



ANAIS

AGROFLORESTAS: UMA ALTERNATIVA À PRODUÇÃO ALIMENTAR E À RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

THALLYSON SOUSA

thallysonbruno2016@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

DANIEL DE ARRUDA CORONEL

daniel.coronel@uol.com.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

RESUMO: Os sistemas agroflorestais (SAFs) representam uma alternativa sustentável ao integrar a produção de alimentos à restauração ambiental de forma equilibrada. Diferentemente das práticas agrícolas convencionais, os SAFs são implantados em ecossistemas mais estáveis, o que os torna mais resilientes. Este estudo investigou como esses sistemas contribuem para a recuperação do solo, aprimoram a capacidade de retenção hídrica, reduzem a erosão e promovem maior biodiversidade. Esses fatores posicionam os SAFs como respostas eficazes aos desafios das mudanças climáticas e da degradação ambiental. Além disso, os SAFs atuam como sumidouros de carbono, mitigando as emissões de gases de efeito estufa. Sua abordagem integrada harmoniza a produção agrícola com a preservação dos recursos naturais, beneficiando tanto o meio ambiente quanto as comunidades locais. Dessa maneira, ao diversificar as fontes de renda, os SAFs fortalecem a segurança alimentar e aumentam a resiliência das comunidades rurais frente às adversidades climáticas, consolidando-se como uma solução sustentável de longo prazo.

PALAVRAS CHAVE: Sistemas Agroflorestais (SAFs), Recuperação Ambiental, Agricultura Orgânica, Agroecologia.

ABSTRACT: Agroforestry Systems (AFS) represent a sustainable alternative by associating food production with environmental restoration in a balanced way. Unlike conventional agricultural practices, AFS are implemented in more stable ecosystems, making them more resilient. This study investigated how these systems contribute to soil recovery, improve water retention capacity, reduce erosion and promote greater biodiversity. These factors position AFS as effective responses to the challenges arising from climate change and environmental degradation. In addition, AFS acts as carbon sinks, mitigating greenhouse gas emissions. Their integrated approach harmonizes agricultural production with the preservation of natural resources, benefiting both the environment and local communities. In this way, by diversifying income sources, AFSs strengthen food security and increase the resilience of rural communities in the face of adverse climate conditions, consolidating themselves as a sustainable long-term solution.

KEY WORDS: Agroforestry Systems (SAF), Environmental Recovery, Organic Agriculture, Agroecology.



AGROFLORESTAS: UMA ALTERNATIVA À PRODUÇÃO ALIMENTAR E À RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

RESUMO: Os sistemas agroflorestais (SAFs) representam uma alternativa sustentável ao integrar a produção de alimentos à restauração ambiental de forma equilibrada. Diferentemente das práticas agrícolas convencionais, os SAFs são implantados em ecossistemas mais estáveis, o que os torna mais resilientes. Este estudo investigou como esses sistemas contribuem para a recuperação do solo, aprimoram a capacidade de retenção hídrica, reduzem a erosão e promovem maior biodiversidade. Esses fatores posicionam os SAFs como respostas eficazes aos desafios das mudanças climáticas e da degradação ambiental. Além disso, os SAFs atuam como sumidouros de carbono, mitigando as emissões de gases de efeito estufa. Sua abordagem integrada harmoniza a produção agrícola com a preservação dos recursos naturais, beneficiando tanto o meio ambiente quanto as comunidades locais. Dessa maneira, ao diversificar as fontes de renda, os SAFs fortalecem a segurança alimentar e aumentam a resiliência das comunidades rurais frente às adversidades climáticas, consolidando-se como uma solução sustentável de longo prazo.

Palavras-chave: Sistemas Agroflorestais (SAFs), Recuperação Ambiental, Agricultura Orgânica, Agroecologia.

AGROFORESTS: AN ALTERNATIVE TO FOOD PRODUCTION AND ENVIRONMENTAL RECOVERY

ABSTRACT: Agroforestry Systems (AFS) represent a sustainable alternative by associating food production with environmental restoration in a balanced way. Unlike conventional agricultural practices, AFS are implemented in more stable ecosystems, making them more resilient. This study investigated how these systems contribute to soil recovery, improve water retention capacity, reduce erosion and promote greater biodiversity. These factors position AFS as effective responses to the challenges arising from climate change and environmental degradation. In addition, AFS acts as carbon sinks, mitigating greenhouse gas emissions. Their integrated approach harmonizes agricultural production with the preservation of natural resources, benefiting both the environment and local communities. In this way, by diversifying income sources, AFSs strengthen food security and increase the resilience of rural communities in the face of adverse climate conditions, consolidating themselves as a sustainable long-term solution.

