

UNIGUAÇU – UNIÃO DE ENSINO SUPERIOR DO IGUAÇU LTDA.

FACULDADE UNIGUAÇU

ENGENHARIA AGRÔNOMICA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

WILLIAN HENRIQUE PLETSCH SEVERO

**IMPLANTAÇÃO E ACOMPANHAMENTO DE UM SISTEMA
AGROFLORESTAL NA FACULDADE UNIGUAÇU EM SÃO MIGUEL
DO IGUAÇU - PR**

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU - PR

2025

WILLIAN HENRIQUE PLETSCH SEVERO

**IMPLANTAÇÃO E ACOMPANHAMENTO DE UM SISTEMA
AGROFLORESTAL NA FACULDADE UNIGUAÇU EM SÃO MIGUEL
DO IGUAÇU - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à disciplina de Trabalho de
Conclusão de Curso II do curso Superior de
Engenharia Agrônômica da Faculdade
UNIGUAÇU, sob orientação do Prof. Dr.
Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho.

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU - PR

2025



4.0 Internacional

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

TERMO DE APROVAÇÃO

WILLIAN HENRIQUE PLETSCH SEVERO

IMPLANTAÇÃO E ACOMPANHAMENTO DE UM SISTEMA AGROFLORESTAL NA FACULDADE UNIGUAÇU EM SÃO MIGUEL DO IGUAÇU - PR

Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Agrônômica apresentado, sob a orientação do professor Dr. Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho, aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel no curso de Engenharia Agrônômica da Faculdade UNIGUAÇU, pela seguinte banca examinadora:

Professor Orientador Dr. Pablo Coutinho
Faculdade UNIGUAÇU

Professora Me. Karina Kestring
Faculdade UNIGUAÇU

Professor Me. Emerson da Rosa
Faculdade UNIGUAÇU

SÃO MIGUEL DO IGUAÇU, 31 DE OUTUBRO DE 2025.

A folha devidamente assinada está sob guarda do sistema de protocolo.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu Deus, por saber que não caminhei sozinho nem por um só segundo. A minha família, que foram minha maior base. E a mim, por ser forte e corajoso.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, pela minha vida, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste curso. Sua presença foi meu alicerce, sua força me sustentou, e sua sabedoria iluminou meu caminho quando tudo parecia difícil. Sem a fé e o amparo divino, eu não teria realizado essa conquista. A mim, pela coragem e persistência em continuar, mesmo quando as dificuldades pareciam insuperáveis. Sou grato pela força de vontade que me trouxe até aqui. Este é o resultado do meu esforço, determinação e dedicação.

A minha família, que me incentivaram nos momentos difíceis, e estiveram ao meu lado me apoiando ao longo de toda a minha trajetória. Também, por nunca terem medido esforços para me proporcionar um ensino de qualidade durante todo o meu período escolar.

A meu orientador Prof. Dr. Pablo Coutinho, pelas contribuições dadas ao longo desta jornada, colaborando para o meu aprimoramento profissional e pessoal. Onde durante essa trajetória, enfrentamos alguns momentos desafiadores, mas sua paciência e disponibilidade foram fundamentais para superarmos cada desafio. Agradeço por ter me guiado com confiança e sabedoria, nesse universo acadêmico. A todos da UNIGUAÇU, pelo fornecimento de dados e materiais fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa, o que possibilitou a realização deste trabalho.

*“Talvez não tenha conseguido fazer o
melhor, mas lutei para que o melhor fosse
feito. Não sou o que deveria ser, mas
Graças a Deus, não sou o que era antes”
(Marthin Luther King)*

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo relatar as experiências de implantação de Sistema Agroflorestal (SAF) diversificados na área experimental da Faculdade Uniguaçu, em São Miguel do Iguaçu – Paraná, com foco nos impactos ambientais, econômicos e sociais. O processo de implantação foi realizado durante o período de um ano, seguindo metodologia organizada em etapas. Após a delimitação da área, foram identificadas as espécies nativas e adaptadas à região para compor o SAF, além de analisar as interações entre as plantas. Realizou-se avaliação da qualidade do solo, os benefícios econômicos e dos efeitos na segurança alimentar e o monitoramento contínuo das variáveis ambientais e socioeconômicas. Os resultados indicaram melhorias na qualidade do solo, aumento da biodiversidade, maior diversidade produtiva e geração de renda. Conclui-se que o SAF representa uma alternativa eficaz para a agricultura sustentável, promovendo a conservação ambiental, a recuperação de solos degradados e a segurança alimentar das comunidades rurais, além de contribuir de forma sustentável para a economia local.

Palavras-chave: SAF. Sustentabilidade. Biodiversidade. Segurança Alimentar.

ABSTRACT

This study aims to report the experiences of implementing diversified Agroforestry System (AFS) in the experimental area of Faculdade Uniguaçu, located in São Miguel do Iguaçu, Paraná, focusing on the environmental, economic, and social impacts. The implementation process was conducted over one year, following a methodologically prepared sequence of steps. After defining the area, native and regionally adapted species were identified to compose the AFS, as well as the interactions among the plants. Soil quality assessment, economic benefits analysis, effects on food security, and continuous monitoring of environmental and socioeconomic variables were performed. The results demonstrated improvements in soil quality, increased biodiversity, greater productive diversity, and income generation. It is concluded that AFS represent an effective alternative for sustainable agriculture, promoting environmental conservation, recovery of degraded soils, and food security for rural communities, in addition to contributing sustainably to the local economy.

Key words: agroforestry. system. sustainability. biodiversity. food security.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagnóstico Rápido Da Estrutura Do Solo Do Sistema Agroflorestal.....	28
Figura 2 - Layout Da Área Da Implantação Do Sistema Agroflorestal (Saf)	30
Figura 3 - Vista Da Aérea Da Implantação Do Sistema Agroflorestal (Saf).....	34
Figura 4 - Analisando O Solo Entre Linhas (A), E Solo Entre Plantas(B) Das Bananeiras No Sistema Agroflorestal (Saf).....	36
Figura 5 - Monitoramento E Inspeção Do Sistema (Saf) Durante Implantação.	42
Figura 6 - Monitoramento De Doenças E Plantas Daninhas No Sistema (Saf).	43
Figura 7 - Armadilhas Tipo "Moleque" Implantadas No Sistema Agroflorestal	44
Figura 8 - Implantação Da Mandioca, Milho E Mudas De Abacaxi, No Sistema Agroflorestal (Saf).	46
Figura 9 - Monitoramento Da Eficiência Produtiva Do Sistema Agroflorestal (Saf) ...	47
Figura 10 - Controle De Plantas Daninhas No Sistema Agroflorestal (Saf).....	48
Figura 11 - Manejo De Corte De Folhas E Plantas Remanescentes No Sistema Agroflorestal	49
Figura 12 - Implantação Das Mudas De Plantas Frutíferas No Sistema Agroflorestal (Saf).	50
Figura 13 - Produtividade Das Culturas No Sistema Agroflorestal	52
Figura 14 - Sistema Agroflorestal Implantado (Área – Uniguaçu)	53

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 JUSTIFICATIVA	13
3 OBJETIVOS.....	14
3.1 Objetivo geral.....	14
3.2 Objetivos específicos	14
4 REFERENCIAL TEÓRICO	15
4.1 AGRICULTURA SUSTENTÁVEL	15
4.1.1 PRÁTICAS DE AGRICULTURA SUSTENTÁVEL	16
4.1.2 IMPACTOS DA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL	17
4.2 AGROECOSSISTEMAS	18
4.2.1 PRINCIPAIS COMPONENTES DOS AGROSSISTEMAS.....	19
4.2.2 DESAFIOS E OPORTUNIDADES	21
4.3 SISTEMAS AGROFLORESTAIS	22
4.3.1 BENEFÍCIOS DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS	23
4.3.2 DESAFIOS E PERSPECTIVAS FUTURAS.....	24
5 METODOLOGIA.....	26
5.1 DEFINIÇÃO E DIAGNÓSTICO DA ÁREA.....	26
5.2 Preparo da Área.....	26
5.3 PLANEJAMENTO E AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES.....	27
5.3.1 DIAGNÓSTICO RÁPIDO DA ESTRUTURA DO SOLO	27
5.3.2 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA AGROFLORESTAL.....	28
5.3.3 - CÁLCULO DO ÍNDICE DE QUALIDADE ESTRUTURAL DA AMOSTRA (IQEA)	31
5.3.4 - CÁLCULO DO ÍNDICE DE QUALIDADE ESTRUTURAL DO SOLO (IQES)	31
5.3.5 ANÁLISE QUÍMICA E GRANULOMÉTRICA DO SOLO.....	32
5.3.6 ANÁLISE DE DADOS.....	33
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
6.1 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA AGROFLORESTAL.....	34
6.2 CRITÉRIO DE EVIDÊNCIA DE DEGRADAÇÃO OU CONSERVAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO	35
6.3 ATRIBUIÇÃO DE NOTA E DETERMINAÇÃO DO IQEA E IQES	37
6.4 RESULTADO DA ANÁLISE QUÍMICA E GRANULOMÉTRICA DE SOLO.....	39

6.5 IMPLANTAÇÃO E MANEJO DO SISTEMA AGROFLORESTAL.....	41
6.6 CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS, PRAGAS E DOENÇAS NO SISTEMA.....	47
6.7 ESCOLHA DAS ESPÉCIES E IMPLANTAÇÃO DO SAF – 2ª etapa.....	49
6.8 AVALIAÇÃO Da produção e processos ECOLÓGICOS DO SISTEMA.....	51
7 CONCLUSÃO	54
8 REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a busca por práticas agrícolas sustentáveis se intensificou em resposta a desafios globais como a degradação ambiental, as mudanças climáticas e a crescente insegurança alimentar. As práticas agrícolas convencionais, que frequentemente dependem do uso intensivo de insumos químicos e da monocultura, têm demonstrado sérios impactos sobre a saúde do solo, a biodiversidade e o equilíbrio dos ecossistemas. Desse modo, os sistemas agroflorestais (SAFs) emergem como uma alternativa promissora. Os SAFs combinam a produção agrícola com o cultivo de árvores e arbustos, criando um sistema integrado que promove não apenas a produção de alimentos, mas também a conservação dos recursos naturais (Weimann, 2016).

A diversidade de espécies vegetais em um SAF pode oferecer múltiplos benefícios, como a melhoria da qualidade do solo, a promoção da biodiversidade, na reciclagem de nutrientes e na proteção contra a erosão do solo, além de contribuírem para mitigação das mudanças climáticas pela captura de carbono. Esses sistemas são especialmente relevantes em áreas de agricultura familiar, onde os agricultores frequentemente enfrentam limitações de recursos e precisam de soluções que garantam a sustentabilidade de suas práticas agrícolas (Vieira *et al.*, 2024).

Os SAFs não apenas proporcionam uma fonte diversificada de alimentos e produtos, mas também favorecem a resiliência das comunidades rurais, oferecendo uma alternativa viável. O sistema agroflorestal na área experimental da faculdade Uniguaçu, é um espaço que permite a observação dos efeitos das interações entre diferentes espécies vegetais, bem como a avaliação de como essas interações influenciam a produtividade e a saúde do solo.

Portanto esse estudo foi conduzido sob condições de implantação e acompanhamento do desenvolvimento inicial de espécies implantadas em um sistema agroflorestal (SAF), observando as práticas de manejo e sua contribuição para o equilíbrio e sustentabilidade do sistema. Dessa forma, torna-se importante entender os contextos ecológicos, produtivos e agro sustentáveis que configuram o ambiente em questão, proporcionando diversidade de sistemas agroflorestais.

2 JUSTIFICATIVA

Devido a um aumento na necessidade crescente de práticas agrícolas que conciliem produção eficiente e conservação ambiental. Diante dos desafios atuais relacionados à degradação do solo, perda de biodiversidade e impactos das mudanças climáticas, os SAFs apresentam-se como uma solução viável para a sustentabilidade no setor agrícola.

Além disso, eles contribuem para a diversificação das fontes de renda dos agricultores familiares, promovendo uma produção mais estável e resiliente ao longo do ano. Araújo *et al.*, (2022), afirmam que os SAFs são viáveis para agricultura familiar, integrando produção sustentável e conservação ambiental, além de promoverem segurança alimentar e geração de renda diversificada. A adoção de SAFs também tem o potencial de melhorar a segurança alimentar, ao permitir a produção diversificada de alimentos, assim como também a redução de impactos ambientais, por meio da regeneração dos solos e do sequestro de carbono.

Este estudo se faz necessário para compreender a funcionalidade dos sistemas agroflorestais e seu papel perante a comunidade acadêmica frente ao desenvolvimento de uma agricultura sustentável. Santos *et al.* (2025) demonstraram que o manejo adequado dos SAFs favorece a sustentabilidade ambiental e a segurança alimentar, consolidando a importância desses sistemas para a diversificação econômica e a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o desenvolvimento inicial de espécies implantadas em um sistema agroflorestal (SAF), observando as práticas de manejo e sua contribuição para o equilíbrio e sustentabilidade do sistema.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a qualidade estrutural de cada camada do solo (Qec), com o objetivo de calcular o Índice de Qualidade Estrutural da Área (IQEA);
- Análise física do solo: resistência do solo a penetração e diagnóstico rápido da estrutura do solo;
- Comparar e avaliar análise química de solo e granulométrica da área do Sistema Agroflorestal (SAF), e uma área ao lado do SAF;
- Identificar os principais tipos de espécies que compõe o sistema agroflorestal utilizado na área experimental da faculdade UNIGUAÇU;
- Avaliar a qualidade do solo antes e após a implantação do SAF;
- Demonstrar para a comunidade acadêmica como implantar um Sistema Agroflorestal e seus benefícios (SAF).

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

A agricultura sustentável é um conceito que se refere a práticas agrícolas que buscam atender às necessidades alimentares da população no mundo, sem comprometer a capacidade das futuras gerações em atenderem suas próprias necessidades. Alves *et al.* (2023), abordaram essa importância de práticas agrícolas que respeitem os limites ambientais, promovam justiça social e garantam produção sustentável para a segurança alimentar atual e futura. Essa abordagem integra princípios ecológicos, sociais e econômicos, promovendo um sistema agrícola que respeita os limites do meio ambiente e busca a justiça social.

A importância da sustentabilidade na agricultura é inegável, especialmente em um contexto de crescente degradação ambiental e mudanças climáticas. Segundo Altieri (2015), a agricultura convencional, caracterizada pelo uso intensivo de insumos químicos e monoculturas, tem contribuído para a perda de biodiversidade, contaminação do solo e da água, além de impactos negativos na saúde humana. A agricultura sustentável, por outro lado, propõe um modelo que prioriza a conservação dos recursos naturais, a diversidade biológica e a resiliência dos ecossistemas.

De acordo com Altieri (2002), essa prática envolve a minimização do uso de insumos químicos, como pesticidas e fertilizantes, favorecendo estratégias que promovam a saúde do solo e a biodiversidade. Além disso, o autor destaca que a adoção de uma agricultura sustentável depende da integração entre conhecimentos científicos e tradicionais, o que permite um equilíbrio entre eficiência produtiva e responsabilidade ambiental.

