ainda haja desafios como custos de transporte, falta de capacitação e necessidade de incentivos públicos. O trabalho inclui a descrição de uma visita técnica à empresa ProVaso, onde os autores observaram na prática o processamento de resíduos em fertilizante, e propõe uma pesquisa para avaliar impactos ambientais, produtivos e econômicos do uso de fertilizantes orgânicos, com revisão bibliográfica, entrevistas e análise de dados.

ABSTRACT

The document analyzes reverse logistics applied to the production and use of organic fertilizers, with a focus on the region of Mogi Mirim, in São Paulo. It explains that reverse logistics is the process of collecting waste and returning it to the production cycle—a practice aligned with the concept of a circular economy and established under the National Solid Waste Policy. The research shows how food scraps, manure, pruning waste, and agro-industrial residues can be transformed into high-quality fertilizers, reducing landfill waste and decreasing dependence on chemical fertilizers. The main types of organic fertilizers are presented, along with their benefits for soil fertility, water retention, and microbial biodiversity. A comparison is also made with chemical fertilizers, which act more quickly but come with higher costs and environmental contamination risks. The region of Mogi Mirim is highlighted for its agricultural diversity and the presence of composting companies, which favor the adoption of these inputs—though challenges remain, such as transportation costs, lack of technical training, and the need for public incentives. The study includes a description of a technical visit to the company ProVaso, where the authors observed the practical processing of waste into fertilizer. It also proposes research to evaluate the environmental, productive, and economic impacts of using organic fertilizers, through a literature review, interviews, and data analysis.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. LOGÍSTICA	2
2.1. CONCEITO DE LOGÍSTICA REVERSA	3
2.2. FINALIDADE DA LOGÍSTICA REVERSA	4
2.3. APLICAÇÃO DE LOGÍSTICA REVERSA NA AGRÍCOLA	5
2.4. LOGÍSTICA REVERSA NO BRASIL	6
2.5. LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS	7
2.5.1. PROCESSOS DE COLETA E TRATAMENTO	8
2.5.2. LOGÍSTICA REVERSA DE FERTILIZANTES ORGÂNICOS	10
3. FERTILIZANTES ORGÂNICOS	12
3.1. TIPOS DE FERTILIZANTES ORGÂNICOS	13
3.2. BENEFÍCIOS AGRONÔMICOS E AMBIENTAIS	14
3.3. COMPARAÇÃO COM FERTILIZANTES QUÍMICOS	15
4. REGIÃO DE MOGI MIRIM	17
4.1. PERFIL AGRÍCOLA DA REGIÃO	18
4.2. DESAFIOS E OPORTUNIDADES	19
4.3. EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES ORGÂNICOS	19
5. IMPACTOS AMBIENTAIS E ECONÔMICOS	20
5.1. SUSTENTABILIDADE E ECONOMIA CIRCULAR	21
5.2. REDUÇÃO DE RESÍDUOS E REAPROVEITAMENTO	22
6. CUSTOS DE FERTILIZANTES ORGÂNICOS	23
7. VISITA TÉCNICA	23
8. PROJETO DE PESQUISA	25
9. RELATÓRIO TÉCNICO	26
10. CONCLUSÃO	28
11. CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

1. INTRODUÇÃO

A utilização de fertilizantes orgânicos, produzidos a partir de resíduos naturais como restos de alimentos, folhas, galhos e outros materiais biodegradáveis, tem se consolidado como uma alternativa relevante para a agricultura sustentável. Esses fertilizantes, também conhecidos como adubos orgânicos, oferecem diversos benefícios em comparação aos fertilizantes químicos convencionais, como a melhoria da saúde do solo, o aumento da fertilidade natural, a promoção da biodiversidade e a redução do impacto ambiental causado pelo uso excessivo de produtos sintéticos. Além disso, contribuem para diminuir a dependência de insumos químicos prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana.

Segundo Souza e Lima (2021, p. 45), *“o uso de compostagem na produção de fertilizantes orgânicos representa uma solução sustentável que alia a gestão de resíduos ao fortalecimento da agricultura local”*. Essa abordagem reforça a importância de integrar práticas agrícolas que conciliem produtividade e preservação ambiental.

Na região de Mogi Mirim, essa prática vem ganhando destaque com a implementação de usinas de compostagem que transformam resíduos orgânicos em fertilizantes de alta qualidade. Essas usinas reduzem significativamente o volume de lixo enviado a aterros sanitários e, simultaneamente, produzem insumos para agricultores, hortifruticultores e para quem cultiva em pequena escala. A criação de um sistema de logística reversa para coleta, transporte e processamento desses resíduos mostra-se uma estratégia eficiente para fechar o ciclo produtivo, promovendo benefícios ambientais, econômicos e sociais para a comunidade.

2. LOGÍSTICA

A logística é o setor da gestão responsável por planejar, executar e controlar o fluxo de bens, serviços e informações dentro de uma empresa ou organização, desde o ponto de origem como fornecedores, até o ponto de consumo, o cliente final. Essa área abrange diversas atividades, incluindo o gerenciamento de estoques, o transporte de mercadorias, a armazenagem, o processamento de pedidos, entre outras. Como afirmou Donald Bowersox, um dos principais estudiosos da área, “*a logística é processo de gerenciar estrategicamente a aquisição, movimentação e armazenagem de materiais, peças e produtos acabados*”.

Trata-se de um conjunto de etapas e processos voltados a assegurar que produtos e serviços sejam entregues de forma eficiente e eficaz. Seu principal objetivo é garantir que o item chegue ao cliente no momento adequado, na quantidade correta e no local previsto, buscando sempre o menor custo possível.

O processo logístico geralmente se inicia com a identificação da demanda do cliente, que é convertida em um plano de compras. Em seguida, os produtos são transportados para armazéns ou centros de distribuição, onde são armazenados, gerenciados e preparados para o envio. Durante o transporte, podem passar por etapas como embalagem, etiquetagem e inspeção, a fim de preservar sua integridade e qualidade até a entrega final.

No entanto, a logística não é importante apenas no âmbito empresarial, mas também em situações de maior complexidade, como em períodos de guerras. Conflitos armados ao longo da história demonstraram que a logística pode ser um dos fatores decisivos para a vitória ou a derrota de uma nação. Napoleão Bonaparte já afirmava que “*um exército marcha sobre seu estômago*”, destacando a importância do abastecimento contínuo de tropas. Da mesma forma, durante a Segunda Guerra Mundial, o sucesso das forças aliadas esteve diretamente relacionado à capacidade de transportar rapidamente armas, suprimentos e soldados através do Atlântico e do continente europeu.

Em cenários de guerra, a logística vai muito além do transporte de mercadorias, envolve estratégias de suprimento de alimentos, munições, combustível, equipamentos médicos e até evacuação de civis. Carl Von Clausewitz, teórico militar prussiano, ressaltava

que “a guerra é a continuação da política por outros meios”, e nesse sentido, a logística torna-se a espinha dorsal que sustenta tais meios.

Dessa forma, compreender a logística em diferentes contextos, seja no mercado corporativo ou em situações de conflito, é essencial para reconhecer sua relevância estratégica. Tanto empresas quanto nações dependem das cadeias de suprimento bem estruturadas para sobreviver, prosperar e alcançar seus objetivos.

2.1. CONCEITO DE LOGÍSTICA REVERSA

A logística reversa pode ser compreendida como o processo que envolve o planejamento, a implementação e o controle do fluxo de materiais, produtos e informações, desde o ponto de consumo até o ponto de origem. Seu objetivo principal é possibilitar a recaptura de valor ou garantir o descarte ambientalmente correto de bens e resíduos. Nesse sentido, ela vai além do simples retorno de produtos, abrangendo atividades como reciclagem, remanufatura, reparo, reutilização e reintrodução de materiais no ciclo produtivo. Como destaca o Ministério do Meio Ambiente, trata-se de *“um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial”*.

Na atualidade, a logística reversa ganha cada vez mais importância devido ao aumento do consumo, à obsolescência programada e à grande geração de resíduos. Empresas de diferentes setores têm sido desafiadas a adotar práticas sustentáveis, tanto pela pressão da legislação quanto pela crescente exigência de consumidores mais conscientes. Nesse contexto, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) reforça a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, tornando a logística reversa um elemento essencial para o desenvolvimento sustentável no país.

Esse processo contribui para reduzir a utilização de matérias-primas virgens, diminuir impactos ambientais e otimizar os custos de produção por meio do reaproveitamento de recursos. Outro aspecto relevante é que a logística reversa não deve ser vista apenas como uma obrigação legal, mas também como uma oportunidade de inovação e vantagem competitiva. Empresas que investem nessa prática fortalecem sua imagem junto ao mercado, reduzem custos a longo prazo e contribuem para um modelo de desenvolvimento mais sustentável.