Keywords: Agroforestry Systems (SAF), Environmental Recovery, Organic Agriculture, Agroecology.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de agroflorestas como alternativa para a produção alimentar sustentável e para a recuperação do meio ambiente tornou-se alvo de discussão no que tange ao futuro das atividades agrícolas. Essa prática combina árvores, culturas agrícolas e, às vezes, animais, trazendo uma série de benefícios ecológicos e socioeconômicos. Estudos recentes indicam que os sistemas agroflorestais (SAFs) desempenham um papel crucial na agropecuária brasileira, favorecendo a sustentabilidade e a diversificação das atividades agrícolas (Savio; José, 2024).

A conservação dos recursos naturais e a implementação de práticas agrícolas sustentáveis estão intrinsicamente ligadas ao manejo adequado do solo. É fundamental considerar a produtividade da região, avaliando a qualidade do solo e outros fatores ambientais, para garantir uma produção agrícola sustentável e equilibrada (Lepsch et al., 1991). Segundo Ramalho Filho e Beek (1995), é fundamental

que haja consciência e respeito pelas limitações existentes na terra. Dentre os elementos que influem na capacidade produtiva do solo, encontram-se a fertilidade, o escoamento, a quantidade de água disponível e as taxas de erosão.

A expansão descontrolada da agricultura e da pecuária comprometeu a qualidade do solo, resultando em sua degradação e no esgotamento de nutrientes. Na década de 1980, aproximadamente 91% das florestas desmatadas no Brasil foram convertidas para uso agropecuário, e metade dessas áreas foram destinadas ao cultivo de culturas perenes e anuais (Amelung; Diehl, 1992). A última publicação de dados no Censo Agropecuário no Brasil, disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE, 2017), indica que as terras agrícolas no país somaram 351,3 milhões de hectares, ou seja, cerca de 41,0% do território brasileiro é viável para a agricultura. Esses dados colaboram com uma “nova era” relativamente aos censos anteriores, sobretudo em relação à mecanização e ao uso de ferramentas de fiscalização e agroquímicos; entretanto, resultaram em redução geral dos números de estabelecimentos rurais desde a década de 1990 (IBGE, 2017).

A produtividade do solo é outro fator impactado, especialmente pela erosão, que acarreta a perda de nutrientes da camada mais superficial e resulta na redução de crescimento das plantas, bem como da produtividade agrícola. Ademais, práticas agrícolas e pecuárias inadequadas também afetarão os níveis de produção devido à manipulação do solo (Tonon; Cavichioli, 2022). De acordo com Trindade Neto (2003), a atual destruição generalizada das florestas e do solo terá um impacto direto na diversidade biológica, reduzindo para menos de 40% o número de espécies conhecidas e colocando em risco potenciais fontes de produtos químicos e medicamentos. No Brasil, a manipulação de solos é sortida e intensiva devido ao uso de técnicas ineficazes e à exploração excessiva de terras para o cultivo de produtos agrícolas. Ambos os fatores resultaram tanto em maiores lucros quanto em riscos para a segurança alimentar.

A relação entre desenvolvimento e meio ambiente envolve fatores interligados e pode ser difícil de equilibrar. O avanço econômico depende frequentemente de recursos naturais e pode impactar o meio ambiente, enquanto a sustentabilidade exige práticas que protejam esses recursos para o futuro, uma vez que a exploração excessiva do solo pode limitar as opções das futuras gerações. As agroflorestas transmitem uma melhor compreensão dessa questão. Esse sistema agrícola baseia-se no uso de recursos renováveis sem causar danos ao meio ambiente, funcionando como um modelo de produção sustentável que proporciona benefícios sociais a longo prazo sem comprometer a produtividade do ecossistema. Para Formoso (2007), os sistemas agrossilvopastoris estabelecem uma relação mais próxima com os estratos da paisagem e otimizam a captura de energia solar, permitindo que várias espécies aproveitem melhor o espaço disponível. Isso ocorre porque essas espécies podem utilizar tanto a altura quanto a amplitude do solo, além de potencializar e reaproveitar a produtividade dos sistemas ecológicos.