Entretanto, a transição para práticas de agricultura sustentável enfrenta diversos desafios. De acordo com o relatório da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2022), a necessidade de aumentar a produção de alimentos para uma população crescente, que deve atingir cerca de 9,7 bilhões de pessoas até 2050, é um dos principais obstáculos. Além disso, muitos agricultores ainda dependem de métodos tradicionais e estão relutantes em adotar novas práticas devido a barreiras econômicas e falta de apoio técnico.

Portanto, a introdução à agricultura sustentável não é apenas uma questão de mudança de práticas agrícolas, mas também envolve um repensar das políticas agrícolas, do acesso à informação e dos modelos de desenvolvimento rural. Fernandes *et al.* (2025) analisaram criticamente as políticas públicas brasileiras para a promoção da agricultura sustentável, ressaltando a importância da educação e inovação para a transformação do setor. Neste contexto, a pesquisa e o conhecimento acadêmico desempenham um papel fundamental na identificação de soluções inovadoras e na disseminação de práticas que podem contribuir para um futuro mais sustentável.

4.1.1 PRÁTICAS DE AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

A adoção de práticas de agricultura sustentável é fundamental para garantir a produção de alimentos de forma responsável e equilibrada. Essas práticas não apenas visam aumentar a produtividade, mas também assegura a conservação ambiental e promove a manutenção da biodiversidade (Garcia *et al.*, 2020). A seguir, discutiremos algumas das principais práticas que têm sido aplicadas na agricultura sustentável.

4.1.1.1 Rotação de culturas

A rotação de culturas é uma técnica que consiste na alternância de diferentes tipos de culturas em uma mesma área ao longo do tempo. Essa prática ajuda a prevenir a exaustão do solo, reduzindo a incidência de pragas e doenças específicas de uma planta. De acordo com o trabalho de Russell *et al.* (2021), a rotação de culturas pode aumentar a fertilidade do solo e promover a diversidade biológica, contribuindo para um ecossistema agrícola mais resiliente.

4.1.1.2 Uso de Agroecologia

A agroecologia é uma abordagem que integra princípios ecológicos ao manejo agrícola, buscando a sustentabilidade e a justiça social. Essa prática considera as interações entre plantas, animais, solo e o ambiente, promovendo sistemas agrícolas que respeitam a natureza. Segundo Brandão *et al.* (2024), a agroecologia não só melhora a produtividade, mas também fortalece a segurança

alimentar, especialmente em comunidades rurais vulneráveis. Permitindo a produção de alimentos mais seguros, saudáveis e sustentáveis, promovendo segurança alimentar.

4.1.1.3 Manejo Integrado de Pragas

O manejo integrado de pragas (MIP) é uma estratégia que combina diferentes métodos de controle de pragas, visando reduzir o uso de pesticidas químicos. Essa abordagem utiliza práticas como o monitoramento contínuo das culturas, a liberação de inimigos naturais e a aplicação de biopesticidas. Conforme apontado por Batista *et al.* (2020), esse método utilizado reduz o uso de agroquímicos e minimiza os problemas gerados pelo emprego excessivo e isolado desses produtos.

Essa estratégia propõe a combinação de diferentes técnicas de controle de pragas, visando diminuir custos e os impactos ambientais e à saúde humana. O MIP incentiva a utilização integrada de métodos disponíveis para manter a população de pragas em níveis aceitáveis, evitando o uso desnecessário de pesticidas químicos (Ferreira *et al.*, 2025).

4.1.2 IMPACTOS DA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

A adoção de práticas de agricultura sustentável gera impactos significativos que podem ser analisados sob diversas perspectivas. Karpinski *et al.* (2022), destacaram os benefícios ambientais, o impacto na economia local e a saúde e alimentação da população. Enfatizando a importância das práticas sustentáveis na agricultura, além de contribuir com a preservação do meio ambiente e a mitigação de mudanças climáticas.

A agricultura sustentável promove a conservação dos recursos naturais e o equilíbrio dos ecossistemas. De acordo com Altieri e Nicholls (2020), a utilização de práticas agroecológicas, como a rotação de culturas e o uso de adubação verde, contribui para a manutenção da biodiversidade e a recuperação de solos degradados. Além disso, essas práticas ajudam a mitigar os efeitos das mudanças climáticas, promovendo o sequestro de carbono no solo e reduzindo as emissões de gases de efeito estufa (Miller *et al.*, 2021).

A implementação de métodos sustentáveis de cultivo não apenas preserva o meio ambiente, mas também fortalece as economias locais. Conforme argumentado

por Wezel *et al.* (2020), a agricultura sustentável pode aumentar a resiliência das comunidades rurais, uma vez que promove a diversificação das fontes de renda e a redução da dependência de insumos externos. Isso resulta em uma maior estabilidade econômica para os agricultores e, por consequência, para as comunidades onde estão inseridos.

Os impactos da agricultura sustentável na saúde da população são igualmente relevantes. Práticas que evitam o uso excessivo de pesticidas e fertilizantes químicos contribuem para a produção de alimentos mais saudáveis e seguros. Segundo pesquisa realizada por Ritchie e Roser (2022), a adoção de métodos sustentáveis pode levar a uma redução significativa de resíduos químicos nos alimentos, favorecendo uma dieta mais equilibrada e nutritiva. Além disso, a promoção de sistemas alimentares locais reduz a pegada de carbono associada ao transporte de alimentos, beneficiando tanto o meio ambiente quanto a saúde pública.

Logo, os impactos da agricultura sustentável vão além da produção alimentícia; eles englobam uma série de benefícios que vão desde a preservação ambiental até a promoção da saúde e economia local. Essas interconexões evidenciam a necessidade de uma transição urgente para práticas agrícolas que respeitem e preservem os recursos naturais, garantindo um futuro mais sustentável. Segundo Ligeiro *et al.* (2022), existe uma urgência da transição para sistemas agroecológicos que promovam o equilíbrio ambiental e sustentável.

4.2 AGROECOSSISTEMAS

Os agrossistemas representam uma interface complexa entre a agricultura e os ecossistemas naturais, englobando as interações entre plantas, animais, solo, clima e as práticas humanas de manejo. Segundo Altieri (2021), agrossistemas podem ser definidos como sistemas agrícolas que buscam integrar a produção de alimentos com a conservação dos recursos naturais, visando uma produção sustentável e a manutenção da biodiversidade. Essa abordagem é cada vez mais pertinente em um mundo que enfrenta desafios ambientais acentuados.

A importância dos agrossistemas na sustentabilidade é inegável, pois eles desempenham um papel crucial na segurança alimentar, na preservação de ecossistemas e na mitigação de impactos ambientais. De acordo com os estudos de Gliessman (2020), a adoção de práticas de manejo que promovam a recuperação

dos agrossistemas é fundamental, especialmente em face das crescentes ameaças das mudanças climáticas e da degradação ambiental.

Os agroecossistemas são sistemas de produção agrícola que integram processos ecológicos ao manejo das culturas, buscando imitar o funcionamento dos ecossistemas naturais. Segundo Conway (1987) e Altieri (2018), esses sistemas incorporam a reciclagem de nutrientes, a proteção do solo e o controle natural de pragas, promovendo a sustentabilidade a longo prazo. Diferentemente dos sistemas agrícolas convencionais, que frequentemente dependem de insumos externos, os agroecossistemas utilizam a diversidade de plantas e animais para garantir a resistência do sistema e melhorar a produtividade.

A integração de diferentes culturas e espécies em um único sistema possibilita uma utilização mais eficiente de recursos, como água e nutrientes, além de facilitar o controle biológico de pragas e doenças. Coutinho *et al.* (2017) destacam que o cultivo consorciado de diferentes culturas, com ou sem a incorporação de palhada, demonstrou que a intercalação das mesmas, contribui positivamente para o melhor uso da área disponível, melhorando as características agrônômicas e qualidade comercial das culturas. Esses sistemas também apresentam maior flexibilidade a choques externos, como alterações climáticas ou variações nos preços dos insumos agrícolas.

Além dos benefícios ambientais, os agroecossistemas também oferecem vantagens econômicas para os agricultores. Segundo Gazolla *et al.* (2025), ao reduzir a dependência de insumos externos e melhorar a eficiência no uso de recursos naturais, os agroecossistemas podem diminuir os custos de produção e aumentar a rentabilidade das propriedades.

4.2.1 PRINCIPAIS COMPONENTES DOS AGROSSISTEMAS

Os agrossistemas são complexos e dinâmicos, sendo compostos por diversos elementos interdependentes que, juntos, sustentam a produção agrícola e a conservação ambiental. Loiola *et al.* (2024), destacam que a agricultura de base ecológica e a manutenção dos agroecossistemas, com práticas agrícolas sustentáveis, são essenciais para preservação dos recursos naturais, oferta de alimentos de qualidade, melhoria da produtividade e superação frente às mudanças

climáticas. Os principais componentes dos agrossistemas incluem, o solo e sua fertilidade, a biodiversidade presente e as práticas de manejo sustentável.

O solo é a base fundamental de qualquer agrossistema, pois fornece os nutrientes essenciais para o crescimento das plantas. A fertilidade do solo é determinada por sua composição química, física e biológica, que influenciam diretamente a produtividade agrícola. Segundo Lima *et al.* (2017), a manutenção da fertilidade do solo é um dos principais desafios enfrentados pelos agricultores, especialmente em tempos de intensificação da produção. Práticas como a rotação de culturas e o uso de adubos verdes são destacadas por Santos e Oliveira (2023) como técnicas eficazes para melhorar a qualidade do solo e aumentar sua capacidade de armazenamento de água e nutrientes.

A biodiversidade é outro componente de suma importância para os agrossistemas, pois promove a regeneração dos ecossistemas agrícolas. A diversidade de espécies vegetais e animais contribui para o equilíbrio ecológico, ajudando a controlar pragas e doenças, além de melhorar a polinização. De acordo com Altieri *et al.* (2020), a diversidade de plantas e animais em sistemas agroecológicos como fator essencial para o equilíbrio, resistência e produtividade dos agroecossistemas. A pesquisa de Swarup *et al.* (2021), afirmam que a diversidade genética é essencial para os melhoristas desenvolverem cultivares de plantas com maior rendimento e tolerância a estresses climáticos e pragas (Silva *et al.*, 2024).

Dentro deste contexto as práticas de manejo sustentável são essenciais para garantir a saúde dos agrossistemas a longo prazo. Esse tipo de manejo inclui técnicas que minimizam o impacto ambiental das atividades agrícolas, como a agricultura de conservação, agroecologia e o uso controlado de insumos químicos (Viana *et al.*, 2025). A adoção de práticas agroecológicas não apenas melhora a sustentabilidade dos agrossistemas, mas também aumenta a produtividade e a qualidade dos produtos.

De acordo com Santos e Rodrigues (2023) enfatizam a importância da educação dos agricultores sobre técnicas de manejo sustentável, pois esta é uma chave para a implementação eficaz de práticas que respeitem o meio ambiente e aumentem a produção de forma responsável. Assim, os agroecossistemas se mostram eficazes na mitigação dos efeitos adversos da monocultura, que pode levar à degradação do solo e ao aumento da vulnerabilidade a pragas.

4.2.2 DESAFIOS E OPORTUNIDADES

A agricultura moderna enfrenta uma série de desafios significativos que afetam diretamente a sustentabilidade e a viabilidade dos agrossistemas. Entre os principais desafios estão as mudanças climáticas, que têm gerado incertezas em relação à disponibilidade de recursos hídricos, à frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, além da alteração dos padrões de temperatura. De acordo com Assad *et al.* (2024), o aumento da temperatura e a escassez hídrica têm impactos negativos na produção agrícola, afetando a produtividade, a saúde do solo pela erosão, perda da fertilidade, e aumentam as emissões de gases de efeito estufa. O estudo mostra a vulnerabilidade das culturas agrícolas brasileiras frente às mudanças climáticas, destacando também o impacto na biodiversidade dos agrossistemas (Carneosso *et al.*, 2024).

Outro desafio significativo é a necessidade de adoção de tecnologias inovadoras que promovam a eficiência e a sustentabilidade dos agrossistemas. A integração de tecnologias como a agricultura de precisão e o uso de drones para monitoramento de culturas têm se mostrado promissoras. Assis *et al.* (2024), apontam que o uso de automação, inteligência artificial e big data aumenta a produtividade e reduz emissões e impactos ambientais, enfatizando a necessidade de formação técnica para agricultores tirarem proveito pleno dessas soluções.

Além disso, as políticas públicas desempenham um papel fundamental na transformação dos agrossistemas. O incentivo ao uso de práticas sustentáveis, como a rotação de culturas e a agrofloresta, pode ser fortalecido por meio de subsídios e programas de educação para agricultores. De acordo com Lima (2017), é fundamental que as políticas públicas sejam direcionadas para fomentar ações que promovam a resiliência dos agrossistemas frente às adversidades.

Portanto, os desafios impostos pelas mudanças climáticas, a necessidade de inovação tecnológica e o papel das políticas públicas revelam um cenário complexo, mas também repleto de oportunidades. Cherubin (2025), destaca que a agricultura no Brasil pode reduzir emissões de gases, aumentar a adaptação por meio do manejo sustentável do solo, sistemas integrados de produção e uso de técnicas adaptativas. Essa capacidade produtiva e de elasticidade é crucial para enfrentar os impactos climáticos na agricultura.

A capacidade de adaptação e inovação no manejo dos agrossistemas será determinante para assegurar a produção agrícola de forma sustentável, garantindo a segurança alimentar e a preservação ambiental para as futuras gerações. Assad *et al.* (2024), destacam que o enfrentamento das mudanças climáticas depende de estratégias integradas de adaptação, manejo sustentável e inovação tecnológica nos sistemas agrícolas, para garantir produtividade e sustentabilidade a longo prazo.

4.3 SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Diversos estudiosos têm contribuído para o entendimento e a promoção dos sistemas agroflorestais nos últimos anos. Segundo Nair (2020), os SAFs são sistemas dinâmicos que buscam a interdependência entre as espécies, promovendo um ambiente de simbiose que beneficia tanto a produção agrícola quanto a conservação da biodiversidade. Além disso, Sanches *et al.* (2021) destacam que a implementação de SAFs pode resultar em um aumento significativo da renda dos agricultores, uma vez que diversifica as fontes de produção e reduz a vulnerabilidade econômica.

Rodrigues (2022), enfatiza a importância dos sistemas agroflorestais para a mitigação das emissões de carbono, apontando que a integração de árvores com cultivos agrícolas pode sequestrar carbono de forma eficaz, contribuindo para a luta contra as mudanças climáticas.

Os sistemas agroflorestais integram árvores, arbustos e cultivos agrícolas em um mesmo sistema produtivo, proporcionando benefícios tanto ambientais quanto econômicos. De acordo com Cardinael (2020), essa prática aumenta a biodiversidade e melhora a qualidade do solo, além de contribuir para o sequestro de carbono, mitigando os efeitos das mudanças climáticas. A combinação de espécies vegetais em diferentes camadas cria um ambiente mais equilibrado, favorecendo a conservação dos recursos naturais e a regeneração dos ecossistemas.