Em síntese, a logística reversa constitui uma ferramenta estratégica capaz de unir responsabilidade ambiental, vantagem econômica e compromisso social. Assim, reafirma-se que ela é, conforme definição do Ministério do Meio Ambiente, *“um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada”* (MMA, 2024).

2.2. FINALIDADE DA LOGÍSTICA REVERSA

A finalidade da logística reversa vai muito além da simples devolução de produtos ou resíduos. Trata-se de um processo estruturado que busca garantir a reinserção de bens pós-consumo no ciclo produtivo ou, quando isso não é possível, direcioná-los para uma destinação ambientalmente adequada. Dessa forma, a logística reversa se consolida como um instrumento estratégico de desenvolvimento econômico, ambiental e social.

Um dos principais objetivos dessa prática é a recuperação de valor e a redução do desperdício, já que muitos materiais descartados ainda podem ser reaproveitados no processo produtivo. De acordo com a literatura, a logística reversa tem como propósito transformar resíduos em recursos, promovendo a reutilização de insumos e reduzindo a extração de novas matérias-primas, o que contribui diretamente para a conservação dos recursos naturais.

Outro ponto fundamental é a proteção ambiental, pois a logística reversa garante que resíduos, embalagens e produtos obsoletos recebam tratamento adequado, evitando a contaminação do solo, da água e do ar. Além disso, essa prática fortalece a economia circular, modelo no qual os materiais são constantemente reaproveitados, prolongando seu ciclo de vida e diminuindo os impactos negativos gerados pelo consumo em larga escala.

A logística reversa também possui uma finalidade legal e regulatória, uma vez que a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) estabelece a responsabilidade compartilhada entre fabricantes, distribuidores, comerciantes e consumidores, exigindo sistemas eficientes de retorno e destinação correta dos resíduos. Essa obrigação imposta pela legislação brasileira reforça a importância da logística reversa como ferramenta de conformidade e responsabilidade socioambiental.

Deve-se destacar a finalidade social e econômica da logística reversa. Ao incentivar o reaproveitamento de resíduos, ela estimula a criação de empregos, apoia cooperativas de catadores e fomenta novas oportunidades de negócio baseadas na sustentabilidade. Assim, além de atender à legislação e proteger o meio ambiente, a logística reversa gera benefícios sociais e fortalece a competitividade das empresas que a adotam.

Em síntese, a finalidade da logística reversa é multifacetada, unindo aspectos ambientais, econômicos, sociais e legais, sendo hoje uma das principais ferramentas de apoio ao desenvolvimento sustentável.

3. APLICAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA NA AGRICULTURA

A logística reversa na agricultura consiste no conjunto de práticas destinadas ao recolhimento, transporte, tratamento e destinação adequada de resíduos e embalagens utilizadas nas atividades agrícolas, especialmente aquelas provenientes de defensivos agrícolas. Essa prática está diretamente relacionada à sustentabilidade e à mitigação dos impactos ambientais causados pelo uso intensivo de produtos químicos nas lavouras. No Brasil, o tema ganhou relevância com a promulgação da Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecendo a responsabilidade compartilhada entre fabricantes, distribuidores, comerciantes, agricultores e o poder público para garantir o retorno dos resíduos ao ciclo produtivo ou sua destinação final ambientalmente correta.

Um dos exemplos mais expressivos da aplicação da logística reversa no setor agrícola brasileiro é o Sistema Campo Limpo, coordenado pelo Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (INPEV). Desde sua criação, esse sistema consolidou-se como um dos maiores programas de logística reversa do mundo, com destaque para os resultados expressivos obtidos: de acordo com o INPEV, mais de 90% das embalagens plásticas primárias de defensivos agrícolas comercializadas no país são devolvidas e têm destino ambientalmente adequado, como reciclagem ou incineração. Entre os anos de 2002 e 2015, o volume de embalagens recolhidas passou de aproximadamente 3.768 toneladas para mais de 45.000 toneladas, evidenciando o crescimento da conscientização e da estrutura operacional do sistema.

Além dos ganhos ambientais, a logística reversa proporciona benefícios econômicos e sociais significativos. A destinação correta de resíduos reduz os custos associados à contaminação do solo e da água, previne riscos à saúde humana e animal, e permite a reutilização de materiais recicláveis. Adicionalmente, fortalece a imagem do setor agrícola perante a sociedade e os mercados consumidores, cada vez mais atentos às práticas

sustentáveis. Contudo, a implementação da logística reversa no campo enfrenta desafios importantes, como a baixa adesão por parte de pequenos produtores, a escassez de pontos de coleta em regiões remotas, e a necessidade de maior capacitação técnica e campanhas educativas. Estudos como o realizado por Sobrinho et al. (2024) em Araguatins (TO) apontam que, embora haja uma estrutura mínima de coleta, muitos agricultores ainda não cumprem corretamente a devolução das embalagens, o que demonstra a importância de ações contínuas de educação ambiental e fortalecimento institucional.

Outra dificuldade recorrente é a desigualdade de infraestrutura entre as regiões do país. Enquanto municípios como Catalão (GO) e Dourados (MS) apresentam bons índices de recolhimento e operação das centrais de recebimento, outras localidades, como Anta Gorda (RS) e assentamentos da agricultura familiar no Tocantins, enfrentam barreiras logísticas, falta de assistência técnica e limitações financeiras que comprometem o cumprimento das normas. A ausência de incentivos adequados e a falta de políticas públicas específicas para produtores familiares agravam esse cenário, tornando urgente o desenvolvimento de soluções regionalizadas que considerem as diferentes realidades do campo brasileiro.

Em síntese, a logística reversa na agricultura representa um avanço relevante na consolidação da sustentabilidade no agronegócio brasileiro. Por meio de sistemas estruturados como o Campo Limpo e do cumprimento da legislação vigente, é possível garantir a destinação adequada dos resíduos agrícolas, reduzindo danos ambientais e promovendo uma produção mais segura e responsável. No entanto, para que essa prática alcance sua plena efetividade, é necessário investir em infraestrutura, capacitação técnica, incentivos econômicos e políticas públicas inclusivas, de forma a ampliar o alcance e a adesão de todos os segmentos produtivos do setor agrícola.

4. LOGÍSTICA REVERSA NO BRASIL

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, estabelece a responsabilidade compartilhada entre fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e o poder público. O Decreto nº 10.936/2022 regulamenta a PNRS e institui o Programa Nacional de Logística Reversa, enquanto o

Decreto nº 11.413/2023 criou os certificados de crédito ambiental, permitindo maior flexibilidade no cumprimento das obrigações legais.

Atualmente, existem 12 sistemas de logística reversa obrigatórios, abrangendo setores como agrotóxicos, baterias, eletroeletrônicos, embalagens, medicamentos, pneus e latas de alumínio. Setores como o de latas de alumínio e baterias de chumbo-ácido apresentam índices de reciclagem acima de 98%, enquanto os eletroeletrônicos registraram apenas cerca de 3% em 2022.

Empresas como Natura, O Boticário e Bridgestone são exemplos de boas práticas. Além disso, iniciativas como o aplicativo Cataki e a plataforma Circulare, da startup Circular Brain, promovem inclusão social, inovação tecnológica e rastreabilidade ambiental.

Apesar dos avanços, persistem desafios como infraestrutura desigual, baixa adesão da população e alta tributação sobre recicláveis. Dessa forma, a ampliação da logística reversa no Brasil depende de políticas públicas eficazes, investimentos em tecnologia e maior engajamento de todos os setores envolvidos.

5. LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

A logística reversa aplicada aos resíduos orgânicos compreende o conjunto de ações destinadas à coleta, transporte, tratamento e reaproveitamento da matéria orgânica descartada por diferentes setores — residências, restaurantes, agroindústrias e unidades de produção animal. Esse processo tem como objetivo transformar tais resíduos em fertilizantes orgânicos ou condicionadores de solo, por meio de tecnologias baseadas em decomposição biológica controlada, promovendo o fechamento do ciclo dos nutrientes no ambiente.

Entre os principais processos utilizados, destaca-se a compostagem aeróbica, na qual microrganismos decompõem a matéria orgânica na presença de oxigênio. Esse método exige o controle de variáveis como umidade, temperatura e aeração, sendo o revolvimento periódico das pilhas essencial para sua eficiência. O tempo necessário para a maturação do composto pode variar de um mês a um ano, dependendo das condições ambientais e da natureza dos resíduos. Outro método amplamente utilizado é a biodigestão anaeróbica, em que a decomposição ocorre na ausência de oxigênio, resultando na geração de biogás — um combustível renovável — e de um biofertilizante líquido. Complementarmente, a

vermicompostagem, que utiliza minhocas para acelerar a decomposição, produz um fertilizante rico em nutrientes e de elevada qualidade agrônômica.