A expansão das atividades agropecuárias levou à conversão de vastas áreas florestais em terrenos produtivos. Esse processo ocasiona uma considerável degradação do meio ambiente e, por conseguinte, uma redução da diversidade biológica, levando à extinção de algumas espécies e colocando outras em risco. Adicionalmente, a agricultura tradicional tem gerado diversos dilemas socioambientais, agravando ainda mais a situação. O objetivo deste trabalho é realizar uma revisão bibliográfica sobre os sistemas agroflorestais, examinando sua viabilidade e os benefícios que oferecem como alternativa sustentável para a produção agrícola e a restauração ambiental no Brasil.

Considerando os impactos ambientais dos modelos convencionais de produção, os sistemas agroflorestais (SAFs) emergem como uma estratégia eficiente, integrando culturas agrícolas, espécies arbóreas e, em alguns casos, a produção animal. Esses sistemas contribuem para a recuperação de áreas degradadas, o aumento da biodiversidade, o sequestro de carbono e a melhoria da qualidade do solo e da água, além de fortalecerem a segurança alimentar e a resiliência climática. Nesse sentido, este estudo busca destacar os principais benefícios e desafios dos SAFs, promovendo reflexões que possam

subsidiar práticas agrícolas sustentáveis, políticas públicas e iniciativas voltadas para a conservação ambiental e o desenvolvimento rural.

Para uma exposição mais clara, este estudo está dividido em quatro seções, além desta introdução. Na segunda seção, apresenta-se a revisão bibliográfica; na terceira, descrevem-se os métodos empregados; posteriormente, analisam-se e discutem-se os resultados obtidos; e, por fim, expõem-se as conclusões.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Causas e consequências da degradação

Do ponto de vista das mudanças no uso da terra, a degradação do solo pode ocorrer de duas formas principais: degradação agrícola e degradação biológica. A degradação agrícola resulta da redução da produtividade econômica e do comprometimento dos mecanismos de regulação ambiental. Esse processo ocorre devido à diminuição da capacidade produtiva da biomassa vegetal, causada pela perda de nutrientes e matéria orgânica, além do aumento da acidez e da compactação do solo (Ceretta; Aita, 2010).

Por outro lado, a degradação biológica frequentemente decorre de processos erosivos, seja pela ação da água ou do vento. Seus impactos incluem a redução da capacidade de sustentação das pastagens, o aumento dos custos de produção, a diminuição do capital dos produtores e uma maior pressão pelo desmatamento de novas áreas. Esse tipo de degradação pode levar ao abandono de áreas desmatadas que, mesmo quando recuperadas, apresentam regeneração limitada, resultando em uma recuperação lenta e incompleta da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos das florestas (Wadt, 2003).

O reflorestamento é uma estratégia implementada para restabelecer áreas florestais desmatadas ou degradadas. Os objetivos dessa atividade podem ser agrupados em três principais categorias: a produção de bens florestais madeireiros e não madeireiros, a regeneração natural de florestas e a restauração dos serviços ecossistêmicos para a manutenção da biodiversidade. A aplicação do reflorestamento em determinadas áreas exige tanto ações ativas quanto passivas. Em locais severamente degradados, espécies exóticas podem ser plantadas para iniciar o processo de regeneração natural e melhoria da qualidade do solo.

Além disso, o reflorestamento pode ser planejado estrategicamente ou ocorrer como reflexo de fatores econômicos e políticos. Incentivos financeiros, como pagamentos por serviços ambientais, têm desempenhado um papel fundamental na promoção do uso sustentável das florestas. No entanto, apesar dos esforços de reflorestamento, a perda acumulada de florestas em regiões tropicais ainda supera a área total regenerada (Chazdon, 2012).

A erosão esgota os nutrientes do solo, especialmente após a floração, levando à degradação biológica em poucos anos. Esse processo é acelerado pela exposição direta do solo à água da chuva e pela mineralização da biomassa vegetativa. A erosão hídrica, caracterizada pela remoção da camada superficial do solo devido ao escoamento da água, é um fenômeno comum e particularmente significativo em áreas de alta pluviosidade, como a Região Amazônica. A erosão laminar, causada pelo impacto das gotas de chuva sobre o solo, promove a desagregação das partículas, tornando-as mais suscetíveis ao transporte pela enxurrada (Wadt, 2003).