Outro ponto importante dos sistemas agroflorestais é sua capacidade de contribuir para a recuperação das áreas agrícolas. De acordo com Cardinael *et al.* (2020), as árvores e arbustos ajudam a proteger o solo da erosão e a reter a umidade, criando um microclima que beneficia o crescimento das culturas agrícolas. Esse sistema também facilita a adaptação dos agricultores às mudanças climáticas, ao

fornecer soluções naturais para problemas como escassez de água e degradação do solo, promovendo uma produção mais sustentável e equilibrada.

4.3.1 BENEFÍCIOS DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Os sistemas agroflorestais (SAFs) oferecem uma variedade de benefícios ambientais, sociais e econômicos que são fundamentais para a promoção da sustentabilidade na agricultura contemporânea. Cruz *et al.* (2025), destacam que os SAFs promovem sustentabilidade, conservação da biodiversidade e fortalecem a educação ambiental e social nas comunidades rurais, além de aumentar a produção alimentar local.

Um dos principais benefícios dos sistemas agroflorestais é o aumento da biodiversidade. De acordo com a pesquisa de Vieira *et al.* (2024), a integração de árvores nas paisagens agrícolas promove um habitat diversificado que abriga uma ampla gama de espécies de plantas e animais. Sistemas agroflorestais biodiversos conservam e melhoram a qualidade do solo. Relata que a diversidade em SAFs contribui para o equilíbrio ecológico, promoção de serviços ambientais e redução do uso de agrotóxicos (Sangalli *et al.*, 2021). Isso não apenas enriquece o ecossistema local, mas também melhora a resistência das culturas a pragas e doenças, reduzindo a dependência de agroquímicos. A diversidade genética fortalece a resistência de plantas a pragas e doenças, resultante em SAFs pode ser crucial para a adaptação das culturas às mudanças climáticas (Vieira *et al.*, 2024).

Os sistemas agroflorestais também contribuem significativamente para a melhoria da qualidade do solo. Segundo Gatto *et al.* (2014), a presença de árvores ajuda a aumentar a matéria orgânica do solo, o que, por sua vez, melhora a estrutura do solo e a capacidade de retenção de água. As raízes profundas das árvores promovem a aeração do solo e a ciclagem de nutrientes no sistema solo-planta, favorecendo a saúde do solo e, consequentemente, a produtividade agrícola. Além disso, a cobertura do solo proporcionada pelas folhas e pela vegetação reduz a erosão e a compactação do solo, fatores críticos em áreas de cultivo convencional.

De acordo com Santos e Almeida (2023), a combinação de árvores e culturas agrícolas não só sequestra carbono, mas também reduz a emissão de gases de efeito estufa associados à agricultura convencional. Os SAFs podem contribuir para a redução da pegada de carbono das atividades agrícolas, tornando-se uma

estratégia eficaz na luta contra as mudanças climáticas. Além disso, a diversificação das culturas e a utilização de práticas agroecológicas promovem a adaptação das comunidades rurais às variações climáticas, garantindo segurança alimentar e econômica a longo prazo.

Enfim, os sistemas agroflorestais não apenas proporcionam uma alternativa viável para a agricultura sustentável, mas também oferecem benefícios significativos que vão além da produção agrícola. Cruz *et al.* (2025), evidenciaram que os sistemas agroflorestais promovem a conservação da biodiversidade, a melhoria das condições do solo, o fortalecimento da coesão social e uma educação ambiental contextualizada, indo além da produção agrícola para promover sustentabilidade e formação de comunidades.

Além de oferecerem benefícios que vão além da produção agrícola, promovendo sustentabilidade ambiental, social e econômica, a saúde do ecossistema, a qualidade do solo e a mitigação das mudanças climáticas são apenas alguns dos aspectos que ressaltam a importância da adoção e da pesquisa contínua nesta área (Cruz *et al.*, 2025).

4.3.2 DESAFIOS E PERSPECTIVAS FUTURAS

A adoção de sistemas agroflorestais (SAFs) enfrenta uma série de desafios que precisam ser superados para que essa prática sustentável se torne uma realidade amplamente reconhecida e implementada. Entre as principais barreiras à adoção de SAFs, destaca-se a resistência cultural e a falta de conhecimento técnico por parte dos agricultores (Vieira *et al.*, 2024). Muitas vezes, os produtores estão habituados a práticas convencionais de cultivo, que priorizam monoculturas e uso intensivo de insumos químicos. Essa tradição pode dificultar a aceitação de novas abordagens que incluem a diversidade de espécies e a integração da agricultura com a floresta (Ribeiro *et al.*, 2022).

Além disso, a falta de políticas públicas que incentivem a transição para sistemas agroflorestais é um obstáculo significativo. Embora existam iniciativas pontuais, ainda é necessário uma abrangência maior do poder público, na promoção de projetos que ofereçam capacitação aos agricultores. A ausência de incentivos financeiros e de suporte técnico por parte do governo pode desestimular os produtores a investirem nessa nova abordagem (Padovan *et al.*, 2024).

Por outro lado, as inovações tecnológicas têm um papel fundamental na superação desses desafios. A pesquisa em agroecologia e a utilização de tecnologias digitais podem auxiliar na disseminação de informações sobre práticas agroflorestais, proporcionando um melhor entendimento dos seus benefícios. Exemplos de tecnologias, como o uso de drones para monitoramento de culturas e a agricultura de precisão, podem facilitar a implementação e a gestão de SAFs, tornando-os mais atrativos para os agricultores (Castro *et al.* 2021).

As perspectivas futuras para os sistemas agroflorestais são promissoras, especialmente com a crescente conscientização sobre as questões ambientais e a necessidade de práticas agrícolas sustentáveis (Pauletto *et al.* 2025). A mitigação das mudanças climáticas, a conservação da biodiversidade e a promoção da segurança alimentar são temas cada vez mais presentes nas agendas políticas globais. Nesse contexto, os SAFs se destacam como uma solução eficaz, contribuindo para a conservação dos ecossistemas e a adaptação às novas condições climáticas (Vieira *et al.*, 2024).

Ademais, o apoio governamental e a colaboração entre diferentes setores, como ONGs, universidades e a iniciativa privada, são fundamentais para promover a adoção de sistemas agroflorestais. A criação de programas de incentivo, o financiamento de projetos e a implementação de campanhas educativas podem facilitar a transição para práticas mais sustentáveis e integradas (Almeida *et al.*, 2023).

Entretanto, embora os desafios sejam significativos, as oportunidades para o desenvolvimento e a implementação de sistemas agroflorestais são vastas. The Nature Conservancy do Brasil *et al.* (2023) destacam o potencial dos SAFs para produção alimentar sustentável, restauração dos ecossistemas, recuperação climática e geração de renda para agricultores familiares. Ressaltando a importância de assistência técnica, políticas públicas e acesso ao mercado para ampliar essa atuação. A continuidade da pesquisa na área, aliada à promoção de políticas públicas eficazes, é essencial para garantir que os benefícios dos SAFs sejam plenamente aproveitados, contribuindo assim para a construção de um futuro mais sustentável.

5 METODOLOGIA

A implementação do Sistema Agroflorestal (SAF) na área experimental da Faculdade Uniguaçu foi realizada com base nas diretrizes da cartilha "SOS Amazônia – Sistemas Agroflorestais" (Duarte *et al.*, 2016), adaptando as recomendações para a realidade local de São Miguel do Iguaçu, Paraná.

5.1 DEFINIÇÃO E DIAGNÓSTICO DA ÁREA

O estudo foi conduzido em uma área específica localizada no campus da Faculdade Uniguaçu, em São Miguel do Iguaçu, Paraná, com coordenadas geográficas de 25°21'11.6" S de latitude e 54°15'11.8" W de longitude, e altitude de 312 metros. O clima da região é classificado como subtropical úmido mesotérmico, conforme a tipologia de Köppen descrita por Dubreuil *et al.* (2018). Esse clima apresenta verões quentes, com temperaturas médias superiores a 22°C e uma tendência de concentração de chuvas nesta estação. Os invernos são caracterizados por baixa incidência de geadas e temperaturas médias inferiores a 18°C.

O solo da área foi classificado em análises recentes como Latossolo Vermelho de textura argilosa, o que impacta diretamente na dinâmica de uso e práticas de manejo agrícola necessárias. Inicialmente, as áreas faziam parte de um único pomar da faculdade, que contava com diversas espécies frutíferas. Porém, a falta de manejo adequado resultou em um processo de degradação ao longo dos anos. Em 2024, visando mitigar o problema, a área foi separada e organizada para receber o sistema agroflorestal (SAF).

Essas informações são aspectos fundamentais para contextualizar o diagnóstico de estrutura e o planejamento das práticas de manejo sustentável que se pretende implementar.

5.2 PREPARO DA ÁREA

Foi realizado a limpeza e o preparo da área de cultivo, removendo plantas daninhas que competem por água, nutrientes e luz, sem causar danos às

bananeiras, às amoreiras e ao meio ambiente. Quanto ao manejo das bananeiras retiradas, foram cortadas e espalhadas sobre o solo como cobertura, formando uma camada protetora que ajuda a conservar a umidade do solo, reduzir a erosão e promover a reciclagem de nutrientes (Borges e Souza, 2009; Teixeira *et al.*, 2011; Ceplac, 2024). Essa cobertura orgânica também contribui para a melhoria da estrutura do solo e favorece o desenvolvimento das plantas no sistema agroflorestal, criando um microclima favorável e aumentando a sustentabilidade da produção agrícola.

A limpeza envolveu a remoção de resíduos vegetais, plantas invasoras, plantas sujeitas a proliferação, acúmulo de palha e qualquer material que possa abrigar pragas ou favorecer a germinação de sementes de plantas daninhas. O manejo correto, aliado às práticas culturais de roçadas, correto manejo do solo e monitoramento periódico.

5.3 PLANEJAMENTO E AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES

Foram realizadas visitas e avaliações visuais do local da implantação do sistema, o ocorrido em novembro de ano de 2024. O planejamento do plantio, levantamento de recursos materiais e humanos necessários para executar as atividades (implantação do sistema agroflorestais (SAFs) e elaboração de croqui contendo todas as frutíferas e demais plantas da composição do projeto da área a ser implantada. Com base nas informações colhidas no diagnóstico inicial, juntos, faculdade e aluno, estabeleceram metas, prazo, meios e recursos para alcançá-las.

Após a implantação do Sistema Agroflorestal (SAF), diversas avaliações foram realizadas. Primeiramente, a qualidade do solo foi examinada por meio de coletas de amostras da área. Para a análise da qualidade estrutural do solo, foi aplicado o método DRES, (diagnóstico rápido da estrutura do solo), que atribui uma pontuação para cada camada identificada na amostra coletada.

5.3.1 DIAGNÓSTICO RÁPIDO DA ESTRUTURA DO SOLO

Para avaliação da estrutura física do solo, foi aberta uma trincheira manualmente utilizando enxada até a profundidade de 20 cm. Em seguida, com o auxílio de uma pá, retirou-se cuidadosamente uma porção intacta do solo,

procurando manter sua integridade para preservar as características naturais da estrutura, como os torrões, os espaços entre eles (macroporos) e as condições gerais de porosidade (Neto *et al.*, 2023; Embrapa, 2023). Esse método de coleta, da amostra indeformada é essencial para que se possa observar a real condição do solo no campo, minimizando alterações que poderiam ocorrer caso o solo fosse manipulado ou quebrado durante a amostragem (Silva *et al.*, 2022).

Figura 1 - Diagnóstico rápido da estrutura do solo do sistema agroflorestal.



Fonte: Autor, 2025

Segundo a metodologia padronizada usada na análise física do solo, a retirada das amostras intactas permite avaliar aspectos como agregação, presença e estabilidade de torrões, porosidade e grau de compactação, que são fundamentais para inferir o potencial produtivo e a necessidade de possíveis intervenções de manejo (Oliveira *et al.*, 2022; Neto *et al.*, 2023). Essas observações são complementadas com avaliações quantitativas, mas a análise visual da estrutura do solo em suas condições naturais fornece um entendimento fundamental sobre a saúde do solo e sua capacidade de suportar o crescimento radicular de culturas presentes no sistema agroflorestal (Embrapa, 2023).

5.3.2 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA AGROFLORESTAL

A primeira etapa do estudo consistiu na seleção da área, escolhendo-se um local com mudas arbóreas já estabelecidas, incluindo araucárias e pereiras.

Inicialmente, realizou-se um levantamento do sistema agroflorestal existente, que já apresentava algumas espécies implantadas. Durante a vistoria, foram identificados possíveis sinais de pragas e doenças, como a presença de caramujos (*Lissachatina fulica*), nas bananeiras, alta umidade, manchas no caule e nas folhas dessas plantas, além da ocorrência de plantas invasoras. Foram registradas fotografias das plantas frutíferas em desenvolvimento, como mamoeiros, bananeiras e amoreiras. Após a inspeção, procedeu-se à limpeza do local. No mês de novembro de 2024, a manutenção seguiu com irrigação das plantas em crescimento (mamão e amora) e aplicação de cobertura morta com palhada no solo.

Em dezembro de 2024, deu-se continuidade aos manejos com a desfolha e a roçada de plantas invasoras. Já em fevereiro de 2025, realizaram-se atividades de limpeza e o plantio de novas frutíferas, incluindo espécies arbóreas como *Inga edulis* (ingá), *Annona squamosa* (fruta-do-conde), *Plinia cauliflora* (jabuticaba), *Morus nigra* (amora), *Eugenia uniflora* (pitanga), *Psidium guajava* (goiaba), *Prunus doméstica* (ameixa-preta), *Psidium cattleianum* (araçá), *Annona muricata* (graviola) e *Campomanesia xanthocarpa* (guabiroba). Além disso, foram cultivadas culturas complementares como *Ananas comosus* (abacaxi), *Saccharum officinarum* (cana-de-açúcar), *Colocasia esculenta* (inhame), *Archontophoenix alexandrae* (palmito-real) e *Zea mays* (milho). Também houve a sementeira de dois quilos de *Avena sativa* (aveia), que, entretanto, não germinaram.

No mês de março de 2025, foi observada a rebrotação de plantas invasoras, principalmente tiririca (*Cyperus rotundus*). Também ocorreram a identificação e a sinalização simples das árvores frutíferas com estacas e etiquetas com seus respectivos nomes. No mesmo período, foi realizado o plantio de várias manivas de mandioca, enquanto o surgimento da aveia não foi verificado. Destacou-se o desenvolvimento da cana-de-açúcar e a avaliação dos frutos de mamão colhidos, alguns pesando até 1,5 kg. Observou-se ainda o aparecimento de frutos na amoreira e o cultivo de milho foi inserido entre as linhas de bananeira.

Ao final de março de 2025, foram detectadas pragas na amora e nos pés de mamão, o que levou à realização de uma limpeza de manutenção, incluindo a retirada de algumas folhas de bananeira com manchas visíveis. Também foi registrado o surgimento da mandioca e o plantio de coroas de abacaxi no sistema.