A logística reversa dos resíduos orgânicos segue um fluxo estruturado: inicia-se com a coleta seletiva, que pode ser domiciliar, institucional ou empresarial, e em alguns modelos é realizada em horários pré-estabelecidos com uso de sacos compostáveis. Em seguida, os resíduos são encaminhados para unidades de tratamento (como centrais de compostagem ou biodigestores), onde são processados e transformados em fertilizantes orgânicos sólidos ou líquidos. Esse produto retorna ao setor agrícola, contribuindo para a reposição de nutrientes no solo e reduzindo a necessidade de fertilizantes minerais — cuja produção demanda recursos não renováveis e, em muitos países, depende da importação de matérias-primas.

Os benefícios desse modelo são amplos. Ambientalmente, reduz a quantidade de resíduos enviados a aterros sanitários, contribuindo para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa, em especial o metano (CH_4), gerado na decomposição anaeróbica em ambientes não controlados. Agricultores se beneficiam com a melhoria da fertilidade do solo, da capacidade de retenção de água e da biodiversidade microbiana. Economicamente, diminui-se a dependência de insumos externos e incentiva-se a economia circular. Também há impactos sociais positivos, com a inclusão de cooperativas, catadores e pequenos produtores em cadeias de valor sustentáveis.

Contudo, mesmo diante de seus benefícios, a destinação adequada de resíduos orgânicos ainda é limitada em grande parte dos países. Estima-se que menos de 2% dos resíduos sólidos urbanos orgânicos sejam direcionados para compostagem ou biodigestão em algumas nações em desenvolvimento, resultado de deficiências na coleta seletiva, falta de infraestrutura, baixa articulação entre setores público e privado e ausência de incentivos econômicos. O fortalecimento da logística reversa dos resíduos orgânicos exige políticas públicas integradas, apoio técnico aos municípios e campanhas de conscientização junto à população urbana e rural.

5.1. PROCESSO DE COLETA E TRATAMENTO

O gerenciamento eficiente dos resíduos orgânicos tem início no processo de coleta, etapa fundamental para garantir a qualidade e viabilidade do reaproveitamento desse material.

A coleta deve ser planejada de modo a evitar a contaminação com resíduos inorgânicos e pode ocorrer em diferentes formatos, como coleta seletiva porta a porta, entrega voluntária em pontos de recebimento, ou via parcerias com cooperativas e empresas especializadas. A utilização de sacos compostáveis, bem como a definição de dias e horários fixos, são estratégias adotadas por diversas cidades para facilitar o recolhimento e manter a integridade dos resíduos até sua destinação.

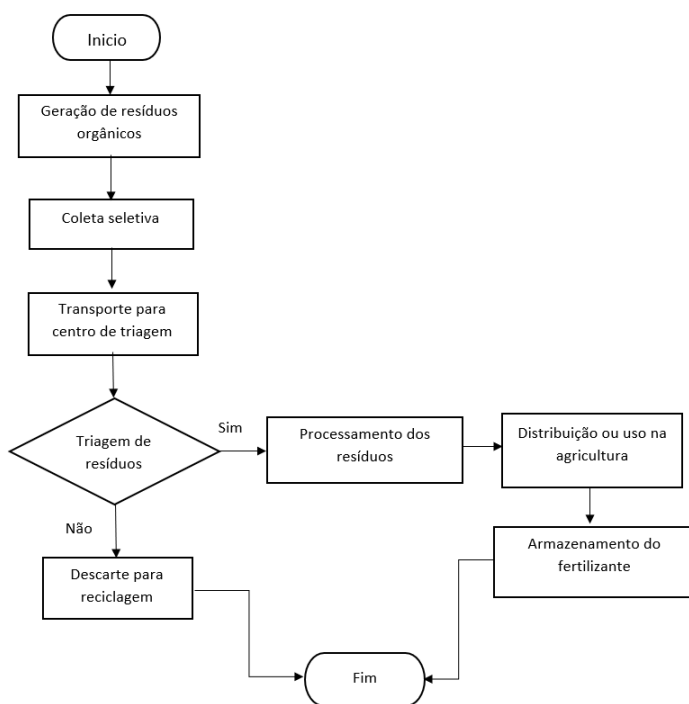
As principais fontes de resíduos orgânicos incluem domicílios, estabelecimentos comerciais e de alimentação, feiras livres, agroindústrias e propriedades rurais. Para garantir a eficácia do processo, é essencial promover a segregação na origem, aliada à educação ambiental da população. Uma coleta bem estruturada reduz custos e aumenta o aproveitamento do material, viabilizando sua transformação em insumos agrícolas por meio de diferentes tecnologias de tratamento.

O tratamento dos resíduos orgânicos pode ocorrer de três formas principais: compostagem, biodigestão e vermicompostagem. A compostagem é um processo aeróbico que utiliza microrganismos para decompor a matéria orgânica na presença de oxigênio. Esse método resulta em um composto bioestabilizado, rico em nutrientes, que pode ser utilizado como fertilizante e condicionador de solo. O processo exige controle rigoroso da temperatura, umidade e aeração, com o revolvimento periódico das pilhas para garantir eficiência. Já a biodigestão é um processo anaeróbico, realizado em biodigestores fechados e sem presença de oxigênio, que gera como subprodutos o biogás, utilizado como fonte energética renovável, e um biofertilizante líquido, aplicável em culturas agrícolas. A vermicompostagem, por sua vez, utiliza minhocas para acelerar a decomposição dos resíduos, produzindo húmus de alta qualidade agrônômica, sendo uma alternativa comum em pequenos sistemas e na agricultura familiar.

A eficiência desses tratamentos depende de variáveis como o tipo e a quantidade de resíduos, as condições climáticas e a infraestrutura disponível. Quando bem executados, esses processos não apenas reduzem o volume de resíduos enviados a aterros e lixões, como também promovem benefícios ambientais e econômicos significativos. Além de contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa, em especial o metano, também promovem a reciclagem de nutrientes, a melhoria da fertilidade do solo e a substituição parcial de fertilizantes minerais, cuja produção é intensiva em recursos naturais e energia.

Portanto, a coleta e o tratamento adequados dos resíduos orgânicos configuram etapas fundamentais da logística reversa e da economia circular, sendo indispensáveis para a promoção de sistemas agrícolas mais sustentáveis e resilientes.

Fluxograma Do Processo De Produção de Fertilizantes Orgânicos:



Fonte: Próprios autores

5.2. LOGÍSTICA REVERSA DE FERTILIZANTES ORGÂNICOS

A logística reversa de fertilizantes orgânicos refere-se à organização de fluxos de resíduos orgânicos — como restos de alimentos, esterco animal, resíduos agroindustriais, poda urbana e lodo de estações de tratamento — para que retornem ao ciclo produtivo sob a forma de adubos, tais como composto orgânico, húmus de minhoca ou biofertilizante líquido.

Em vez de serem descartados como lixo, esses materiais são revalorizados, fechando o ciclo produção → consumo → resíduo → adubo → produção, em conformidade com os princípios da economia circular.

A base legal para essa prática no Brasil encontra-se na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, que determina a destinação ambientalmente adequada dos resíduos, priorizando a compostagem no caso dos resíduos

orgânicos. O Decreto nº 10.936/2022, que regulamenta a PNRS, reforça a importância de sistemas de logística reversa aplicáveis inclusive aos resíduos orgânicos, mesmo que de forma indireta. A integração entre essa política e a Política Nacional de Agricultura de Base Ecológica tem fomentado o uso de compostos e biofertilizantes como insumos agrícolas, promovendo práticas sustentáveis no meio rural.

As etapas da logística reversa de fertilizantes orgânicos envolvem a coleta seletiva dos resíduos orgânicos em feiras, mercados, restaurantes, agroindústrias e propriedades rurais; o transporte até centrais de compostagem ou biodigestores; o processamento dos resíduos por métodos como compostagem aeróbia, biodigestão anaeróbia ou vermicompostagem; a transformação em fertilizantes; e, por fim, a distribuição e retorno ao campo, onde esses adubos são utilizados por agricultores, muitas vezes em substituição a insumos químicos convencionais.

Os benefícios da logística reversa de orgânicos são múltiplos. No aspecto ambiental, há a redução do envio de resíduos orgânicos aos aterros sanitários, os quais, ao se decomporem, produzem metano — gás de alto impacto climático. No aspecto agrícola, a aplicação de compostos orgânicos melhora a estrutura e fertilidade do solo, além de aumentar a capacidade de retenção de água e nutrientes. Em termos econômicos, o reaproveitamento de resíduos reduz custos de produção e favorece cadeias produtivas locais. Socialmente, há a inclusão de catadores, cooperativas e pequenos produtores, que participam da coleta, compostagem e comercialização dos fertilizantes.