O reflorestamento, especialmente por meio de sistemas agroflorestais, tem um impacto positivo significativo na estrutura do solo. A introdução de diversas espécies vegetais contribui para o aumento da diversidade estrutural do solo. Árvores e arbustos com diferentes sistemas radiculares desempenham um papel essencial na melhoria da porosidade do solo. As raízes das árvores ajudam a quebrar sua estrutura quando o solo está úmido, criando canais que facilitam a infiltração da água e reduzem a compactação, além de favorecerem a aeração do solo, preservando sua integridade.

Além disso, a decomposição da matéria orgânica das plantas fornece nutrientes essenciais ao solo, promovendo sua fertilidade. Essas matérias orgânicas atuam como agentes agregantes, favorecendo a formação de uma estrutura mais estável. A presença de agregados melhora a retenção de água e nutrientes no solo, proporcionando um ambiente mais adequado para o desenvolvimento das plantas cultivadas (Pequeno; Oliveira; Marques, 2016).

2.2 Retenção e infiltração de água

O método de infiltração de água em solos agroflorestais é vital para garantir a sua conservação a longo prazo. Comparados a pastagens e monocultivos, esses sistemas absorvem um volume de água muito maior e isso se deve, em sua maioria, à presença de várias espécies de árvores, que podem ocupar uma diversidade de camadas horizontais e verticais.

Essa vegetação, resguardada contra erosão e compactação, tem na folha a porta de entrada para o material orgânico, que, no solo, melhora sua estrutura ao formar agregados que aumentam a porosidade e, portanto, a infiltração. Por esse motivo, a vegetação em agroflorestas possui a capacidade de absorver e manter a água no seu interior, pela simples razão de que, em condições tropicais, as folhas em decomposição mantêm a umidade e diminuem a evaporação. No pico da seca, só o sistema de raízes daquela planta na sombra consegue manter a umidade no solo (Sá et al., 2023).

A composição do solo em SAFs pode ser afetada por vários fatores, como a gestão do ciclo de nutrientes e a incorporação de matéria orgânica. Pesquisas de longo prazo mostraram que o Sistema Agroflorestal pode atingir a autossuficiência em nitrogênio através do uso de leguminosas florestais, mas pode não fornecer fósforo adequadamente, particularmente em sistemas de vielas. O manejo adequado, como roçada e poda, contribui para aumentar a fertilidade do solo e aumenta os níveis de nitrogênio e matéria orgânica, aumentando assim a produtividade, além disso, a matéria orgânica é essencial para a estrutura do solo, fornecendo carbono e nitrogênio e contribuindo para a agregação e estabilidade do solo (Grisa; Coutinho, 2022).

A vivacidade biológica do solo em sistemas agroflorestais (SAFs) é geralmente mais elevada em comparação com sistemas de plantio convencional. Isso ocorre porque o sistema promove um ambiente mais favorável para a vida do solo, contribuindo para a formação de conjuntos mais sólidos e melhorando as propriedades físicas do solo. A presença de árvores e a diversidade de espécies vegetais no ambiente ajudam a manter o conteúdo da matéria orgânica e a proteger o solo, visto que estimula a atividade biológica. Além disso, o solo do SAF exibe uma resistência mecânica reduzida à penetração, facilitando o crescimento radicular e a atividade dos organismos do solo (Carvalho; Goedert; Armando, 2004).

Entender como a sucessão funciona num determinado local é essencial, ao ser o processo natural de recuperação dos ecossistemas após distúrbios. Iniciar a sucessão é muitas vezes suficiente, porém, em situações de alta degradação, são necessárias estratégias de longo prazo.

No entanto, essas estratégias devem ser buscadas em situações de alta degradação. Nessa situação, é crucial incluir espécies que promovam a máxima regeneração natural. Essas espécies de plantas, como as leguminosas, que podem crescer em ambientes desfavoráveis, atraem animais e se desenvolvem rapidamente, ajudam a melhorar o sucesso das espécies locais ao reduzir o número de folhas. Para Fávero, Lovo e Mendonça (2008), os sistemas agroflorestais, baseados em princípios agroecológicos, conseguem restaurar regiões degradadas através da reprodução de processos naturais de evolução e renovação.