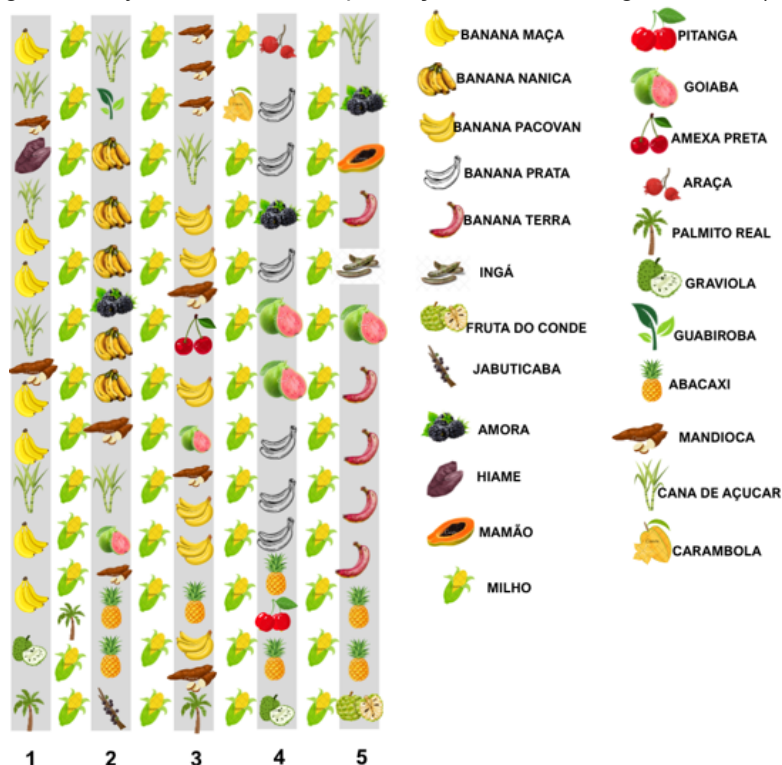
Em abril de 2025, o manejo de limpeza foi intensificado em toda a área de implantação do sistema agroflorestal. Realizou-se corte e retirada do miolo dos

cachos de bananeira. O milho implantado estava na fase V4 do desenvolvimento morfológico. Durante os manejos, foi observada a presença de cogumelos e uma boa composição de matéria orgânica no solo. Também foram presenciados pássaros e ninhos nos cachos de bananeira, enquanto as plantas de mandioca mostravam desenvolvimento vigoroso.

Um mês após o último manejo, em maio de 2025, foram realizadas nova limpeza e colheita dos cachos de banana, além da remoção de brotos em desenvolvimento e folhas em excesso, que foram depositadas no solo. Durante a implantação do sistema, o surgimento constante de plantas invasoras destacou-se, devido ao controle realizado exclusivamente por métodos mecânicos. No entanto, observou-se um bom desenvolvimento fisiológico das plantas frutíferas no sistema agroflorestal (SAF).

Em junho de 2025, durante a 11ª vistoria do projeto, foram identificadas novas espécies invasoras, com destaque para picão, trevo-branco e serralha, as mais frequentes no sistema. Na última vistoria realizada (13ª), constatou-se novo rebrota das bananeiras na área de implantação do SAF. A figura 2 ilustra o esquema das implantações realizadas das plantas frutíferas e cultivares diversos, evidenciando a organização e o manejo do sistema.

Figura 2: Layout da área da implantação do sistema agroflorestal (SAF)



Fonte: Autoria própria.

5.3.3 - CÁLCULO DO ÍNDICE DE QUALIDADE ESTRUTURAL DA AMOSTRA (IQEA)

Esse método utiliza notas para avaliar a qualidade estrutural de cada camada (Q_{ec}), com o objetivo de calcular o Índice de Qualidade Estrutural da Área (IQEA) e oferecer uma visão abrangente da saúde do solo. As notas de qualidade estrutural são fundamentadas em dois critérios principais, conforme descrito por Ralisch *et al.* (2017), de início a análise dos sinais de degradação ou conservação/recuperação do solo, enquanto o segundo avalia a proporção visual de agregados de diferentes tamanhos, seguindo a chave de pontuação após a manipulação da amostra. Após a identificação das camadas e a atribuição das notas de qualidade estrutural (Q_{ec}) para cada uma, foi realizado o cálculo do IQEA, utilizando a fórmula abaixo:

Equação 1 – Fórmula do índice de qualidade estrutural do solo da amostra.

$$IQEA = \frac{(E_{c1} \times Q_{ec1}) + (E_{c2} \times Q_{ec2}) + (E_{c3} \times Q_{ec3})}{E_{total}}$$

Onde:

IQEA = Índice de Qualidade Estrutural da Amostra;

E_c = Espessura de cada camada, em cm;

Q_{ec} = Nota de qualidade estrutural atribuída à cada camada;

E_{total} = Espessura/profundidade total da amostra (25 cm).

Esse índice é calculado como uma média ponderada das notas atribuídas às camadas, levando em consideração a espessura de cada uma. A análise foi conduzida até 25 cm de profundidade, dividindo a amostra em até três camadas, o que otimiza a avaliação sem comprometer a representatividade dos dados.

5.3.4 - CÁLCULO DO ÍNDICE DE QUALIDADE ESTRUTURAL DO SOLO (IQES)

Para avaliar a qualidade estrutural total da área, foi calculado o IQES, que é a média dos IQEA das amostras individuais coletadas. A fórmula do IQES é:

Equação 1 – Fórmula do Índice de Qualidade Estrutural do Solo da área total avaliada.

$$IQEA = \frac{(IQEA_1 + IQEA_2 + \dots + IQEA_n)}{n}$$

Onde:

IQES = Índice de Qualidade Estrutural do Solo na área total avaliada;

n = Número total de amostras;

IQEA = Nota de qualidade estrutural atribuída às amostras, de 1 até n.

Esse índice é fundamental para compreender o estado de compactação, degradação ou qualidade estrutural geral do solo. Solos bem estruturados favorecem a infiltração de água, aeração e desenvolvimento radicular, aspectos essenciais para a produtividade agrícola e sustentabilidade dos sistemas produtivos, conforme Tormena *et al.* (2002).

Do mesmo modo, foi realizado um monitoramento contínuo da produtividade das espécies cultivadas e entender a diversidade e produtividade dos produtos gerados, o que pode contribuir diretamente para decisões de manejo e ampliação do sistema.

Outro variável analisada, foi a interação entre as diferentes espécies cultivadas no SAF, considerando como cada um influencia o crescimento e produtividade das demais. Esta análise envolveu observações sobre a competição por recursos, suporte mútuo e sinergias entre as espécies, fornecendo uma visão integral sobre as dinâmicas ecológicas internas dos sistemas.

5.3.5 ANÁLISE QUÍMICA E GRANULOMÉTRICA DO SOLO

A área foi dividida em glebas homogêneas, que representem uniformidade de solo e manejo. Os pontos de coleta foram marcados em ziguezague coletando aproximadamente 20 subamostras distribuídas aleatoriamente. Todos os materiais usados foram limpos antes de iniciar a coleta. Foi retirada uma camada da superfície do solo para remover detritos, restos de cultura e matéria orgânica visível, sem raspar a camada superficial do solo. Foi utilizado o trado para amostrar o solo até a profundidade de 0-20 cm, garantindo uniformidade da profundidade em todos os pontos. O solo de cada ponto, foi recolhido e retirado, logo em seguida colocado em balde limpo para compor a amostra composta da gleba. As subamostras foram misturadas e retirado a amostra composta representativa da área de interesse,

retirando-se 1 kg, desta mistura para análise laboratorial. A amostra foi identificada claramente de acordo com local, profundidade e data da coleta. O solo foi embalado corretamente em sacos plásticos limpos, evitando contato com contaminantes e transportado para o laboratório o mais rápido possível para evitar alterações.

5.3.6 ANÁLISE DE DADOS

A análise de dados foi conduzida a partir do monitoramento contínuo da produtividade das espécies cultivadas, com registros sistemáticos da quantidade e qualidade dos produtos obtidos ao longo do período de estudo. Esses registros permitiram avaliar a variação temporal da produção, bem como identificar padrões de desempenho das espécies e sua contribuição para a diversidade e rentabilidade do sistema produtivo.

Adicionalmente, foram examinadas as interações entre as diferentes espécies cultivadas no Sistema Agroflorestal (SAF), considerando a influência mútua no crescimento e na produtividade. Essa análise contemplou observações relacionadas à competição por recursos, ao suporte mútuo e às possíveis sinergias ecológicas entre as espécies, possibilitando uma compreensão mais abrangente das dinâmicas internas e do equilíbrio ecológico do sistema.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Muitos foram os resultados que puderam ser observados com a implantação do SAF na área da faculdade UNIGUAÇU, tanto fatores ambientais, como a conservação do solo e o aumento da biodiversidade; produtivos, como a diversificação e o bom desenvolvimento das culturas; quanto sociais, como a integração acadêmica e o incentivo à consciência ambiental. O diagnóstico inicial apontou que a área possuía aptidão agrícola, em consonância com os objetivos e expectativas da relação ao desenvolvimento do projeto. O local para implantação do sistema agroflorestal, apresentou-se de acordo com a legislação ambiental, respeitando o código florestal brasileiro e a área de reserva legal da propriedade. Na data de 12 março de 2025, foram realizadas imagens da área florestal através de drones (figura 3).

Figura 3 - Vista da aérea da implantação do sistema agroflorestal (SAF).



Fonte: Autor, 2025

6.1 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA AGROFLORESTAL

A introdução do sistema agroflorestal, proporcionou uma abordagem prática e técnica a comunidade acadêmica. Os discentes presenciaram temas como, botânica, ecologia, agricultura sustentável e práticas ambientais de maneira vivencial, permitindo aos mesmos, participação ativa no manejo agroflorestal,

desenvolvendo habilidade práticas e teóricas simultaneamente. Autores como Araújo e Domingos (2018) ressaltam que para a educação ambiental ser eficaz é fundamental que os educadores reconheçam sua relevância não apenas como currículo, mas como instrumento para formar cidadãos conscientes e responsáveis diante das questões ambientais.

Aguiar *et al.* (2021) complementam a ideia defendendo que a educação deve ir além da transmissão de informações, formando atitudes e valores que provoquem mudanças no comportamento e visão de mundo dos estudantes. Além disso, estudos mostram que sistemas agroflorestais e práticas agroecológicas em ambientes universitários, promovem a sustentabilidade, conservação da biodiversidade e uma participação ativa dos discentes, aumentando seu engajamento e consciência ambiental (Guedes, 2019).

A seleção da área mais adequada para a implantação do sistema agroflorestal foi realizada em uma gleba com histórico de cultivo de frutíferas, cujo manejo anterior apresentava necessidade de aprimoramento. A escolha considerou não apenas o potencial produtivo, mas também as condições específicas do solo, identificadas por meio de avaliação tátil e visual, permitiu identificar as características físicas do solo, como textura, cor e umidade, além de observar o estado das plantas e das condições do ambiente. Essa análise simples e prática auxiliou na verificação da aptidão agrícola da área, confirmando seu potencial para a implantação do Sistema Agroflorestal (SAF), dispensando análises laboratoriais formais.

Além disso, aspectos empíricos desempenharam papel fundamental nesse processo, pois havia um conhecimento consolidado sobre a capacidade produtiva dos solos da propriedade UNIGUAÇU, adquirido ao longo de anos de prática agrícola. A observação cuidadosa da vegetação nativa, incluindo sua morfologia e coloração, contribuiu para uma compreensão mais profunda das características locais, orientando decisões mais assertivas para o sucesso do sistema agroflorestal.

6.2 CRITÉRIO DE EVIDÊNCIA DE DEGRADAÇÃO OU CONSERVAÇÃO DA ESTRUTURA DO SOLO

Como evidenciado, observa-se uma transição abrupta entre camadas do solo, predominância de grandes agregados (>4 cm) com pouca porosidade e escassos

sinais de atividade biológica, reforçando o quadro de solo compactado entre as linhas das plantas de bananeiras, Figura 4 (A).

Por outro lado, o solo da área entre as plantas de bananeiras em recuperação pelo sistema agroflorestal apresenta sinais positivos de conservação, como a ausência de revolvimento e a presença de cobertura morta em diversos estágios de decomposição, o que garante que o solo permaneça coberto e protegido.

Durante a coleta das amostras, foram identificados pequenos indícios de atividade biológica, um aspecto positivo, visto que a presença de organismos no solo auxilia na reestruturação e melhoria da qualidade. Na Figura 4 (B), são visíveis raízes que crescem sem impedimento, explorando o interior dos agregados, o que reforça os sinais de recuperação do solo nessa área.

Figura 4 - Analisando o solo entre linhas (A), e solo entre plantas(B) das bananeiras no sistema agroflorestal (SAF).



Fonte: Autor, 2025

Essa estrutura do solo influencia negativamente nas funções, figura 4 (A), comprometendo o suporte ao desenvolvimento das plantas, o crescimento radicular, a infiltração de água, e os fluxos de armazenamento de água e ar, entre outras funções essenciais.

Em compensação, na área em processo de recuperação, figura 4. (B), também foram observadas duas camadas em todas as amostras. A primeira camada é composta por agregados entre 4 a 7 cm. De acordo com Ralisch *et al.* (2017), essa característica é indicativa de solos que estão em processo de recuperação, sugerindo uma melhoria nas propriedades estruturais. A figura acima, apresenta a análise do tamanho dos agregados nesta área, evidenciando sinais encorajadores de recuperação do solo.

Na camada da área da implantação do sistema agroflorestal, foi observado a presença de vários agregados com variação de tamanho entre 1 a 4 cm. Essa condição é um parâmetro positivo, indicando uma estrutura desejável. De acordo com análises, observou-se melhorias na atividade microbiológica e estrutural do solo. Segundo Baldi *et al.* (2021), os sistemas agroflorestais promovem a melhoria da estrutura física do solo justamente pela formação e manutenção de agregados estáveis, o que está diretamente relacionado ao aumento da matéria orgânica e à dinamização da microbiota do solo.

6.3 ATRIBUIÇÃO DE NOTA E DETERMINAÇÃO DO IQEA E IQES

Após a análise e observação dos critérios estabelecidos pelo método DRES, foram atribuídas pontuações para cada camada identificada em cada amostra. Essas notas serviram de base para o cálculo do índice de qualidade estrutural dessa amostra (IQEA) e da área total (IQES), conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2 – Relação das amostras, identificados com o número de camadas, espessura de cada camada (E_c), nota de qualidade estrutural da camada (Q_{ec}), qualidade estrutural da amostra avaliada (IQEA) e índice de qualidade estrutural do solo (IQES) na área avaliada.

AMOSTRA	Nº de Camadas	E _c (cm)	Qe _c	IQEA	IQES
M1 P1	1 ^a	14	4	4	4,17
	2 ^a	11	4		
M1 P2	1 ^a	13	5	4,52	
	2 ^a	12	4		
M1 P3	1 ^a	15	4	4	
	2 ^a	10	4		
M2 P1	1 ^a	15	1	1,4	
	2 ^a	10	2		
M2 P2	1 ^a	16	1	1,36	1,4
	2 ^a	9	2		
M2 P3	1 ^a	14	1	1,44	
	2 ^a	11	2		

Fonte: BONETE (2024).

Os resultados demonstraram que o índice de qualidade estrutural do solo na área em processo de degradação foi inferior ao da área em recuperação pelo sistema agroflorestal. De acordo com a tabela de interpretação do IQES apresentada por Ralisch *et al.* (2017), o índice da área degradada ficou entre 1,0 e 1,9, indicando uma qualidade estrutural muito ruim. Isso sugere a necessidade de implementar estratégias integradas de recuperação, como o uso de sistemas agroflorestais.