Entretanto, persistem desafios significativos, como a limitação da coleta seletiva de orgânicos, a falta de integração entre agentes públicos e privados, e a necessidade de fiscalização e certificação dos fertilizantes produzidos para garantir sua qualidade e segurança. Além disso, os custos logísticos, especialmente em áreas rurais mais afastadas, dificultam a viabilidade de alguns modelos de operação.

Algumas iniciativas práticas ilustram o potencial da logística reversa de fertilizantes orgânicos. Em grandes centros urbanos, resíduos de frutas de centrais de abastecimento são encaminhados a pátios de compostagem e transformados em adubo utilizado em hortas urbanas e na agricultura familiar. Já os dejetos de granjas e confinamentos são processados em biodigestores, gerando biogás para energia e biofertilizante líquido aplicado diretamente em lavouras, fechando o ciclo de forma eficiente e sustentável.

Assim, a logística reversa de fertilizantes orgânicos representa uma estratégia eficaz para alinhar gestão de resíduos, sustentabilidade agrícola e inclusão social, ainda que dependa

de políticas públicas estruturadas, incentivos econômicos e educação ambiental contínua para atingir todo o seu potencial no contexto brasileiro.

6. FERTILIZANTES ORGÂNICOS

Os fertilizantes orgânicos são insumos agrícolas obtidos a partir de resíduos de origem vegetal, animal ou agroindustrial, e têm como principal função fornecer nutrientes ao solo e às plantas de forma natural e sustentável. Ao contrário dos fertilizantes químicos, que são produzidos industrialmente e podem causar impactos negativos ao meio ambiente a longo prazo, os fertilizantes orgânicos atuam de maneira integrada à natureza, promovendo a recuperação da fertilidade do solo, o aumento da biodiversidade microbiana e a retenção de matéria orgânica.

De acordo com a Embrapa (2020), a aplicação de fertilizantes orgânicos melhora a estrutura física do solo, favorece a infiltração de água e reduz os riscos de erosão e compactação.

Além disso, seu uso está diretamente ligado à agricultura sustentável, pois aproveita resíduos que, de outra forma, poderiam ser descartados de maneira inadequada, como esterco animal, restos de culturas, lodo de esgoto tratado e resíduos de alimentos. Esses materiais, quando processados corretamente, transformam-se em compostos ricos em macro e micronutrientes, contribuindo para o manejo adequado das propriedades rurais.

A utilização de fertilizantes orgânicos também se alinha às práticas de economia circular e logística reversa, especialmente quando associada ao reaproveitamento de resíduos provenientes da própria produção agrícola. Empresas e cooperativas agrícolas têm investido em tecnologias para transformar resíduos internos em fertilizantes orgânicos, reduzindo custos com insumos e diminuindo o impacto ambiental das operações. Esse ciclo fechado de produção e reaproveitamento representa um avanço significativo em direção à autossuficiência e à sustentabilidade no campo.

Segundo Costa et al. (2021), o crescimento do mercado de fertilizantes orgânicos no Brasil está relacionado não apenas à preocupação ambiental, mas também à demanda por produtos agrícolas mais saudáveis e livres de resíduos químicos, tanto no mercado interno quanto nas exportações. Além disso, políticas públicas de incentivo à produção orgânica e

agroecológica têm impulsionado a adoção desse tipo de fertilizante, principalmente entre pequenos e médios produtores.

No entanto, a adoção de fertilizantes orgânicos ainda enfrenta desafios, como a padronização da qualidade, o acesso a tecnologias de compostagem e biodigestão, e a disponibilidade em larga escala. A falta de regulamentação mais clara também dificulta a certificação de alguns produtos, o que pode limitar sua aceitação comercial em determinados mercados.

Mesmo assim, os fertilizantes orgânicos representam uma ferramenta estratégica para a promoção de uma agricultura mais resiliente, sustentável e ambientalmente responsável. Sua integração com práticas de logística reversa e reaproveitamento de resíduos reforça a importância de soluções circulares no agronegócio contemporâneo, contribuindo não apenas para a produtividade agrícola, mas também para a conservação dos recursos naturais e o desenvolvimento rural sustentável.

7. TIPOS DE FERTILIZANTES ORGÂNICOS

Os fertilizantes orgânicos são insumos agrícolas provenientes de materiais de origem vegetal, animal ou agroindustrial. Sua principal função é fornecer nutrientes ao solo e às plantas de maneira sustentável, além de contribuir para a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (EMBRAPA, 2020).

A classificação dos fertilizantes orgânicos pode variar de acordo com sua origem e forma de processamento. A seguir, são apresentados os principais tipos utilizados na agricultura brasileira:

a) Composto orgânico

O composto orgânico é obtido por meio da compostagem, um processo biológico de decomposição controlada de resíduos orgânicos, como restos de culturas, folhas, resíduos alimentares e esterco animal. O material final é estável, livre de patógenos e rico em matéria orgânica, favorecendo a estrutura do solo e a retenção de água (EMBRAPA, 2020).

b) Esterco animal

O esterco proveniente de animais como bovinos, suínos e aves é amplamente utilizado como fertilizante natural. Quando devidamente curtido, esse material fornece nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio, além de aumentar o teor de matéria orgânica no solo. A

aplicação adequada contribui para a melhoria da fertilidade e da atividade microbiana (SANTOS et al., 2019).

c) Húmus de minhoca

O húmus de minhoca, ou vermicomposto, é resultado da decomposição de resíduos orgânicos realizada por minhocas, especialmente da espécie *Eisenia foetida*. Esse fertilizante apresenta alta qualidade nutricional e biológica, sendo amplamente utilizado na agricultura orgânica e agroecológica (COSTA et al., 2021).

d) Biofertilizantes líquidos

Os biofertilizantes líquidos são produzidos por fermentação anaeróbica ou aeróbica de resíduos orgânicos em biodigestores. Esses insumos contêm nutrientes solúveis e microrganismos benéficos que estimulam o crescimento vegetal, podendo ser aplicados diretamente no solo ou via foliar (MAPA, 2022).

e) Farinha de ossos e resíduos animais processados

A farinha de ossos é rica em fósforo e cálcio, sendo indicada para culturas com alta exigência desses nutrientes. Outros resíduos, como sangue seco e penas hidrolisadas, também podem ser processados e utilizados como fertilizantes, desde que sigam normas sanitárias adequadas. Esses insumos contribuem para a economia circular ao reutilizar subprodutos da indústria animal (EMBRAPA, 2020).

A escolha do tipo de fertilizante orgânico a ser utilizado deve considerar fatores como disponibilidade regional, exigência da cultura, condição do solo e sistema de produção. Sua aplicação adequada favorece práticas agrícolas sustentáveis e reduz a dependência de fertilizantes químicos.

8. BENEFÍCIOS AGRONÔMICOS E AMBIENTAIS

O uso de fertilizantes orgânicos proporciona uma série de benefícios tanto do ponto de vista agrônomo quanto ambiental, consolidando-se como uma alternativa sustentável ao uso intensivo de fertilizantes minerais sintéticos. Esses benefícios envolvem a melhoria da qualidade do solo, o aumento da eficiência produtiva e a redução dos impactos ambientais negativos associados à agricultura convencional.

a) Benefícios agronômicos

Agronomicamente, os fertilizantes orgânicos contribuem para o aumento da fertilidade do solo ao fornecer macro e micronutrientes de forma gradual, o que favorece a absorção pelas plantas ao longo do ciclo produtivo. Além disso, esses insumos melhoram a estrutura física do solo, promovendo maior aeração, infiltração de água e retenção de umidade, o que é essencial para o desenvolvimento radicular saudável e a resiliência das culturas em períodos de estiagem.

Outro aspecto relevante é o estímulo à atividade microbiana no solo. Os fertilizantes orgânicos servem como fonte de alimento para microrganismos benéficos, que desempenham papéis fundamentais na ciclagem de nutrientes, na decomposição da matéria orgânica e na supressão de patógenos. Essa interação biológica promove maior equilíbrio no ecossistema do solo e contribui para a estabilidade da produção agrícola ao longo do tempo.

b) Benefícios ambientais

Do ponto de vista ambiental, os fertilizantes orgânicos se destacam por promoverem o reaproveitamento de resíduos agrícolas, urbanos e agroindustriais, contribuindo com a redução da poluição e com a gestão mais eficiente dos resíduos orgânicos. Em vez de serem descartados de forma inadequada, materiais como restos de culturas, esterco, resíduos de abatedouros e restos alimentares podem ser transformados em insumos úteis para a produção agrícola, dentro do conceito de economia circular.

A substituição parcial ou total de fertilizantes químicos por alternativas orgânicas também reduz os riscos de contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas, especialmente por nitratos e fosfatos. Além disso, a menor emissão de gases de efeito estufa durante a produção e aplicação dos fertilizantes orgânicos contribui para a mitigação das mudanças climáticas.