Além disso, a agrofloresta oferece uma maneira integrada na qual as práticas agrícolas estão ligadas à conservação do meio ambiente de forma que promova a diversidade biológica e a recuperação das funções ecológicas dos solos perturbados. A escolha das espécies arbóreas e o manejo são importantes, ao influenciarem diretamente o desenvolvimento e a produtividade das plantas. Sistemas que cultivam em conjunto, como o SAFRA, em que se faz a semeadura de culturas agrícolas em grande

escala, com o objetivo de produzir em grandes áreas, possuem grande relevância silvicultura, pois proporcionam uma estrutura semelhante à de uma floresta natural, o que permite restaurar áreas degradadas (IAC, 2022). Assim, os sistemas agroflorestais não apenas desempenham um papel de restauração no meio ambiente, mas também oferecem maneiras sustentáveis de gerar renda para as comunidades tradicionais (Souza; Piña-Rodrigues, 2013).

Diversos obstáculos prejudicam a chegada de plantas nativas durante o processo natural de sucessão em pastagens desativadas. Estes desafios incluem a presença de plantas invasoras de gramíneas não nativas, que prejudicam a germinação e crescimento de plantas indígenas em determinados locais. Para superar tais desafios, é essencial compreender os procedimentos que limitam a chegada de espécies desejadas e implementar métodos para incentivar o crescimento natural.

Já que as técnicas são simples e econômicas, os processos possibilitam a regeneração da vegetação de forma autônoma, estimulando e guiando as forças naturais de renovação. Pousos artificiais, a criação de novas mudas e a transferência de bancos de sementes têm alcançado sucessos promissores no Brasil e estão sendo testados juntamente com essas técnicas.

Segundo Fragoso et al. (2017), é fundamental adaptar essas técnicas às condições regionais para garantir sua eficácia a longo prazo, considerando as características do ambiente e das espécies presentes.

Ao introduzir a recuperação ambiental no processo de crescimento das zonas rurais, é possível implementar práticas sustentáveis que garantam a proteção dos recursos naturais e melhorem a qualidade de vida das comunidades locais. A recuperação do solo em regiões degradadas, como nas margens dos rios, é essencial para a preservação da água e da biodiversidade, além de manter a agricultura sustentável. O aumento da consciência da população e a melhoria das leis ambientais na década de 1990 são apenas incentivos extras para os esforços de recuperação, apesar de desafios culturais e econômicos que precisam ser superados para avançar a recuperação para um nível de promoção em larga escala. Ainda nesta perspectiva, é importante que os métodos de revegetação sejam organizados e incluam florestas ripárias naturais, além de processos naturais sucessivos. (Pulitano; Durigan; Dias, 2004).

2.3 Conciliando a recuperação ambiental com o desenvolvimento rural

A integração da recuperação ambiental com o desenvolvimento rural pode ser efetivada por meio dos sistemas agroflorestais. Esses sistemas representam uma abordagem sustentável que alia a produção agrícola à conservação ambiental, promovendo a recuperação de áreas degradadas e protegidas, como as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e as Reservas Legais (RLs).

Essa possibilidade é viabilizada pela Lei Federal 12.651/2012, que permite o uso dos SAFs na restauração dessas áreas, especialmente em pequenas propriedades e na agricultura familiar. Além de contribuir para a recuperação ambiental, os SAFs fortalecem a sustentabilidade econômica, social e ambiental da agricultura familiar, auxiliando na adaptação às mudanças climáticas e garantindo segurança alimentar e de renda.

A participação de universidades, ONGs, centros de pesquisa e serviços de assistência técnica é fundamental para apoiar políticas públicas voltadas à agroecologia e ao desenvolvimento rural sustentável, promovendo a disseminação dos SAFs. Para agricultores e profissionais da área técnica, a capacitação e o intercâmbio de conhecimentos são essenciais para aprimorar a implementação desses sistemas (Peruchi et al., 2016).

Embora a sustentabilidade da agricultura seja um objetivo de diversos setores econômicos, sua plena realização ainda enfrenta desafios, pois muitas vezes conflita com interesses econômicos predominantes. A maioria das práticas agrícolas sustentáveis busca reduzir os impactos ambientais, mas nem sempre considera a sustentabilidade social. Isso ocorre porque a transição para uma agricultura sustentável exige mudanças estruturais e não pode ser alcançada de maneira imediata, mas

sim a médio e longo prazo. O contexto atual, amplamente favorável ao agronegócio e às diretrizes da Revolução Verde, dificulta essa transformação (Lopes; Almeida, 2004).