Por outro lado, o índice da área em recuperação variou entre 4,0 e 4,9, o que representa uma qualidade estrutural boa. Segundo as recomendações de Ralisch *et al.* (2017), áreas com esse índice devem intensificar o uso de sistemas diversificados, com vegetação de alto porte e raízes profundas.

Com base nos resultados obtidos neste estudo, observa-se que o sistema agroflorestal, mesmo após um curto período de implantação, já demonstra melhorias na qualidade estrutural do solo. Padovan (2019) analisaram a evolução da estrutura do solo em diferentes sistemas agroflorestais e verificaram índices entre 4,0 e 4,9 em áreas com 0,7 a 2 anos de implantação, o que indica uma qualidade estrutural considerada boa. Em áreas onde o sistema estava estabelecido há mais de 4 anos, esses autores encontraram índices variando de 5,0 a 6,0, sinalizando uma qualidade estrutural muito boa.

Além disso, a abertura de trincheira possibilita o reconhecimento e registro das características morfológicas do perfil do solo, tais como coloração, textura, grau de umidade e presença de raízes, fatores que também influenciam diretamente a condição da estrutura do solo e sua fertilidade (Silva *et al.*, 2022). Essa abordagem é amplamente recomendada em estudos de monitoramento da qualidade do solo e manejo sustentável, especialmente em sistemas agroflorestais, onde o solo é o principal componente ambiental para sustentabilidade e produtividade (Neto *et al.*, 2023).

Os resultados obtidos na profundidade de 0 a 10 cm indicam a presença de agregados com tamanhos variados, entre 2,3 cm e 6 cm, o que reflete aspectos importantes da estrutura do solo e da qualidade física na camada superficial do sistema agroflorestal estudado. Segundo Aguiar, Silva e Oliveira (2023), o manejo agroflorestal promove melhoria significativa na qualidade física do solo, refletida no aumento dos macroagregados (agregados maiores que 2 mm) e na estabilidade dos

mesmos, o que assegura maior resistência contra a erosão e melhora a retenção hídrica.

Esses autores enfatizam que sistemas agroflorestais resultam em solos com maior agregação devido à contribuição contínua de matéria orgânica e diversificação radicular. Favero et al. (2008) e Araújo et al. (2018) também destacam que a presença de agregados maiores, como os observados, contribui para a maior porosidade e melhora da estrutura do solo, favorecendo a retenção de nutrientes e a ciclagem da matéria orgânica, essenciais para a sustentabilidade agroecológica.

6.4 RESULTADO DA ANÁLISE QUÍMICA E GRANULOMÉTRICA DE SOLO

A análise comparativa das características químicas e físicas do solo nas áreas com Sistema Agroflorestal (área 1) e na área circundante (área 2), revela diferenças que corroboram os benefícios apontados na literatura sobre práticas agroflorestais para a manutenção e melhoria da fertilidade do solo (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultado da análise química e granulométrica do solo. Área 1 (SAF) implantada com o Sistema Agroflorestal e área 2 sem implantação de sistema agroflorestal (SAF).

RESULTADO DA ANÁLISE QUÍMICA DE SOLO		
Nutriente	Área 1 (SAF)	Área 2 (Sem SAF)
Fósforo (P)	81,40 (Alto)	13,20 (Alto)
Potássio (K)	1,47 (Alto)	0,86 (Alto)
Magnésio (Mg)	2,02 (Alto)	1,67 (Alto)
Cálcio (Ca)	6,98 (Alto)	5,16 (Médio)
Ca ²⁺ + Mg ²⁺	9,00 (Alto)	6,83 (Alto)
P remanescente	22,40 (Médio)	17,20 (Médio)
Zinco (Zn)	2,61 (Alto)	3,30 (Alto)
Cobre (Cu)	348 (Alto)	3,61 (Alto)
Manganês (Mn)	90,59 (alto)	95,33 (Alto)
Ferro (Fe)	49,32 (Alto)	42,38 (Alto)
Alumínio (Al ³⁺) cmol/dm ³	0	0
Reação do Solo		
pH em CaCl ₂	7,48 (Alto)	5,81 Médio)
pH em H ₂ O	8,17 (Alto)	6,58 (Médio)
pH SMP	7,50 (Alto)	6,60 (Médio)
Carbono (C) g/dm ³	24,61 (Alto)	18,78 (Médio)
Matéria Orgânica g/Kg	42,43 (Alto)	32,38 (Médio)
Análise Granulométrica		
Argila (%)	72,05	72,55
Areia (%)	15,1	17,6
Silte (%)	12,85	9,85
AD mm/cm	0,91	0,91
Classe de água disponível	AD4	AD4

Tipo de Solo	Muito Argiloso	Muito Argiloso
Análises realizadas em AGRO+LAB ANÁLISES AGRONÔMICAS. Área de 336m ² ; Metodologia: KCl 1N (Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Al ³⁺) Mehlich (P, K, Fe, Mn, Zn) SMP (H ⁺ + Al ³⁺) Walkey Balck ©, Cloreto de Bário (B), Fosfato/Cálcio (S-SO ₄ ²⁺).		

Os teores de fósforo (P) se apresentaram elevados em ambas as áreas, porém a Área 1 (SAF) apresentou valor maior (81,40 mg/dm³) em relação à Área 2 (13,20 mg/dm³) tabela 1. Segundo Novais *et al.* (2017), a presença de espécies arbóreas em SAF contribui para maior ciclagem e disponibilidade de fósforo no solo, devido à maior decomposição da matéria orgânica e menor lixiviação dos nutrientes. Apesar dos teores altos, a maior disponibilidade em SAF sugere melhor manejo da área.

Os níveis de potássio (K), magnésio (Mg) e cálcio (Ca) também foram mais elevados na Área 1, com destaque para o cálcio, que foi classificado como alto em SAF e médio na área sem SAF. Esse resultado confirma estudos de Frazão *et al.* (2020), que demonstram que sistemas agroflorestais aumentam o conteúdo de cátions base (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺) pela maior entrada de biomassa e melhor estrutura do solo, favorecendo a retenção desses nutrientes.

Quanto à matéria orgânica e carbono, a Área 1 apresentou valores altos (42,43 g/kg de matéria orgânica e 24,61 g/dm³ de carbono), superiores à Área 2 (32,38 g/kg e 18,78 g/dm³, respectivamente). Isso está em concordância com pesquisas como a de Primo *et al.* (2024), que comprovam que a matéria orgânica nos SAF é mais elevada, contribuindo para a melhoria da qualidade física e química do solo, além da maior capacidade de retenção hídrica, essencial para a sustentabilidade dos sistemas produtivos.

A reação do solo também apresentou diferenças significativas, com pH em CaCl₂ de 7,48 (alto) na área com SAF, contra 5,81 (médio) sem SAF. Esse maior pH indica menor acidez e toxicidade por alumínio (ausente em ambas as áreas) e favorece a maior disponibilidade de nutrientes, corroborando estudos de Soares *et al.* (2021), que enfatizam que o pH neutro a levemente alcalino em SAF está associado ao manejo sustentável e à melhoria das condições químicas do solo.

Oportunamente, o manganês (Mn), ferro (Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn) apresentaram teores altos em ambas as áreas, o que é considerado benéfico para o desenvolvimento vegetal, embora seja importante monitorar para evitar toxicidade, conforme alertado por Malavolta *et al.* (1997).

A análise granulométrica das duas áreas revela características texturais muito semelhantes, ambas classificadas como solos muito argilosos, com teor de argila acima de 72%, frações de areia entre 15 e 18% e silte entre 9 e 13%. Essa alta proporção de argila caracteriza solos com alta capacidade de retenção de água e nutrientes, porém com menor permeabilidade e maior tendência à compactação (Silva *et al.*, 2017).

A equivalência na disponibilidade de água (AD4) entre as áreas indica que, apesar das pequenas variações na granulometria, a capacidade de retenção hídrica do solo é mantida, o que é fundamental para a sustentabilidade dos sistemas agroflorestais e agricultura em solos tropicais (CETEM, 2009). Segundo Ulyett *et al.* (2014), solos muito argilosos apresentam alta capacidade de retenção hídrica, o que favorece a resistência a períodos de seca, um aspecto importante em regimes climáticos tropicais.

Comparando as áreas, a pequena diferença no percentual de silte (12,85% na Área 1 e 9,85% na Área 2) pode influenciar moderadamente na capacidade de infiltração e aeração do solo, favorecendo uma melhor dinâmica biológica e química especialmente em sistemas com maior cobertura vegetal, como no SAF (Novais *et al.*, 2017).

6.5 IMPLANTAÇÃO E MANEJO DO SISTEMA AGROFLORESTAL

A vegetação utilizada na propriedade é composta principalmente por espécies de crescimento rápido, que toleram podas e possuem boa capacidade de rebrote, atuando como “plantas de serviço” para a produção de biomassa verde (matéria orgânica). De acordo com Hanisch (2024), a implantação de sistemas agroflorestais oferece diversos benefícios, especialmente pela escolha adequada das espécies arbóreas, que contribuem para a melhoria da qualidade do solo, do ar e da água nas áreas ao redor (figura 5).

Quando se utilizam árvores nativas, seu crescimento prolongado permite o armazenamento de carbono por longos períodos, além de auxiliar na redução da pressão sobre o desmatamento em regiões de florestas nativas. Estudos recentes indicam que maior diversidade de árvores, especialmente nativas, aumenta a acumulação de carbono no solo e na biomassa, reforçando papel fundamental das espécies nativas no sequestro de carbono (Weiskopf *et al.*, 2023).

Figura 5 - Monitoramento e inspeção do sistema (SAF) durante implantação.



Fonte: Autor, 2025

Em meados de dezembro de 2024, foi realizada vistoria e limpeza das bananeiras e roçada do entorno, o que representa, mais do que uma atividade de manejo agrícola, um conjunto de ações planejadas que visam à saúde das plantas, à segurança dos trabalhadores e à preservação do ambiente (Figura 5). Ferreira *et al.* (2025) ratificam que o manejo em áreas de sistema agroflorestal envolve a adoção de práticas que simultaneamente promovem a saúde vegetal e preservam os recursos naturais, o que contribui para a sustentabilidade ambiental do sistema. Essas ações integradas constituem estratégias fundamentais para a produtividade sustentável e a segurança no campo em sistemas agroflorestais.

A primeira etapa de limpeza das bananeiras consistiu na inspeção técnica das áreas, identificando plantas doentes, folhas secas ou amassadas e caules que apresentavam sinais de pragas. Em seguida, houve a retirada seletiva de folhas velhas e danificadas, sempre com o cuidado de não danificar as folhas jovens que contribuem para a fotossíntese. Silva *et al.* (2023) destacam que a inspeção criteriosa da bananeira para identificar plantas doentes, folhas secas ou danificadas é fundamental no manejo integrado de doenças e pragas, sendo a retirada seletiva de folhas velhas essencial para reduzir fontes de infecção e permitir maior circulação de ar, o que melhora a saúde da planta sem comprometer folhas jovens que são importantes para a fotossíntese.

A definição de objetivos claros para o manejo da bananeira inclui melhorar a ventilação entre as plantas e reduzir fontes de contaminação, facilitando o controle fitossanitário, o que contribui para a saúde da planta e melhor desenvolvimento da cultura (Queiroz *et al.*, 2023).

O bananal foi estabelecido como componente de média a longa duração, com variedades adaptadas à região, formando uma camada de dossel que facilita a

infiltração de água e a retenção de calor, além de fornecer biomassa contínua ao sistema.

Durante inspeção foi identificado praga na amora (figura 6), a cochonilha escama vermelha (*Aonidiella aurantii*). Essa praga está presente em várias regiões do Brasil e ataca todas as partes da planta, extraindo seiva e provocando danos como redução da produtividade, queda de frutos, amarelecimento e queda das folhas, podendo levar à morte dos ramos finos e galhos (Embrapa, 2025).

Quanto ao manejo da cochonilha em sistema agroflorestal (SAF), estudos indicam que esses sistemas podem influenciar a dinâmica de pragas de forma positiva (figura 6). O ambiente diversificado dos SAF tende a apresentar menores níveis de infestação quando comparado a sistemas de cultivo não diversificados, especialmente porque as plantas não hospedeiras e a diversidade biológica atuam como barreiras físicas e interferem na orientação dos insetos praga. Além disso, os SAFs promovem o aumento dos inimigos naturais das pragas, o que ajuda no controle biológico. Entretanto, o manejo integrado deve ser cuidadoso e baseado no conhecimento da biologia e ecologia dessas pragas para evitar desequilíbrios (Silva, 2020).

Figura 6 - Monitoramento de doenças e plantas daninhas no sistema (SAF).



Fonte: Autor, 2025

As armadilhas chamadas "moleque" em bananeiras foram implantadas no sistema, mas diante do monitoramento não foram encontradas as pragas mais comuns (figura 7). Segundo, Fancelli *et al.* (2024) essas armadilhas, consistem em pedaços de pseudocaule ou rizoma cortado de bananeiras já colhidas, que atraem o besouro *Cosmopolites sordidus* (broca-do-rizoma) pelo odor característico liberado. A armadilha do tipo cunha, considerada a mais eficiente para monitoramento e

controle, é produzida por cortes específicos no pseudocaule, criando uma estrutura em "boca" que libera os gases atrativos dos insetos. Essas armadilhas podem ser usadas isoladamente ou associadas a algum controle biológico.

Figura 7 - Armadilhas tipo "moleque" implantadas no Sistema Agroflorestal



Fonte: Autor, 2025

Em síntese, a limpeza das bananeiras, mamoeiros, mandioca, milho e outros, aliada à roçada do local demonstra que o manejo cuidadoso, aliado a técnicas adequadas e a proteção ambiental, pode promover plantas mais saudáveis e um agroecossistema mais sustentável, enfatizando a importância da circulação adequada do ar e espaçamento correto para minimizar riscos fitossanitários e maximizar o desenvolvimento das plantas. (Ventura *et al.*, 2024).

O mamoeiro contribui com frutos de alto valor nutricional e rápida circulação de recursos. Seu plantio foi realizado em fileiras sob a copa parcial de árvores frutíferas já existentes, aproveitando o sombreamento parcial para reduzir o estresse hídrico e a intensidade de raios solares diretos. Ventura *et al.* (2024) indicam que o sombreamento moderado pode reduzir a evapotranspiração, diminuir o estresse térmico e hídrico na planta, protegendo-a da radiação solar direta, aspectos importantes para culturas em regiões tropicais e semiáridas.

A mandiocultura oferece raízes que estruturam e melhoram a drenagem, reduzindo erosões e compactação do solo, além de possuir boa adaptabilidade a

solos degradados. A mandioca foi plantada em covas com manejo de cobertura morta, buscando manter a umidade e estimular a atividade de microrganismos benéficos (figura 8).