Em sistemas agroecológicos e de agricultura orgânica, os fertilizantes orgânicos são componentes essenciais, pois garantem a nutrição das plantas sem a utilização de produtos químicos sintéticos, respeitando os princípios da produção sustentável e da conservação dos recursos naturais.

9. COMPARAÇÃO COM FERTILIZANTES QUÍMICOS

A escolha entre fertilizantes orgânicos e fertilizantes químicos envolve diversos fatores, como a necessidade nutricional da cultura, o tipo de solo, a escala de produção, o custo e os impactos ambientais. Embora ambos tenham a função de fornecer nutrientes às plantas, suas características, formas de aplicação e efeitos no solo e no ambiente diferem significativamente.

a) Composição e liberação de nutrientes

Os fertilizantes químicos, também chamados de minerais ou sintéticos, são produzidos industrialmente e apresentam elevada concentração de nutrientes, como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). Esses nutrientes são de rápida disponibilidade para as plantas, o que permite respostas agronômicas imediatas (EMBRAPA, 2020). No entanto, essa liberação rápida pode aumentar as perdas por lixiviação e volatilização, além de causar desequilíbrios nutricionais e contaminação ambiental, especialmente em solos mal manejados.

Por outro lado, os fertilizantes orgânicos apresentam nutrientes em menor concentração, mas de forma gradual e natural. A liberação lenta ocorre à medida que a matéria orgânica se decompõe, o que reduz perdas e melhora a eficiência no uso dos nutrientes (COSTA et al., 2021). Além disso, os orgânicos fornecem outros benefícios, como estímulo à atividade microbiana e melhora da estrutura física do solo.

b) Impactos ambientais

Do ponto de vista ambiental, os fertilizantes químicos estão associados à degradação do solo, à poluição de corpos hídricos e à emissão de gases de efeito estufa durante sua produção e aplicação (MAPA, 2022). O uso excessivo pode levar à salinização do solo, acidificação e perda de biodiversidade do ecossistema edáfico.

Em contraste, os fertilizantes orgânicos contribuem para a sustentabilidade agrícola, uma vez que reaproveitam resíduos e promovem a ciclagem de nutrientes, inserindo-se nos princípios da economia circular e da agricultura regenerativa (SANTOS et al., 2019). Além disso, eles favorecem a preservação da fertilidade do solo a longo prazo e apresentam menor risco de contaminação ambiental.

c) Eficiência agronômica e custo

Embora os fertilizantes químicos apresentem maior eficiência imediata, sua dependência externa e os altos custos de produção e importação tornam-se fatores limitantes, especialmente para pequenos produtores. Os fertilizantes orgânicos, por sua vez, podem ser produzidos localmente com baixo custo, o que favorece a agricultura familiar e os sistemas agroecológicos (COSTA et al., 2021).

No entanto, para atender demandas de alta produtividade em larga escala, muitas vezes é necessária a combinação racional de ambos os tipos de fertilizantes, prática conhecida como adubação integrada. Essa abordagem busca aliar o efeito rápido dos fertilizantes químicos à sustentabilidade e melhoria do solo promovidas pelos orgânicos.

Tabela de comparação: Fertilizantes Orgânicos x Químicos.

Critério	Fertilizantes Orgânicos	Fertilizantes Químicos
Origem	Natural (animal, vegetal, agroindustrial)	Industrial (sintética)
Concentração de nutrientes	Baixa e moderada	Alta
Liberação de nutrientes	Lenta e gradual	Rápida e imediata
Custos	Baixo a médio (pode ser produzido na propriedade)	Alto (dependente de mercado externo)
Efeitos no solo	Melhora estrutura e atividade biológica	Pode causar degradação e acidificação
Sustentabilidade ambiental	Alta (reaproveitamento de resíduos)	Baixa (impactos ambientais significativos)
Riscos ambientais	Baixos	Altos (lixiviação, contaminação hídrica e do solo)
Aplicação ideal	Agricultura orgânica, familiar, agroecológica	Agricultura convencional, intensiva e mecanizada

Fonte: adaptado de EMBRAPA (2020), COSTA et al. (2021) e Mapa (2022).

10. REGIÃO DE MOGI MIRIM

A região de Mogi Mirim, localizada no interior do estado de São Paulo, destaca-se pela presença de um polo produtivo voltado à fabricação e comercialização de fertilizantes orgânicos e organo-minerais, em consonância com a crescente demanda por práticas agrícolas sustentáveis. Empresas como Fertilsolo, Visafértil, Vida Verde e Genfértil atuam de forma significativa no setor, fornecendo alternativas eficientes ao uso de fertilizantes químicos convencionais. Essas organizações trabalham com compostos orgânicos obtidos a partir de resíduos agroindustriais, restos vegetais e esterco, muitas vezes enriquecidos com minerais para atender a diferentes exigências nutricionais dos cultivos.

A diversidade de produtos disponíveis na região abrange desde fertilizantes destinados à agricultura familiar e hortas urbanas, até soluções voltadas ao agronegócio em larga escala.

A cadeia local também conta com agropecuárias e distribuidores regionais, que oferecem insumos orgânicos complementares e realizam entregas sob demanda, contribuindo para a capilaridade da oferta e o acesso facilitado por parte dos produtores rurais.

A compostagem, tanto em nível industrial quanto doméstico, é uma prática amplamente incentivada e aplicada na região, sendo responsável pela produção de húmus e composto orgânico utilizados na adubação de diversas culturas. Essa abordagem não apenas melhora a fertilidade e a estrutura do solo, como também colabora para a reciclagem de resíduos orgânicos, alinhando-se aos princípios da economia circular e da gestão ambiental eficiente.

No conjunto, o cenário agrícola de Mogi Mirim demonstra um ambiente altamente favorável à adoção de tecnologias sustentáveis na fertilização do solo, com boa disponibilidade de insumos orgânicos, suporte técnico qualificado e iniciativas que promovem a integração entre produção, meio ambiente e inovação agronômica.

11. PERFIL AGRÍCOLA DA REGIÃO

A região de Mogi Mirim, no interior do estado de São Paulo, apresenta um perfil agrícola diversificado e economicamente relevante, com forte presença de culturas temporárias e permanentes. Os principais cultivos incluem cana-de-açúcar, milho, soja, hortaliças e frutas variadas, destacando-se ainda a produção de café, embora em menor escala. A existência de propriedades rurais de médio e grande porte favorece a mecanização das atividades agrícolas e a adoção de tecnologias modernas no campo, impulsionando a produtividade e a eficiência das lavouras.

Além das lavouras, a pecuária também desempenha papel importante na economia local, com destaque para a pecuária leiteira e de corte. A integração entre agricultura e pecuária favorece o aproveitamento de resíduos orgânicos e o uso eficiente do solo, contribuindo para sistemas produtivos mais equilibrados.

Outro aspecto relevante da região é a proximidade com grandes centros urbanos, como Campinas e São Paulo, aliada a uma boa infraestrutura logística — incluindo rodovias de acesso, transporte de cargas e presença de polos industriais — que facilita o escoamento da produção e o abastecimento de mercados regionais e interestaduais.

Nos últimos anos, observa-se um crescimento no interesse por práticas agrícolas sustentáveis, refletido no aumento do uso de fertilizantes orgânicos, manejo ambiental adequado, compostagem e técnicas de conservação do solo. Essa tendência indica não apenas uma resposta à demanda de consumidores por alimentos mais sustentáveis, mas também uma adaptação dos produtores às exigências ambientais e de mercado, com foco na sustentabilidade da produção agrícola e na valorização dos recursos naturais.

12. DESAFIOS E OPORTUNIDADES

O uso de fertilizantes orgânicos na região de Mogi Mirim, interior de São Paulo, apresenta um conjunto relevante de desafios e oportunidades, que influenciam diretamente sua adoção em escala local. Entre os principais desafios, destaca-se a menor disponibilidade desses insumos em relação aos fertilizantes químicos convencionais, o que pode limitar o acesso, especialmente em propriedades de menor porte. Além disso, o custo logístico para transporte e distribuição, aliado à necessidade de conhecimento técnico mais aprofundado para sua correta aplicação, representa uma barreira para muitos produtores que ainda não estão familiarizados com as particularidades desse tipo de adubação.

Por outro lado, as oportunidades associadas ao uso de fertilizantes orgânicos são amplas e promissoras. Dentre elas, destaca-se a melhoria da qualidade do solo, com aumento da matéria orgânica, estímulo à microbiota benéfica e maior retenção de água. Esses insumos também contribuem para a redução dos impactos ambientais negativos causados pelo uso intensivo de fertilizantes sintéticos, além de permitir o reaproveitamento de resíduos orgânicos provenientes da agroindústria, da pecuária e da compostagem urbana. Outro fator positivo é o crescimento da demanda por alimentos sustentáveis e com menor pegada ambiental, o que favorece a valorização de produtos cultivados com insumos naturais.

Considerando a presença de empresas especializadas na produção de fertilizantes orgânicos e o interesse crescente por práticas agrícolas mais ecológicas na região, Mogi Mirim apresenta um cenário favorável para a expansão do uso desses insumos. No entanto, essa expansão depende do fortalecimento de iniciativas de capacitação técnica, da ampliação da infraestrutura de produção e distribuição, e da implementação de políticas públicas de incentivo, capazes de integrar sustentabilidade, produtividade e desenvolvimento regional.

13. EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES

Na região de Mogi Mirim/SP, os fertilizantes orgânicos são aplicados principalmente em culturas como hortaliças, cana-de-açúcar, frutas e pastagens, refletindo a diversidade agrícola local e o avanço gradual de práticas sustentáveis no campo. Os produtores utilizam compostos orgânicos e adubos organo-minerais com o objetivo de melhorar a fertilidade do solo, aumentar a capacidade de retenção de água e estimular a atividade biológica, contribuindo para o equilíbrio ecológico dos sistemas produtivos.

Na horticultura, o uso de fertilizantes orgânicos é especialmente comum em cultivos como alface, couve e tomate, notadamente entre agricultores familiares e produtores que abastecem feiras livres e mercados locais, onde há maior valorização por alimentos livres de insumos químicos. Nesses casos, a compostagem e a aplicação direta de adubos orgânicos proporcionam não apenas benefícios agrônômicos, mas também diferenciação comercial dos produtos.

Já em lavouras de maior escala, como a cana-de-açúcar, os fertilizantes orgânicos são frequentemente integrados a sistemas mais complexos, envolvendo rotação de culturas, adubação verde e manejo conservacionista do solo. Essa abordagem tem como foco a sustentabilidade da produção a longo prazo, reduzindo a dependência de fertilizantes sintéticos, promovendo a saúde do solo e mantendo altos níveis de produtividade.

Esse cenário demonstra que o uso de fertilizantes orgânicos na região não se limita à pequena escala, mas está sendo gradualmente incorporado em modelos agrícolas diversos, com potencial para consolidar Mogi Mirim como um polo de referência em agricultura sustentável e de base biológica.

14. IMPACTOS AMBIENTAIS E ECONÔMICOS

A produção de fertilizantes orgânicos, embora traga benefícios ambientais e agrônômicos, pode também ocasionar impactos negativos que devem ser considerados para garantir a sustentabilidade do processo. Na região de Mogi Mirim, a fabricação desses insumos envolve o manejo de resíduos orgânicos industriais e animais, que, se não tratados

adequadamente, podem gerar poluição do solo, do ar e da água, além de provocar odores desagradáveis, impactando a qualidade de vida das comunidades vizinhas.

Entre os impactos ambientais mais comuns estão a emissão de gases como amônia, sulfeto de hidrogênio, dióxido de carbono e óxidos de nitrogênio, que contribuem para a poluição atmosférica e o efeito estufa. A decomposição inadequada da matéria orgânica pode liberar substâncias tóxicas que contaminam o solo, comprometendo sua fertilidade e saúde das plantas, bem como o lençol freático e corpos d'água, por meio do escoamento de nitrogênio e outros compostos químicos. O controle rigoroso desses processos e a adoção de tecnologias limpas são essenciais para minimizar esses impactos.

Do ponto de vista econômico, a produção de fertilizantes orgânicos representa uma oportunidade significativa, especialmente para regiões com grande disponibilidade de resíduos agroindustriais. O reaproveitamento desses materiais reduz a dependência de insumos químicos importados, diminuindo os custos para agricultores e promovendo a geração de emprego local, especialmente em cooperativas e indústrias de compostagem. Além disso, a demanda crescente por produtos agrícolas sustentáveis cria um mercado favorável para fertilizantes orgânicos, incentivando o desenvolvimento de novas tecnologias e práticas inovadoras.

No entanto, desafios econômicos permanecem, como o custo logístico elevado para coleta e transporte dos resíduos, especialmente em propriedades menores e mais distantes, e a necessidade de investimentos em infraestrutura e capacitação técnica. A gestão eficiente desses aspectos é crucial para viabilizar a expansão sustentável do setor, equilibrando os ganhos econômicos com a preservação ambiental.

15. SUSTENTABILIDADE E ECONOMIA CIRCULAR

A produção de fertilizantes orgânicos está diretamente alinhada aos princípios da sustentabilidade e da economia circular, uma vez que promove o reaproveitamento de resíduos orgânicos que, de outra forma, seriam descartados em aterros ou fontes poluidoras. Essa prática contribui para a redução do impacto ambiental das atividades agrícolas e industriais, ao fechar o ciclo de nutrientes e minimizar a geração de resíduos.

A economia circular propõe um modelo produtivo que prioriza a reutilização, reciclagem e valorização dos materiais ao longo de todo o seu ciclo de vida, evitando a

extração contínua de recursos naturais e reduzindo a quantidade de resíduos enviados ao meio ambiente. No contexto dos fertilizantes orgânicos, isso significa transformar resíduos orgânicos provenientes de alimentos, esterco animal e resíduos agroindustriais em insumos agrícolas valiosos, como compostos e biofertilizantes, promovendo o retorno dos nutrientes ao solo.

Além dos benefícios ambientais, esse modelo fomenta o desenvolvimento socioeconômico, ao gerar empregos em setores como coleta seletiva, compostagem e distribuição, além de reduzir custos para os agricultores por meio do uso de insumos produzidos localmente. A sustentabilidade econômica, portanto, está associada à viabilidade da produção, comercialização e uso dos fertilizantes orgânicos, que podem contribuir para sistemas agrícolas mais resilientes e eficientes.

No entanto, para que esses benefícios sejam plenamente alcançados, é necessário investir em tecnologias que aumentem a eficiência dos processos de reciclagem, capacitação técnica para os produtores e políticas públicas que incentivem a adoção da economia circular na agricultura. Dessa forma, a produção de fertilizantes orgânicos pode se consolidar como uma prática sustentável, alinhada aos desafios ambientais e às demandas por uma agricultura mais consciente e responsável.

16. REDUÇÃO DE RESÍDUOS E REAPROVEITAMENTO

A produção de fertilizantes orgânicos desempenha um papel crucial na redução de resíduos sólidos, especialmente os de origem orgânica, que representam uma parcela significativa do lixo gerado por atividades urbanas e rurais. Ao direcionar restos de alimentos, esterco animal, resíduos agroindustriais e poda para processos de compostagem, biodigestão ou vermicompostagem, esses materiais deixam de ser descartados inadequadamente, contribuindo para a diminuição da poluição ambiental.

O reaproveitamento desses resíduos transforma o que seria considerado lixo em insumos agrícolas valiosos, como húmus e biofertilizantes, que enriquecem o solo com matéria orgânica e nutrientes essenciais. Esse ciclo promove a sustentabilidade ao fechar o ciclo produtivo, reduzindo a extração de fertilizantes químicos derivados de recursos não renováveis, além de mitigar os impactos negativos associados à disposição final de resíduos em aterros e lixões.

Além disso, o reaproveitamento de resíduos orgânicos contribui para a economia local, gerando emprego e renda em cadeias produtivas ligadas à coleta, tratamento e distribuição desses fertilizantes. A prática também fortalece a agricultura familiar e sistemas produtivos mais sustentáveis, com maior valorização dos recursos naturais disponíveis.

Para maximizar esses benefícios, é fundamental implementar sistemas eficientes de coleta seletiva, capacitação técnica para o manejo adequado dos resíduos e políticas públicas que incentivem a reciclagem e o uso de fertilizantes orgânicos. Dessa forma, a redução de resíduos e seu reaproveitamento se consolidam como estratégias essenciais para uma agricultura sustentável e para a gestão responsável dos recursos naturais.

17. CUSTOS DOS FERTILIZANTES ORGÂNICOS

Os fertilizantes orgânicos apresentam uma estrutura de custos diferente dos fertilizantes químicos, principalmente devido à sua origem natural e ao tipo de processamento envolvido. Em geral, seus custos de produção tendem a ser menores, já que muitos dos materiais utilizados são resíduos agroindustriais, esterco animal, restos vegetais ou compostos orgânicos obtidos em processos de compostagem. Esses insumos costumam ter baixo valor comercial ou são disponibilizados a baixo custo, o que reduz significativamente o investimento inicial para sua produção.