A implantação do milho em Sistema Agroflorestal (SAF) representa uma estratégia sustentável para diversificação e intensificação produtiva desse sistema. O milho, como cultura de ciclo curto e heliófita (plantas que precisam de muita luz solar para crescer e se desenvolver bem), é recomendado para ser implantado nas fases iniciais dos SAFs, junto com mudas de espécies frutíferas e madeireiras em crescimento. Essa prática facilita a colonização rápida da área e provê sombreamento inicial às plantas arbóreas jovens, promovendo a proteção contra radiação excessiva e estimulando o desenvolvimento integrado do sistema (Silva; Junqueira, 2024). Além disso, o cultivo de milho entre as linhas de árvores permite a geração de renda para o agricultor ainda nas primeiras safras, contribuindo para a sustentabilidade econômica e ecológica dos SAFs (figura 8).

A importância do milho em SAFs está também relacionada à conservação do solo e à produção de matéria orgânica, que favorece a microbiota do solo e ajuda a evitar a erosão. Segundo estudos recentes, a produtividade do milho em sistemas agroflorestais pode ser equivalente à da monocultura, com vantagens adicionais como a melhora das condições ambientais e do ciclo de nutrientes (Fernandes *et al.*, 2020).

O manejo adequado, incluindo espaçamento que permita mecanização e uso de adubação orgânica, potencializa os benefícios e viabiliza a produção em larga escala com práticas agroecológicas (Silva; Junqueira, 2024). Assim, o milho desempenha papel fundamental na viabilidade técnica e econômica dos SAFs, contribuindo significativamente para a sustentabilidade e resiliência dos sistemas produtivos rurais.

Figura 8 - Implantação da mandioca, milho e mudas de abacaxi, no sistema agroflorestal (SAF).



Fonte: Autor, 2025

Takáhashi e Fidalski (2019), afirmaram que o preparo do solo para produzir raízes de mandioca com menos limitações físicas, além de verificarem atributos físicos do solo (densidade aparente, macroporosidade) em diferentes sistemas de preparo (convencional, mínimo, semeadura direta). Garreto *et al.*, (2023), confirmam que, com manejo adequado, a mandioca pode contribuir para a conservação do solo, protegendo contra erosão e ajudando a manter estrutura/drenagem.

Utilizaram-se ferramentas adequadas, como facões bem afiados, tesouras de poda e luvas de proteção, para assegurar cortes precisos e reduzir o risco de ferimentos. Os restos vegetais foram classificados para reaproveitamento: as folhas saudáveis deixadas como cobertura do solo, enquanto os resíduos com sinais de infecção ou pragas foram descartados conforme os protocolos de manejo fitossanitário, evitando a contaminação de demais áreas.

Ao longo do ciclo, observou-se que a convivência entre as culturas favoreceu a estabilidade ambiental do espaço (figura 9), a matéria orgânica proveniente das folhas e frutos em decomposição alimentou a matéria seca do solo, aumentando a capacidade de retenção de água e a atividade de decompositores. De acordo com Oliveira (2025), práticas como a integração lavoura-pecuária e rotação de culturas promovem maior estabilidade ambiental, aumento da matéria orgânica do solo e maior atividade biológica, corroborando o impacto positivo no ciclo do solo e no ambiente agronômico.

Figura 9 - Monitoramento da eficiência produtiva do sistema agroflorestal (SAF)



Fonte: Autor, 2025

6.6 CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS, PRAGAS E DOENÇAS NO SISTEMA

A construção de um sistema agroflorestal não exclui desafios, a incidência de pragas e doenças exigiu monitoramento constante e manejo integrado. No mandiocal, destacaram-se plantas daninhas de difícil manejo inicial, bem como ataques de nematódeos que podem comprometer o sistema radicular e reduzir a produtividade.

A roçada do local, por sua vez, envolveu a remoção de plantas daninhas existentes como (figura 10), trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) trevo branco (*Trifolium repens* L.), tiririca (*Cyperus rotundus* L.) entre outras. A capina manual não é eficaz pela propagação vegetativa da planta (Canavessi, 2022). Nesse sistema foram evitados todos os tipos de controle químico.

Figura 10 - Controle de plantas daninhas no sistema agroflorestal (SAF).



Fonte: autoria própria. Identificação de plantas daninhas (A) trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.), (B) trevo branco (*Trifolium repens* L.), (C) tiririca (*Cyperus rotundus* L.)

Durante a roçada, houve atenção à segurança: uso de EPI (capacete, protetor auricular, óculos de proteção, bota apropriada) e à programação de pausas para evitar excesso de esforço. A atenção à segurança durante a roçada, com uso de equipamentos de proteção individual (EPI), é uma prática fundamental recomendada em trabalhos de manejo manual para garantir a saúde dos trabalhadores e a eficiência do manejo (Canavessi, 2022).

No bananal, foram observados episódios de fusariose, doenças fúngicas que, se não controladas, reduzem o rendimento de pencas e a qualidade dos cachos. No mamoeiro, a podridão apical, a mancha bacteriana (*Pseudomonas syringae*) e o míldio (*Plasmopara*). Tais doenças geralmente são registrados em períodos de alta umidade, agravados pela proximidade com culturas que favorecem a circulação de patógenos (Naves *et al.*, 2021). O manejo de formigas ocorreu desde o início da implantação do sistema de mudas a fim de reduzir os danos causados na área, com monitoramento permanente.

O manejo dessas pragas e doenças baseou-se em estratégias de controle integrado. Em relação à mandioca, investiu-se em rotação de cultivos, adubação orgânica e aplicação de compostos biológicos de controle de nematoides quando disponíveis, além de manter a cobertura morta para reduzir o estresse radicular.

Em relação às bananeira, práticas de manejo de folhas, desfolha seletiva para reduzir a umidade e a densidade de plantas foram adotadas (figura 11).

Figura 11 Manejo de corte de folhas e plantas remanescentes no Sistema Agroflorestal



Fonte: Autor, 2025

No mamoeiro, a priorização de mudas resistentes, a prática de plantio em áreas bem drenadas e o manejo de irrigação evitaram condições propícias para a doença; o controle biológico de pragas-fonte (como cochonilhas e tripses) também foi parte do protocolo, aliado à higiene das áreas de manejo.

6.7 ESCOLHA DAS ESPÉCIES E IMPLANTAÇÃO DO SAF – 2ª ETAPA

Na fase de seleção das espécies, priorizou-se a diversidade e a utilização de espécies nativas, visando garantir a estabilidade e sustentabilidade do sistema agroflorestal. As seguintes espécies foram implantadas no SAF:

- **Espécies Arbóreas:** mulungu (*Erythrina mulungu*), graviola (*Annona muricata*), pêssego (*Prunus persica*), goiaba (*Psidium guajava*) e mamão (*Carica papaya* L.).
- **Espécies Arbustivas:** cacau (*Theobroma cacao*), carambola (*Averrhoa carambola*), jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*), ingá (*Inga edulis*), fruta do conde (*Annona squamosa*), amora (*Morus nigra* L.), ameixa preta (*Prunus salicina*), pitanga (*Eugenia uniflora*), carambola (*Averrhoa carambola*) e araça (*Psidium firmum*).
- **Espécies Herbáceas:** mandioca (*Manihot esculenta*), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), banana nanica (*Musa paradisíaca*), banana pacovan (*Musa x paradisíaca*), banana prata (*Musa x paradisíaca*), banana da

terra (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana*), inhame (*Colocasia esculenta*), milho (*Zeas Mays*), guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) e abacaxi (*Ananas comosus* L).

- **Espécies palmeiras:** Palmito real (*Archontophoenix cunninghamiana*)

As mudas foram obtidas por meio de doações de hortos comunitários e da própria instituição, garantindo a sustentabilidade do sistema e o uso de espécies adaptadas ao ambiente local. A diversidade de cultivos implantados permitirá uma produção de alimentos variada e regular, além de contribuir para a recuperação ambiental da área.

A última etapa da implantação data de 20 de fevereiro de 2025, quando foi realizado a limpeza do local, folhas e galhos foram colocados em fileiras para deixar o ambiente mais organizado e a plantação de novas plantas frutíferas (figura 12), como: cacau (*Theobroma cacao*), carambola (*Averrhoa carambola*), jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*), ingá (*Inga edulis*), fruta do conde (*Annona squamosa*), amora (*Morus nigra* L.), ameixa preta (*Prunus salicina*), pitanga (*Eugenia uniflora*) e araça (*Psidium firmum*).

Figura 12 - Implantação das mudas de plantas frutíferas no sistema agroflorestal (SAF).





Fonte: Autor, 2025

6.8 AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO E PROCESSOS ECOLÓGICOS DO SISTEMA

A construção da avaliação consiste nos anos 2024/25, se caracterizando numa avaliação de um ano. Toda a produção de vigência do projeto foram doadas, por se tratar de um experimento para confecção deste trabalho de conclusão de curso. Além de demonstrar para toda comunidade acadêmica as possibilidades existentes para o cultivo e preservação de áreas florestais.

A produtividade das culturas em sistemas agroflorestais apresenta variações influenciadas por fatores climáticos, manejo e a interação dos componentes do sistema. A mandioca, quando manejada adequadamente e com controle eficaz de pragas, pode alcançar rendimentos, média variando de 25 a 36 t/ha em cultivos sob condições adequadas, (Santos *et al.* 2024) (figura 13).

Figura 13 -Produtividade das culturas no Sistema Agroflorestal



Fonte: Autor, 2025

A produtividade da banana, embora moderada, apresenta cerca de 10 kg/ha, influenciada pela disposição das plantas e manejo hídrico que favorece a densidade ideal de plantio e otimiza a produção de frutos ao longo do ciclo (Ferreira *et al.*, 2023), (figura 13).

Já o mamoeiro demonstra rendimentos variando de 10 a 15 t/ha quando cultivado com clones adaptados ao microclima local e sob manejo que mantém equilíbrio hídrico e luminosidade, conforme destacado por Oliveira *et al.* (2023). Por se tratar de um período de implantação, não houveram muitas colheitas de frutos produzidos no sistema agroflorestal da faculdade (UNIGUAÇU).

De acordo com Melo *et al.* (2022), a integração dessas culturas em sistemas agroflorestais proporciona benefícios indiretos essenciais para a sustentabilidade: incremento na infiltração da água no solo, redução dos processos erosivos, melhoria da qualidade do solo e a obtenção de insumos adicionais como folhas para compostagem, cobertura palhada e cascas para adubação orgânica (figura 14).

Figura 14 - Sistema Agroflorestal implantado (área – UNIGUAÇU)



Fonte: Autor, 2025

Os resultados da implantação do sistema agroflorestal (SAF), confirmam que, mesmo em fase inicial de implantação, as práticas de manejo, controle de pragas e otimização hídrica influenciam significativamente a produção das culturas (fig. 14). Além disso, a importância dos sistemas agroflorestais para a conservação do solo, melhoria da qualidade ambiental e sustentabilidade foi evidenciada, destacando seu potencial para aplicação acadêmica e comunitária.

Para dar continuidade à pesquisa, recomenda-se ampliar o tempo de avaliação para capturar as variações sazonais e de longo prazo, assim como incorporar análises de indicadores de saúde do solo, biodiversidade associada e eficiência do uso da água, aprofundando a compreensão dos mecanismos que sustentam a produtividade e a resiliência desses sistemas.

7 CONCLUSÃO

A implantação do sistema agroflorestal mostrou-se consistente com as exigências ambientais e técnicas previstas na legislação vigente, evidenciando a aptidão da área para práticas agrícolas sustentáveis. O manejo cuidadoso, incluindo vistoria, limpeza das culturas e controle integrado de pragas, contribuiu para a melhoria da saúde das plantas e para a organização do espaço produtivo.

A escolha diversificada das espécies nativas e adaptadas propiciou a formação de um sistema agroecológico equilibrado, que favoreceu a ciclagem de nutrientes, a conservação do solo e o sequestro de carbono. Apesar dos desafios impostos pelas plantas daninhas e doenças, o monitoramento constante e a adoção de práticas sustentáveis permitiram a manutenção da produtividade agrícola, reforçando o potencial do sistema agroflorestal para a produção diversificada de alimentos aliada à recuperação ambiental.

Assim, os resultados observados indicam que o modelo de cultivo implantado pode servir como referência para futuros projetos agroflorestais em propriedades com características semelhantes.

8 REFERÊNCIAS

AGROLINK. **Trapoeiraba (*Commelina benghalensis*)**. 2025. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/problema/trapoeiraba_93.html. Acesso em: 11 out. 2025.

AGROLINK. **Cochonilha escama vermelha (*Aonidiella aurantii*)**. 2025. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/problema/cochonilha-escama-vermelha_243.html. Acesso em: 11 out. 2025.

AGUIAR, Jonas da Paz; CASTRO, Cláudia Silva de; FARIAS-RAMIREZ, Asdrubal Jesus. Valores, atitudes e comportamentos ambientais em estudantes do Ensino Médio em uma escola pública na Amazônia Brasileira. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 13, n. 1, p. 182-195, 2021. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/pesquisa/article/view/15544>. Acesso em: 13 out. 2025.

AGUIAR, Maria Ivanilda de; SILVA, Rafael Barbosa da; OLIVEIRA, Maria Luísa de. Metodologias para análise da estrutura do solo em sistemas agroflorestais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 47, n. Spe, 2023. Disponível em: <https://locus.ufv.br/bitstreams/a69ac342-9076-44ea-a7ac-4987953dfe0f/download>

AGUIAR, Maria Ivanilda de; SANTOS, Maria Betânia Galvão dos; LIMA, Paulo César de; FERNANDES, Raphael Bragança Alves; JUCKSCH, Ivo; CARDOSO, Irene Maria. Avaliação da compactação do solo em sistemas agroflorestais na região Sudeste do Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 53, n. 2, p. 1 -11, 2022. DOI: 10.5935/1806-6690.20220043.

ALMEIDA, Caio Márcio V. C. De; SOUZA, Victor Ferreira de; LOCATELLI, Marília; COSTA, Rogerio Sebastiao Correa da; VIEIRA, Abadio Hermes; RODRIGUES, Antonio Neri azevedo; COSTA, Jose Nilton Medeiros; RAM, Asha; SÁ, Claudenor Pinho de; VENEZIANO, wilson; MELLO JÚNIOR, Raimundo da Silva. Sistemas agroflorestais como alternativa auto-sustentável para o Estado de Rondônia. Porto Velho: **PLANAFLORO**; PNUD, 59p. 1995. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/698267>. Acesso em: 06 set. 2025.

ALVES, Eliseu; LOCKS, Aline Maldonado; POLDI, Amanda; MENDES, Ana; MELLES, Carlos; CARRARA, Daniel; ALVES, Eliseu; TURRA, Francisco; VIEIRA FILHO, José Eustáquio R.; MEGIDO, José Luiz Tejon; HARFUCH, Leila; FREITAS, Márcio Lopes de; NEVES, Marcos Fava; VASCONCELOS, Mariana; LIMA, Rodrigo C. A. **O Brasil plantou um futuro verde: produção agropecuária sustentável e inovação**. Brasília: Embrapa, 2023. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1153216/1/FUTURO-AGRICULTURA-BRASILEIRA.pdf>. Acesso em: 10 de outubro de 2025.