Apesar disso, o processo de transformação da matéria orgânica pode demandar mão de obra intensiva, espaço físico adequado, tempo prolongado para estabilização do material e monitoramento constante das condições de decomposição, como temperatura, umidade e aeração. Esses fatores podem aumentar os custos operacionais, especialmente em produções de maior escala. Além disso, a logística de coleta e transporte dos resíduos orgânicos pode representar um gasto relevante dependendo da distância e da quantidade de material necessário.

Mesmo com esses desafios, os fertilizantes orgânicos são considerados economicamente viáveis, especialmente para propriedades que já produzem seus próprios resíduos, reduzindo os custos de aquisição externa. A longo prazo, eles proporcionam benefícios econômicos adicionais, como melhoria da estrutura do solo, aumento da fertilidade natural e redução da necessidade de adubação química contínua. Dessa forma, o custo dos

fertilizantes orgânicos deve ser analisado não apenas pelo valor monetário imediato, mas também pelos impactos positivos na sustentabilidade e na produtividade do sistema agrícola.

18. VISITA TÉCNICA

Empresa visitada: ProVaso – Grupo ProVaso

Data: 19 de maio de 2025 (segunda-feira)

Local: Mogi Mirim – SP

No dia 19 de maio de 2025, foi realizada uma visita técnica à empresa ProVaso, localizada na cidade de Mogi Mirim/SP, com a participação do grupo responsável pelo Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). A atividade teve como objetivo aprofundar o entendimento prático sobre os processos produtivos e logísticos relacionados à fabricação de fertilizantes orgânicos e substratos agrícolas, promovendo a integração entre teoria e prática profissional.

A equipe foi recebida pelo Diretor de Logística Ambiental, Sr. Sebastião, profissional com mais de duas décadas de experiência na empresa. Em reunião realizada na sede administrativa, foi apresentada uma visão abrangente da cadeia logística da ProVaso, desde a recepção dos resíduos orgânicos — como restos de alimentos, resíduos vegetais e esterco — até as fases de compostagem, maturação, embalagem e distribuição do produto final. O Diretor destacou, ainda, o uso de tecnologias modernas no processo, com ênfase para um sistema de monitoramento satelital, utilizado para controle e mitigação de odores gerados durante a compostagem, promovendo maior eficiência e conformidade ambiental.

Após a apresentação, o grupo foi conduzido à área industrial da empresa, onde pôde observar in loco as etapas de transformação dos resíduos em fertilizante orgânico. O Diretor explicou, setor por setor, os procedimentos técnicos aplicados, proporcionando uma experiência concreta e esclarecedora sobre os desafios e soluções da logística reversa aplicada à agricultura.

A ProVaso, com mais de 50 anos de atuação no setor agrícola, consolidou-se como uma das principais referências nacionais na produção de compostos orgânicos e fertilizantes especiais. Integrante do Grupo ProVaso, a empresa também é responsável pelas marcas Genfertil, Vida Verde e Proverde, que desenvolvem soluções sustentáveis voltadas à

recuperação do solo, incremento da produtividade agrícola e promoção de práticas agrícolas alinhadas aos princípios da economia circular.

A visita permitiu compreender com profundidade as etapas industriais e ambientais envolvidas na compostagem em escala comercial, além de evidenciar o papel estratégico da logística ambiental no setor agrícola contemporâneo. Essa vivência prática fortaleceu os conhecimentos adquiridos em sala de aula, ampliando a visão crítica sobre as potencialidades da gestão de resíduos orgânicos e sua valorização na forma de insumos agrícolas de alto valor agregado.

19. PROJETO DE PESQUISA

Nas últimas décadas, o uso intensivo de fertilizantes químicos tem provocado sérios impactos ambientais, como a contaminação do solo e da água, além da redução da biodiversidade. Esse cenário tem impulsionado o interesse por alternativas mais sustentáveis, entre elas o uso de fertilizantes orgânicos. Provenientes de resíduos animais, vegetais ou da compostagem de materiais orgânicos, esses fertilizantes vêm sendo cada vez mais utilizados como forma de melhorar a fertilidade do solo de maneira mais ecológica. Com isso, torna-se necessário compreender os efeitos reais dessa prática agrícola, seus benefícios e desafios, sobretudo no contexto brasileiro, onde o uso de insumos químicos ainda predomina em grande parte das propriedades rurais.

Neste projeto de pesquisa, a questão central a ser investigada é: quais são os impactos do uso de fertilizantes orgânicos na agricultura em comparação aos fertilizantes químicos, considerando aspectos ambientais, produtivos e econômicos? A partir dessa pergunta, o objetivo geral é analisar os efeitos do uso de fertilizantes orgânicos na agricultura, com foco na sustentabilidade ambiental e na eficiência produtiva. Como objetivos específicos, pretende-se investigar os principais tipos de fertilizantes orgânicos utilizados na agricultura brasileira, comparar os impactos ambientais entre fertilizantes orgânicos e químicos, avaliar a produtividade de cultivos que utilizam fertilizantes orgânicos e identificar os principais desafios para a adoção dessa prática.

O tema justifica-se pela sua relevância ambiental, social e econômica. Em um cenário onde cresce a preocupação com os impactos da atividade agrícola sobre os ecossistemas, discutir alternativas sustentáveis como os fertilizantes orgânicos torna-se urgente. Além disso,

o tema tem importância prática, pois pode oferecer soluções viáveis para pequenos e médios produtores que buscam reduzir custos e melhorar a qualidade do solo a longo prazo. A compreensão aprofundada sobre o assunto pode ainda contribuir com políticas públicas, ações educativas e estratégias para a promoção da agricultura sustentável.

A pesquisa será fundamentada em diversos estudos e autores que abordam os benefícios do uso de fertilizantes orgânicos. Medeiros (2019) destaca que esses fertilizantes ajudam na manutenção da estrutura e da vida microbiana do solo, além de fornecerem nutrientes de forma gradual. Lopes (2020) aponta que a utilização de compostos orgânicos contribui para o equilíbrio ecológico e melhora a capacidade de retenção de água no solo. Por outro lado, Silva e Costa (2021) comparam os impactos ambientais dos fertilizantes orgânicos e químicos, mostrando vantagens significativas no uso dos primeiros. Oliveira (2022) acrescenta que o uso de fertilizantes orgânicos está alinhado com os princípios da agroecologia e da agricultura regenerativa, práticas que têm ganhado destaque em tempos de crise climática. Entretanto, Barreto (2018) chama atenção para os obstáculos que dificultam a adoção dessa prática em maior escala, como a baixa oferta de produtos orgânicos no mercado, a desinformação e a resistência por parte de alguns produtores.

A metodologia adotada nesta pesquisa será de natureza qualitativa e quantitativa. A primeira etapa será uma revisão bibliográfica com base em livros, artigos acadêmicos, relatórios técnicos e outros materiais relevantes sobre o tema. Em seguida, serão realizados estudos de caso com produtores que já utilizam fertilizantes orgânicos em suas lavouras, por meio de entrevistas semiestruturadas, buscando compreender suas motivações, experiências e resultados. Além disso, serão coletados dados secundários de instituições como EMBRAPA, IBGE e universidades para analisar indicadores de produtividade e impacto ambiental. Os dados qualitativos serão analisados por meio da técnica de análise de conteúdo, enquanto os dados quantitativos serão tratados com estatística descritiva.

O cronograma previsto para a realização da pesquisa é de seis meses. No primeiro mês, será feito o levantamento bibliográfico. No segundo e terceiro meses, ocorrerá a coleta de dados por meio das entrevistas e da pesquisa documental. No quarto mês, os dados serão organizados e analisados. O quinto mês será dedicado à redação do trabalho, e o sexto, à revisão final e à entrega do TCC.

As principais referências que embasam este projeto incluem os seguintes autores: Barreto (2018), que discute os desafios da produção orgânica no Brasil; Lopes (2020), que trata da sustentabilidade na agricultura; Medeiros (2019), que apresenta os fundamentos dos

fertilizantes orgânicos; Oliveira (2022), que aborda o manejo sustentável do solo; e Silva & Costa (2021), que analisam os impactos ambientais do uso de fertilizantes. Essas obras serão fundamentais para a construção do referencial teórico e para a análise crítica dos dados obtidos ao longo da pesquisa.

20. RELATÓRIO TÉCNICO

A crescente preocupação com os impactos ambientais e a necessidade de práticas agrícolas mais sustentáveis têm impulsionado estudos voltados à economia circular e ao aproveitamento de resíduos. Nesse contexto, a logística reversa surge como uma alternativa eficiente para reduzir o descarte inadequado e transformar resíduos em insumos de valor agregado. Este trabalho tem como tema central a logística reversa aplicada à utilização de fertilizantes orgânicos, buscando compreender como essa prática pode contribuir para a sustentabilidade agrícola e para o fortalecimento da produção responsável.