ALTIERI, Miguel A.; NICHOLLS, Clara I. Agroecologia e os desafios da sustentabilidade. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 1, p. 5-17, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rba/a/84g3xx4sGQSjx8gRkvZ8rXR/>

ALTIERI, Miguel Ángel; NICHOLLS, Clara Isabel; HENAO, Alejandro; LANA, Marcia Ayres. Agroecology and the Transformation of the Agro-Food System. **Sustainability**, v. 10, n. 2, p. 302, 2018. DOI: 10.3390/su10020302.

ALTIERI, Miguel Ángel; NICHOLLS, Clara Isabel; HENAO, Alejandro et al. Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 35, p. 869–890, 2015. DOI: org/10.1007/s13593-015-0285-2.

ALTIERI, Miguel Ángel. For an agriculture that doesn't get rid of farmers. **NACLA Report on the Americas**, v. 35, p. 29-34, 2002. DOI: org/10.1080/10714839.2002.117225533.

ARAUJO, Maria Inêz Oliveira; DOMINGOS, Patrícia. **Perspectiva teórico-metodológica da educação ambiental na escola**. Pesquisa em Educação Ambiental, v. 13, n. 1, p. 182-195, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.18675/2177-580X.vol13.n1.p182-195>. Acesso em: 13 out. 2025.

ARAÚJO, Fabiana Aparecida da Silva; ANDRADE, Luciano Pires de; MOLICA, Renato José Reis; ANDRADE, Horasa Maria Lima da Silva. Indicadores de sustentabilidade para sistemas agroflorestais: levantamento de metodologias e indicadores utilizados. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 2022 v. 60, n. spe, p. e246191 Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.246191>.

ASSIS, Kamila Cristina de Credo; PIANTONI, Jane; AZEVEDO, Rodrigo Ferraz. Tecnologias em agricultura inteligente: Eficiência e sustentabilidade. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 4, e7013445072, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v13i4.45072>.

ASSAD, Eduardo Delgado de Souza; CASIMIRO LOPES ASSAD, Maria Leonor Ribeiro. Mudanças do clima e agropecuária: impactos, mitigação e adaptação. **Estudos Avançados**, v. 38, n. 112, p. 271-292, 2024. DOI: 10.1590/s0103-4014.202438112.015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/jJP56TJd4ZCKvQ4YmPhXgCk/>.

BATISTA, Caique Duarte; BARBOSA, Marianne Gonçalves. Percepção do uso do manejo integrado de pragas por produtores rurais da Região da Serra da Ibiapaba-Ceará. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. e65791110271, 2020. DOI: <dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i11.10271>.

BALDI, Aline; SILVA, Ricardo B.; QUEIROZ, João P. Sistemas Agroflorestais: heterogeneidade e sustentabilidade ecológica. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 16, n. 2, p. 493-503, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33240/rba.v16i2>. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rbagroecologia/issue/view/2709>.

BEUTLER, Sebastião; CENTURION, José; ALENCAR, Cláudia. Técnicas avançadas para avaliação da compactação do solo na agricultura tropical. **Revista de Engenharia Agrícola**, v. 42, n. 1, p. 135-148, 2022. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revistadeengenhariaagric>.

BORGES, Antônio Fernando; SOUZA, Luiz Manoel de. Benefícios na fauna edáfica do solo relacionados à calagem e cobertura em bananais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33(1), 123-134, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/i/2009.v33n3/>, acesso em: 10 de out. 2025.

BONETE, Josué Marrone; BUSSOLO, Kleovani; ADAMANTE, Jean Marcos; LIMA, Leomar dos Santos Lima; DA SILVA, Deonildo Lucas; KRUG, Vandrey Arenhardt; DIAS, Erico Lino de Carvalho; COUTINHO, Pablo Wenderson Ribeiro. **Diagnóstico rápido da estrutura do solo no sistema agroflorestal implantado na UNIGUAÇU**. IV Encontro de Pesquisa, Extensão e Inovação. São Miguel do Iguaçu – PR. 2024.

BRANDÃO, Luma Mirely de Souza; SANTOS, Maria Helena Lopes de Carvalho; SANTOS, Eliane Evelise Farias dos; LIMA, Anderson Gomes da. Panorama brasileiro de produções acadêmicas acerca da agroecologia e segurança alimentar. **Revista Semiárido De Visu**, v. 12, n. 1, p. 65-81, fevereiro 2024. DOI: <https://doi.org/10.31416/rsdv.v12i1.510>.

CANAVESSI, Hiago. **Eficiência da capina mecânica automatizada no controle de plantas daninhas na soja em semeadura direta no sistema orgânico**. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2022. Disponível em: https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/6504/5/Hiago_Canavessi_2023.pdf. Acesso em: 11 out. 2025.

CARDINAEL, Regis; MAO, Zhiyong; CHENU, Claire; HINSINGER, Philippe. Belowground functioning of agroforestry systems: recent advances and perspectives. *Plant and Soil*, v. 453, n. 1, p. 1-13, 2020. DOI: [org/10.1007/s11104-020-04633-x](https://doi.org/10.1007/s11104-020-04633-x).

CARNEOSSO, Poliana Batista; BATISTA, Angeliza Quatrin da Silva; VAZ, Ricardo Zambarda. **Impacto das mudanças climáticas na agricultura familiar: desafios, adaptações e implicações socioeconômicas**. Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Palmeira das Missões, 2024. Disponível em: <https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/569/2024/11/IMPACTO-DAS-MUDANCAS-CLIMATICAS-NA-AGRICULTURA-FAMILIAR-DESAFIOS-ADAPTACOES-E-IMPLICACOES-SOCIOECONOMICAS.pdf>.

CARNEIRO, Vandervilson Alves; GARÇÃO, Lucimar Marques da Costa; SANTOS, Felipe Corrêa Veloso dos; LEANDRO, Wilson Mozena. Avaliação da resistência do solo à penetração em sistemas agrícolas: metodologia e aplicações recentes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 47, n. Spe, 2023. Disponível em: <https://www.rbcsjournal.org/pt-br/>. Acesso em 12 de out. 2025.

CASTRO, Lucas Gabriel de; SILVA, Mariana Vitória da; SOUZA, Pedro Henrique; OLIVEIRA, Fernanda Ribeiro de; LIMA, João Carlos. Avaliação do uso de drones (UAVs) nas atividades agroflorestais, incluindo monitoramento da altura da planta, estresse e vigor, por meio de sensores multiespectrais. **Revista Diversitas Journal**, v. 9, n. 3, p. 1093-1105, 2021. Disponível em: https://diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/2887.

CEPLAC/Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Sistemas Agroflorestais (SAFs): conceitos e práticas**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/ceplac/publicacoes/outras-publicacoes/relatorio-ceplac.pdf>

CHERUBIN, Maurício. Agricultura brasileira pode ser arma poderosa contra mudanças climáticas. **Jornal da USP**, 23 jun. 2025. Disponível em: <https://jornal.usp.br/radio-usp/agricultura-brasileira-pode-ser-arma-poderosa-contra-mudancas-climaticas/>. Acesso em: 10 out. 2025.

CONWAY, Gordon Richard. The properties of agroecosystems. **Agricultural Systems**, v. 24, p. 95-117, 1987. DOI: [org/10.1016/0308-521X\(87\)90056-4](https://doi.org/10.1016/0308-521X(87)90056-4).

COUTINHO, Pablo Wenderson; OLIVEIRA, Paulo Sérgio; ECHER, Márcia; CADORIN, Danielle; VANELLI, Jaqueline. Establishment of intercropping of beet and chicory depending on soil management. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, p. 674-682, 2017. DOI:doi.org/10.5935/1806-6690.20170078.

CRUZ, Letícia Rutz Dewantier da; GUEDES, Amanda. Sistema agroflorestal como instrumento pedagógico para a construção do conhecimento em agroecologia: o caso da Escola Família Agrícola da Região Sul (EFASUL). **Revista Aracê**, v. 7, n. 7, p. 39434-39442, 2025. DOI: [10.56238/arev7n7-247](https://doi.org/10.56238/arev7n7-247).

DOS SANTOS, Luciano Pereira. A Importância da Agricultura Familiar para a Sustentabilidade e Segurança Alimentar: Desafios e Perspectivas. **MULTI DISCIPLINAR**, v. 5, p. 76, 2024. Disponível em: <https://revistaevolucione.ibra.edu.br/magazines/magazinemulto24.pdf#page=76>. Acesso em: 09 de out. 2025.

DUARTE, Adair; MARANHO, Álisson Sobrinho; BURLAMAQUI, Flávia; LOPES, Maria Aparecida; TESSINARI, Eliz. Sistemas Agroflorestais. 1. ed. Rio Branco: **SOS Amazônia**, 2016. v. 1. Disponível em: <https://www.fundoamazonia.gov.br/pt/.galleries/documentos/acervo-projetos-cartilhas-outros/SOS-Amazonia-Sistemas-Agroflorestais-cartilha.pdf>.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Manual de métodos para avaliação da qualidade física do solo**. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/151974/solos-adensados-eou-compactados-identificacaodiagnostico-e-alternativas-de-manejo>. Acesso em 12 de out. 2025.

EMBRAPA RECURSOS GENÉTICOS E BIOTECNOLOGIA. **Manejo integrado da cochonilha escama vermelha (*Aonidiella aurantii*)**. Brasília, DF: Embrapa, 2025. Disponível em: <https://www.embrapa.br/recursos-geneticos-e-biotecnologia>. Acesso em: 14 out. 2025

FANCELLI, Marilene Maria; MESQUITA, Adelino Lopes Moreira; QUEIROZ, Juliana Silva; DIAS, Ana Bela; NASCIMENTO, Andréia Silva; CALDAS, Robson Carlos; LEDO, Carlos Alberto da Silva; GUILLÉN SÁNCHEZ, César. **Amadilhas sustentáveis controlam principal praga da bananeira**. Embrapa, 2024. Disponível

em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/88232716/armadilhas-sustentaveis-controlam-principal-praga-da-bananeira>. Acesso em: 11 out. 2025.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **The State of Food Security and Nutrition in the World**, 2022. Roma: FAO, 2022. DOI: 10.4060/cc0639en.

FÁVERO, Fernando Henrique; ARAÚJO, José de Oliveira; PÉREZ, Carmen Regina. Avaliação da estabilidade e densidade do solo em áreas de sistema agroflorestal e fragmento florestal em Paraty-RJ. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n6, p. 2311-2321, 2008. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/967744/1>. Acesso em 12 de out. 2025.

FERNANDES, Carlos Roberto; SILVA, Ana Wendel Fagundes da. Uma revisão bibliométrica da produção científica relacionada à sustentabilidade. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 16, n. 5, 2025. DOI: [org/10.7769/gesec.v16i5.4983](https://doi.org/10.7769/gesec.v16i5.4983).

FERREIRA, Roberta Alves da Silva; SILVA, Nardel Luiz Soares da. Manejo integrado de pragas: sustentabilidade e redução do uso de agrotóxicos em culturas comerciais. **Revista Aracê**, v.7, n.7, p.39363-39367, 2025. DOI: 10.56238/arev7n7-242.

FERREIRA, Vinícius de Jesus; SARMENTO, Maria Iza de Arruda; SANTOS, Sirlândia da Silva; CERQUEIRA, Cailane Rocha. Sistema agroflorestal e o processo de diversificação produtiva na agricultura familiar. **Revista Aracê**, v. 7, n. 1, p. 2145-2160, 2025. Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/2841>. Acesso em 10 de out. 2025.

FERREIRA, Vitor de Jesus; LIMA, André Luiz dos Santos; OLIVEIRA, Carla Maria de. Manejo hídrico e produtividade da banana em sistemas intercalados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 45, 2023. DOI: 10.1590/0100-2945-2023-0546 Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbfr/>. Acesso em 13 de out. 2025.

FRAZÃO, Leidivan Almeida; MELO, Washington João de; COSTA, Cláudio Ribeiro da; RESCK, Daniel Villela Sant'Anna; MACEDO, Maria Cândida Motta. Impacto do sistema agroflorestal na fertilidade do solo e produção agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 44, p. e020011, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/i/2020.v44/>. DOI: <https://doi.org/10.36783/18069657rbcs2020011>. Acesso em: 15 out. 2025.

GARCIA, Rafael; TORRES, Juliana; ALBAREDA, Luciana; MARTINS, Pedro Henrique; SILVA, Camila; OLIVEIRA, Lucas. Traceability in sustainable food production: Benefits and challenges. **Journal of Cleaner Production**, v. 266, 121815, 2020. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.121815.

GATTO, Ademar; SILVA, Jair C.; CARVALHO, Edson A. de. Ciclagem e balanço de nutrientes no sistema solo-planta em plantio de Eucalyptus. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v; 38, n. 2, p. 621-632. 2014, DOI: 10.1590/S0100-

06832014000200014

GAZOLLA, Márcio; DEMETRIO, Milena; FANTIN, Leidiane Maria. **Custos de produção em Sistemas Agroindustriais Familiares (SAFs) ecológicos e não ecológicos**. Pesquisa da UTFPR, 2025. Mostra que sistemas agroecológicos apresentam custos de produção inferiores e maior rentabilidade para a agricultura familiar. Disponível em: <https://www.h2foz.com.br/ciencia/agroecologia-e-mais-rentavel-para-agricultura-familiar-indica-pesquisa-da-utfpr/>. Acesso em 09 de out. 2025.

GLIESSMAN, Stephen Robert. Transforming food and agriculture systems with agroecology. **Agriculture and Human Values**, v. 37, p. 547-548, 2020. DOI: [org/10.1007/s10460-020-10058-0](https://doi.org/10.1007/s10460-020-10058-0).

GUEDES, Amanda. Sistema agroflorestal como instrumento pedagógico para a formação de jovens: experiência na EFASul. **Revista Aracê**, v. 7, n. 7, p. 39434-39442, 2019. Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/download/6735/9170/26330>. Acesso em: 13 out. 2025.

HANISCH, HANISCH, Ana Lúcia; STIEBLER, Luiz Paulo Prestes de Medeiros. Implantação de sistemas agroflorestais (SAFs) em regiões de clima frio. **Boletim Didático**, n. 175, 2024. Recuperado de <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/BD/article/view/1821>. Acesso em 03 de out. 2025.

KARPINSKI, Frank Willian; DELLÁI, Daniel; BALDICERA, Alana; JUNG, Débora Carreta. A agricultura e seu papel na preservação do meio ambiente: A busca por manejos conservacionistas e eficientes para uma meio mais sustentável. **Revista Unicrea**, v. 2, n. 2, p. 3-16, 2022. Disponível em: <https://revistaunicrea.crea-sc.org.br/index.php/revistaunicrea/article/download/76/75/118>. Acesso em: 09 out. 2025.

LIGEIRO, Flavio; PIRAUX, Marcio; COSTA, Raquel. A necessária transição agroecológica em áreas paleodunares: impactos da agricultura convencional e caminhos para sustentabilidade. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 3, n. 1, p. 45-60, 2022. DOI: [org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.005.0003](https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.005.0003).

LIMA, Juliana Schober Gonçalves. Segurança alimentar e nutricional: sistemas agroecológicos são a mudança que a intensificação ecológica não alcança. **Ciência e Cultura**, v. 69, n. 2, p. 49–50, 2017. DOI: [10.21800/2317-66602017000200015](https://doi.org/10.21800/2317-66602017000200015).

LOIOLA, Marcos Victor do Carmo; SILVA, Marcos Antonio Vanderlei; CERQUEIRA, Tiago Batista; SOUSA, Valdineide Reis; NOGUEIRA, Elier Martins Silva. Aplicação de objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) em agriculturas de base ecológica - agroecossistemas e sustentabilidade. **Revista Semiárido De Visu**, v. 12, n. 2, p. 1075-1087, 2024. DOI: [10.31416/rsdv.v12i2.456](https://doi.org/10.31416/rsdv.v12i2.456).

MALAVOLTA, Ely; VITTI, Godofredo Cesar; OLIVEIRA, Sérgio Augusto de.

Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed.

Piracicaba: POTAFOS, 1997. Disponível em:

<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/servtc5/ies/enecologia/materiales/Eríticos-nut.pdf>. Acesso em: 15 out. 2025.

MELO, João Paulo; SILVA, Ana Lúcia; COSTA, Ricardo Souza; BARBOSA, Maria Fernanda. Benefícios da integração de culturas em sistemas agroflorestais para sustentabilidade ambiental. **Revista Agroecologia e Sustentabilidade**, v. 14, n. 3, p. 123-139, 2022. <https://www.sagri.com.br/sistemas-agroflorestais/>. Acesso em 12 de out. 2025.

MILLER, G. Tyler; SPOLSKY, Matthew; FISCHER, Michael. **Environmental Science: A Global Concern**. 15. ed. New York: McGraw-Hill, 2021. Disponível em: <https://www.mheducation.com/highered/product/environmental-science-a-global-concern-cunningham.html>.

MORAES, Luiz Fernando Duarte de; NICODEMO, Maria Luiza Franceschi; OLIVEIRA, Renata Evangelista de; QUEIROGA, Joel Leandro de. Estratégias para mitigação da compactação do solo em sistemas agroflorestais. **Agroecologia em Revista**, v. 10, n. 2, 2022. DOI: 10.36811/agr.v10i2.145

NAIR, Prakashan Kizhakkethil Ramachandran. Agroforestry systems: an overview. **Agroforestry Systems**, v. 92, n. 2, p. 1-9, 2020. DOI: 10.1007/s10457-017-0098-y.

NAIR, Prakashan Kizhakkethil Ramachandran. Grand challenges in agroecology and land-use. **Frontiers in Environmental Science**, v. 2, n. 1, 2014. DOI: 10.3389/fenvs.2014.00026.

NETO, Carlos Alberto de Souza; SILVA, Rafael Barbosa da; OLIVEIRA, Maria Luísa de. Metodologias para análise da estrutura do solo em sistemas agroflorestais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 47, n. Spe, p. E0230546. 2023. Disponível em: <https://www.rbcjournal.org/pt-br/>. Acesso em 12 de out. 2025.

NOGUEIRA, Matheus Martins. **Controle químico de trapoeraba (*Commelina benghalensis*) em dessecação pré-plantio da cultura da soja**. Trabalho acadêmico (Mestrado em Bioenergia e Grãos) — Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/4080>. Acesso em: 11 out. 2025.

SOARES, Antônio Flávio; SILVA, Sebastião Alves da; COSTA, José Ferreira; FARIAS, Valdênia da Silva; NOGUEIRA, Ana Sílvia; SANTOS, Maria Aparecida dos. Sistemas agroflorestais e seus efeitos sobre os atributos químicos do solo em áreas tropicais. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 6, p. 50-65, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/896JCprfHvQjNy5cmMg7jmJ/>. Acesso em: 15 out. 2025.

NOVAIS, Roberto Ferreira; ALVAREZ V., Victor Hugo; BARROS, Nairam Félix de; FONTES, Rafael Lacerda Fontes; CANTARUTTI, Reinaldo Bertola; NEVES, José Cláudio Lima; RIBEIRO, Augusto Chaves; OLIVEIRA, Jorge Antonio de; LIMA, Maria Isolina Pacheco de. Fertilidade do solo. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de**

Ciência do Solo, p. 1017, 2017. Disponível em: <https://www.sbc.org.br/livros/>. Acesso em: 15 out. 2025.

OLIVEIRA, João Carlos de; LIMA, Marcelo Ferreira; PEREIRA, Ana Maria Silva; COSTA, Roberto Souza. Importância da análise estrutural do solo para práticas de manejo sustentável. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 46 n. 34, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/>. Acesso em 12 de out. 2025.

OLIVEIRA, Arlene Maria Gomes; MEISSNER FILHO, Paulo Ernesto. **Desempenho produtivo de mamoeiro em sistemas agroflorestais: estudo de clones adaptados ao microclima**. Embrapa Estudos Técnicos, v. 45, p. 1-20. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/sistemas-agroflorestais-safs/>. Acesso em 12 de out. 2025.

OLIVEIRA, José Carlos de. **Conservação do solo e práticas sustentáveis para ambientes agrícolas**. Embrapa, 2025. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos>. Acesso em: 14 de out. 2025.

PADOVAN, Maria Paula; COLLETTA, Alda; MENDES, Giovanna Fernandes; SILVA, José Humberto da; ARAÚJO, Jairton Fraga; SANTOS, Ricardo Henrique Silva. Subsídios a políticas públicas para apoiar a adoção de sistemas agroflorestais biodiversos pela agricultura familiar no Brasil. **Cadernos de Agroecologia**, v. 19 n. 2, p. 112-129, 2024. DOI: 10.22231/cad.agroecol.v19i2.10110.

PAULETTO, Daniela; OLIVEIRA, João Marcos; SILVA, Camila Rodrigues; SANTOS, Rafael Henrique; LIMA, Ana Paula; ANDRADE, Luiz Fernando. **Sistemas Agroflorestais na Amazônia Oriental: Análise da adoção, composição e características socioambientais**. Universidade Federal do Pará, Instituto de Biodiversidade e Florestas (Ibef), Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte. 2025. Disponível em: <https://repositorio.ufpa.br/>.

PRIMO, Anaclaudia Alves; SILVA, João Batista de Souza; SANTOS, Maria Aparecida dos; CARVALHO, Pedro Henrique de; LIMA, Rafael Augusto. **Sistemas agroflorestais promovem estoque de carbono no solo 30% maior do que o da vegetação natural**. Embrapa, 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/89033486/sistemas-agroflorestais-promovem-estoque-de-carbono-no-solo-30-maior-do-que-o-da-vegetacao-natural>. Acesso em: 15 out. 2025.

QUEIROZ, Antonio José de M.; SANTOS, Geraldo L. dos; OLIVEIRA JÚNIOR, Geraldo de; SILVA, José Maria da; FREITAS, José Alves de; ANDRADE, José Airton de; BORGES, Ana Lucia; MENEZES, Marilene da Silva. **Sistema produtivo da bananeira (Musa acuminata)**. Embrapa Agroindústria Tropical, 2023. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1162821/1/Sistema-produtivo-bananeira-2023.pdf>.

REHAGRO. **Trapoeiraba: como controlar essa planta daninha**. 2025. Disponível em: <https://rehagro.com.br/blog/trapoeiraba-como-controlar-essa-planta-daninha/>. Acesso em: 11 out. 2025.

RIBEIRO, Julio Cesar Pereira; FERNANDES FILHO, Elpídio Inácio; SANTOS, Ricardo Henrique Silva. **Aspectos determinantes para adoção de sistemas agroflorestais no Brasil: revisão sistemática e metanálise**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, 2022.

RITCHIE, Hannah; ROSER, Max. Our World in Data: **Food Production**. 2022. Disponível em: <https://ourworldindata.org/food-production>. Acesso em: 02 out. 2025.

RODRIGUES, André Carlos. The role of agroforestry systems in carbon sequestration. **Journal of Environmental Management**, v. 300, p. 113678, 2022. DOI: 10.1016/j.jenvman.2021.113678

RUSSELL, John; MARTINS, Ana; PEREIRA, Thiago. Rotação de Culturas e Sustentabilidade do Solo. **Revista Brasileira de Agricultura Sustentável**, v. 15, n. 2, p. 45-60, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rbas>. Acesso em: 05 de out. 2025

SANCHES, Lucas Felipe; OLIVEIRA, José Miguel; CAVALCANTE, Ana Sophia. Economic viability of agroforestry systems in southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 16, n. 1, p. 35-47, 2021. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rbagroecologia>. Acesso em 05 de out. 2025.

SANGALLI, André Roberto; PADOVAN, Mônica Pereira; COELHO-DE-SOUZA, Greicy; MIRANDA, Terezinha Maria. **Sistemas agroflorestais biodiversos conservam e melhoram a qualidade do solo**. Embrapa Agropecuária Oeste, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/60691759/artigo--sistemas-agroflorestais-biodiversos-conservam-e-melhoram-a-qualidade-do-solo>.

SANTOS, Lucas Menezes; ALMEIDA, Thiago Eduardo. Mitigação das mudanças climáticas através de sistemas agroflorestais. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 23, p. 89-99, 2023. Disponível em: <https://www.rbciamb.com.br>. Acesso em 28 de set. 2025

SANTOS, Matheus da Silva; LOPES, Gabriel Eugênio dos Santos; SOUSA, Flávia Silva de; FONTES, Vanessa da Silva Santos; FÉLIX, Odivette Maria Soares; LIMA, Michelle Mara de Oliveira. Implementação, manejo e perspectivas do Sistema Agroflorestal no estado do Ceará, Brasil. **Research, Society and Development**, v.14, n.4, p. e1214448582, 2025. DOI: [dx.doi.org/10.33448/rsd-v14i4.48582](https://doi.org/10.33448/rsd-v14i4.48582).

SILVA, Cláudia Maria da; PEREIRA, João Carlos; ALMEIDA, Fernanda Ribeiro; SOUZA, Ricardo Henrique; SANTOS, Mariana Oliveira; OLIVEIRA, Lucas Eduardo; COSTA, Helena Beatriz. Melhoramento genético de plantas para adaptabilidade às mudanças climáticas. **Revista de Gestão e Secretariado – GeSec**, v. 15, n. 9, p. 1-19, 2024. Disponível em: <https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/download/4161/2712>. SILVA, Anderson Gonçalves da. Considerações sobre insetos pragas em sistemas agroflorestais.

SILVA, Jaeder Freixo da; COSTA, Helcio; ZANUNCIO JUNIOR, José Salazar.. Manejo integrado da broca-do-rizoma (*Cosmopolites sordidus*) na cultura da banana. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 46, 2023. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/4429/1/boletimtecnico11-banana.pdf>. Acesso em: 11 out. 2025.

SILVA, Julia Fernandes; ALVES, Thiago Pereira; MORAES, Luiz Fernando. **Avaliação física do solo: estruturas intactas, porosidade e compactação**. Boletim Técnico Embrapa, 2022. Manual e boletins técnicos da Embrapa são disponibilizados em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/151974/solos-adensados-eou-compactados-identificacaodiagnostico-e-alternativas-de-manejo>. Acesso em 13 de out. 2025.

SILVA, Ricardo Barbosa da; SANTOS, Fernanda Almeida dos; LIMA, João Carlos de; MENDES, Ana Paula de. Influência da densidade do solo na sustentabilidade dos sistemas agroflorestais tropicais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 47, 2023. DOI: 10.36783/18069657rbcs20220412.

SILVA, Ricardo Barbosa da; SANTOS, Fernanda Almeida dos; LIMA, João Carlos de; MENDES, Ana Paula de. Diagnóstico da compactação do solo em sistemas agroflorestais tropicais: considerações sobre umidade e resistência. **Anais da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2024. DOI: 10.36783/18069657rbcs20220412.

SWARUP, Satyavathi; EDWARD J. Cargill; CROSBY, Kate; FLAGEL, Lex; KNISKERN, Joel; GLENN, Kevin C. Genetic diversity is indispensable for plant breeding to improve crops. **Crop Science**, v. 61, n. 2, p. 839-852, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/csc2.20377>.

ULYETT, John Michael; LONGSTAFF, David John; THOMPSON, Andrew J. Aumento da retenção hídrica em solos tropicais através de manejo sustentável. In: Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO). **Uso eficiente da água em agricultura**. Roma: FAO, 2014. p. 45-60. Disponível em: <https://www.fao.org/3/i4729e/i4729e.pdf>. Acesso em: 15 out. 2025.

TEIXEIRA, Wellington Lucas; Silva, Marcos Antônio da; Ferreira, José Carlos; Santos, Maria Helena dos; Oliveira, Ana Paula de; Pereira, Carlos Alberto. Uso de coquetel vegetal como cobertura do solo em bananais. **Revista Ciência Rural**, v. 41, n. 4, p. 641-647, 2011. DOI: 10.1590/S0103-84782011000400016.

THE NATURE CONSERVANCY BRASIL. **O potencial e as vantagens dos sistemas agroflorestais na luta contra as mudanças climáticas**. The Nature Conservancy Brasil, 01 out. 2023. Disponível em: <https://www.tnc.org.br/conecte-se/comunicacao/artigos-e-estudos/o-potencial-e-as-vantagens-dos-sistemas-agroflorestais-na-luta-contra-as-mudancas-climaticas/>. Acesso em: 10 out. 2025.

TORMENA, Carlos Alberto; ROLOFF, Gilda. Dinâmica da resistência à penetração de um solo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, p. 333-339, 2002. DOI: 10.1590/S0100-06832002000200021.

VENTURA, José Aires; MARTINS, David dos Santos; FERREGUETTI, Geraldo Antonio. Recomendações técnicas para o cultivo do mamoeiro. Vitória, ES. 198 p. **Incapar**. DOI: 10.54682/livro.9788589274487.

VIANA, Ana Aparecida; OLIVEIRA, Gabriela Gomes Costa de. Avaliações de Impactos Ambientais para a produção Agroecológica. **Revista Integrar**, v.3, n.1, 2025. DOI: 10.54682/livro.9788589274487.

VIEIRA dos Santos, LAIZ Stephany; PANDOLFI, Marcos Alberto Cláudio; MAGRINI, Rosemary Chiuchi. SISTEMAS AGROFLORESTAIS BRASILEIROS. **Interface Tecnológica**, v. 21, n. 1, 2024. DOI: <https://doi.org/10.31510/infa.v21i1.1884>.

WEIMANN, Charles. **Geração de renda do componente florestal em sistemas agrossilvipastoris em propriedades familiares do Vale do Jaguari**, RS. 84f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

WEISKOPF, Sara R; ISBELL, Forest; ARCE-PLATA, Maria Isabel; DI MARCO, Moreno; HARFOOT, Mark; JOHNSON, Jessica; LERMAN, Stephen B; MILLER, Brian W; MORELLI, Tom; MORI, Akira; WENG, Rebecca L; POSSINGHAM, Hugh P; VERMAAT, Justus V; LAURANCE, William, Fortin. Perda de biodiversidade reduz o armazenamento global de carbono em ecossistemas naturais. **Nature Communications**, v. 618, p. 94–101, 2023. DOI: 10.1038/s41467-024-47872-7. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41467-024-47872-7>. Acesso em: 11 out. 2025.

WEZEL, Annelie; ROMEIS, Jens; LAROCHE, Jean. Agroecology as a tool for sustainability. **Agricultural Systems**, v. 178, p. 102-112, 2020. Disponível em: <https://www.journals.elsevier.com/agricultural-systems>. Acesso em: 05 de out. 2025.