O objetivo geral deste estudo foi analisar a viabilidade e os benefícios da logística reversa na produção e utilização de fertilizantes orgânicos. Especificamente, a pesquisa buscou compreender o papel da logística reversa no reaproveitamento de resíduos, avaliar os impactos ambientais e econômicos do uso de fertilizantes orgânicos, identificar os desafios e limitações que dificultam a implementação desse processo no setor agrícola e, por fim, propor sugestões que possam contribuir para o aprimoramento e a expansão dessa prática sustentável.

O trabalho foi desenvolvido a partir de uma revisão bibliográfica fundamentada em livros, artigos científicos e legislações sobre sustentabilidade, logística reversa e agricultura orgânica. Além disso, foram analisados estudos de caso e iniciativas práticas de empresas e organizações que aplicam a logística reversa na produção de fertilizantes orgânicos, o que possibilitou compreender os avanços já alcançados, bem como as limitações enfrentadas.

A análise realizada demonstrou que a logística reversa aplicada à produção de fertilizantes orgânicos apresenta impactos positivos em diferentes dimensões. No aspecto ambiental, promove a redução do descarte inadequado de resíduos, contribui para a recuperação e conservação da fertilidade do solo e reduz a dependência de fertilizantes químicos, que podem ser prejudiciais ao ecossistema. No campo econômico, evidencia-se a redução de custos na produção agrícola, o aproveitamento eficiente de resíduos como matéria-prima e o fortalecimento de modelos produtivos baseados na economia circular. Por sua vez,

no âmbito social, a prática estimula a conscientização sustentável, incentiva a geração de empregos e cria oportunidades para novos nichos de mercado voltados à agricultura orgânica e à gestão ambiental.

Apesar dos avanços identificados, o estudo revelou a existência de desafios significativos, como a carência de infraestrutura adequada para o manejo e transporte dos resíduos, a falta de políticas públicas mais consistentes e a necessidade de maior engajamento por parte de produtores rurais e empresas do setor. Esses obstáculos limitam o alcance da logística reversa em larga escala, tornando essencial a adoção de medidas que viabilizem sua ampliação.

Conclui-se que a logística reversa voltada à utilização de fertilizantes orgânicos representa uma alternativa viável e estratégica para conciliar desenvolvimento agrícola e preservação ambiental. Trata-se de uma prática que reduz impactos negativos ao meio ambiente, promove ganhos econômicos significativos e estimula transformações sociais voltadas à sustentabilidade. Contudo, para que seu potencial seja plenamente alcançado, faz-se necessário o fortalecimento de políticas públicas, o investimento em tecnologias adequadas e a capacitação de produtores e gestores envolvidos no processo. Assim, a logística reversa aplicada à produção de fertilizantes orgânicos consolida-se como um caminho promissor para o futuro da agricultura sustentável.

21. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo analisar a importância da logística reversa aplicada à utilização de fertilizantes orgânicos, demonstrando como essa prática contribui para a sustentabilidade ambiental e para o desenvolvimento de uma agricultura mais responsável. Ao longo da pesquisa, foi possível observar que a logística reversa, quando bem estruturada, possibilita o aproveitamento de resíduos que seriam descartados de forma inadequada, transformando-os em insumos valiosos para o setor agrícola.

Constatou-se que os fertilizantes orgânicos obtidos por meio da logística reversa apresentam benefícios relevantes, como a melhoria da qualidade do solo, o aumento da retenção de nutrientes e a redução da dependência de fertilizantes químicos. Além disso, essa prática colabora para minimizar impactos ambientais, reduzindo a geração de resíduos e incentivando a economia circular, em que os recursos são reaproveitados de maneira eficiente.

Apesar dos resultados positivos, é importante destacar que ainda existem desafios a serem superados, como a falta de incentivos governamentais, limitações tecnológicas em alguns processos e a necessidade de maior conscientização por parte de empresas e produtores rurais. Esses fatores demonstram que há espaço para ampliar pesquisas e práticas que tornem a logística reversa cada vez mais acessível e eficiente.

Diante do exposto, conclui-se que a logística reversa na utilização de fertilizantes orgânicos representa uma estratégia viável e sustentável para o futuro da agricultura. Ao unir benefícios ambientais, sociais e econômicos, essa prática reafirma seu papel essencial no desenvolvimento sustentável, consolidando-se como um caminho necessário para a preservação dos recursos naturais e para a construção de uma sociedade mais equilibrada.

22. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, a implementação de uma logística reversa eficaz para fertilizantes orgânicos pode trazer benefícios significativos para o meio ambiente, a economia e a sociedade como um todo. Ao reaproveitar resíduos orgânicos e transformá-los em fertilizantes de alta qualidade, podemos reduzir a quantidade de resíduos que acabam em aterros sanitários, minimizar a poluição do solo e da água, e promover práticas agrícolas mais sustentáveis. Além disso, a logística reversa pode gerar oportunidades de negócios e empregos, ao mesmo tempo em que melhora a eficiência e a competitividade das empresas envolvidas. Portanto, é fundamental que as empresas e os governos invistam em infraestrutura e tecnologias para apoiar a logística reversa de fertilizantes orgânicos, visando criar um futuro mais sustentável para as gerações futuras.

Diante disso, este trabalho demonstrou a importância da logística reversa na cadeia de suprimentos de fertilizantes orgânicos, destacando os principais desafios e oportunidades para a sua implementação. Espera-se que os resultados e recomendações apresentados possam contribuir para a tomada de decisões estratégicas por parte das empresas e órgãos governamentais, visando promover a sustentabilidade e a eficiência na produção e uso de fertilizantes orgânicos.

23. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRETO, R. Desafios da produção orgânica no Brasil. São Paulo: Editora Agroecológica, 2018.

BIOO SOLUÇÕES. Logística reversa na produção agrícola sustentável. São Paulo: Bioo Soluções, 2023. Disponível em: <https://www.bioosolucoes.com.br/logistica-reversa>. Acesso em: 10 out. 2025.

BRASIL. Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022. Regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 jan. 2022.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 10 out. 2025.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Manual de compostagem e uso de composto orgânico. São Paulo: CETESB, 2021. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 10 out. 2025.

COSTA, M. B.; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, R. T. A importância dos fertilizantes orgânicos na agricultura. Ciência Rural, Santa Maria, v. 51, n. 8, p. 1-10, 2021.

DIAS, S. M. F.; GONÇALVES, D. L. Compostagem urbana e inclusão social: desafios e oportunidades. Revista Brasileira de Gestão Urbana, São Paulo, v. 13, n. 1, e022008, 2021.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Fertilizantes orgânicos: tipos e aplicações. Brasília, DF: Embrapa, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 10 out. 2025.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Resíduos orgânicos na agricultura: uso e aproveitamento. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 10 out. 2025.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. The state of food and agriculture 2021: Making agrifood systems more resilient to shocks and stresses. Rome: FAO, 2021. Disponível em: <https://www.fao.org>. Acesso em: 10 out. 2025.

GOMES, R. F. et al. Barreiras à logística reversa de embalagens agrícolas no Sul do Brasil. *Revista da UFRGS, Porto Alegre*, v. 18, n. 2, p. 203–219, 2023.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2017: resultados municipais – Mogi Mirim (SP). Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 out. 2025.

INPEV – Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias. Sistema Campo Limpo: relatório anual 2024. São Paulo: INPEV, 2024. Disponível em: <https://www.inpev.org.br>. Acesso em: 10 out. 2025.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. Brasília, DF: IPEA, 2023. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br>. Acesso em: 10 out. 2025.

LOPES, J. P. Sustentabilidade na agricultura: fundamentos e práticas. Curitiba: Editora Rural, 2020.

MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária. Manual de produção de biofertilizantes. Brasília, DF: MAPA, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura>. Acesso em: 10 out. 2025.

MEDEIROS, F. L. Fundamentos dos fertilizantes orgânicos. Belo Horizonte: AgroLivro, 2019.

OLIVEIRA, M. C. S. Estudo sobre a adesão à logística reversa em assentamentos rurais no Tocantins. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, Brasília, v. 11, n. 3, p. 112–130, 2022.

SANTOS, R. F. dos; MOREIRA, J. P.; ALMEIDA, T. G. Uso do esterco animal como fertilizante natural. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 14, n. 2, p. 45–53, 2019.

SCHEIDT, D. M. et al. Logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos no Brasil: um estudo do Sistema Campo Limpo. *Revista Ambiente & Água*, v. 11, n. 1, p. 246–258, 2016.

SOBRINHO, J. P. et al. Desafios da logística reversa de embalagens de defensivos agrícolas em Araguatins–TO. *Anais do SICOOPES, Tocantins*, 2024.

UNEP – United Nations Environment Programme. Food Waste Index Report 2021. Nairobi: UNEP, 2021. Disponível em: <https://www.unep.org>. Acesso em: 10 out. 2025.