A modernização agrícola no Brasil passou por uma transformação significativa entre as décadas de 1960 e 1970, quando práticas tradicionais foram gradativamente substituídas por métodos industrializados e tecnologicamente avançados. Até então, a agricultura brasileira utilizava técnicas menos sofisticadas e concentrava-se na produção de cultivos específicos para exportação, como o café. Contudo, na busca por integrar o setor agrícola à indústria e expandir a produção, o país adotou políticas de modernização alinhadas ao crescimento econômico (Silva; Botelho, 2014). Esse processo permitiu que o Brasil deixasse de ser um importador de alimentos para se tornar um dos principais fornecedores globais, com expressivos aumentos na produção e na eficiência agropecuária (Embrapa, 2022).

O avanço tecnológico e o aumento da produtividade resultaram na redução dos preços das commodities agrícolas, consolidando o Brasil como um dos principais atores no agronegócio mundial. Atualmente, a produção de alimentos por hectare de terra é significativamente maior, fator crucial para a preservação dos recursos naturais (IBGE, 2017).

A partir da década de 1960, surgiram políticas de crédito subsidiado para incentivar a produção de bens primários voltados à exportação. No entanto, essas medidas não beneficiaram os pequenos produtores de alimentos, ampliando as desigualdades regionais e sociais. Na década seguinte, a modernização agrícola foi impulsionada pelo aumento do uso de maquinário, pela reorganização das cooperativas e pela formação de cadeias agroindustriais. As cooperativas consolidaram-se como atores-chave nesse cenário, facilitando a adoção das tecnologias da Revolução Verde e promovendo a urbanização das áreas rurais (Souza; Sousa, 2022).

Os índices de produtividade e produção são indicadores fundamentais na trajetória da agricultura brasileira. A produção de grãos, por exemplo, cresceu de 38 milhões de toneladas em 1975 para 236 milhões de toneladas em 2017, mesmo com a área plantada apenas dobrando nesse período. A figura a seguir ilustra essa evolução (IBGE, 2017).

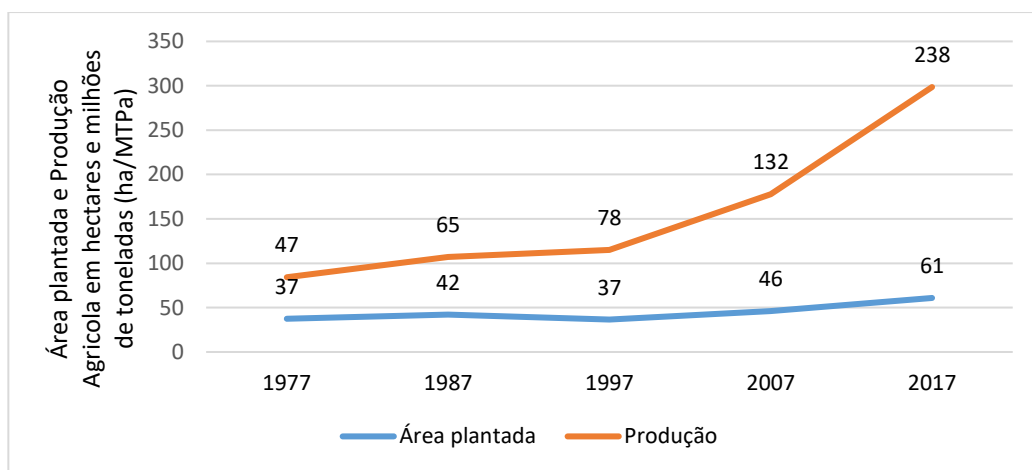


Figura 1 – Evolução da produtividade no Brasil em milhões de toneladas (Crescimento da produtividade agrícola no Brasil, no intervalo de 40 anos, destacando área plantada e produção final).

Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

O crescimento da produção agrícola no Brasil, embora não acompanhado de uma expansão proporcional das áreas cultivadas, é evidenciado pela evolução do rendimento médio (em quilos por hectare) de culturas como feijão, arroz, milho, trigo e soja entre 1975 e 2017. O trigo registrou um aumento impressionante de 346% na produtividade, seguido pelo arroz (317%) e pelo milho (270%). A produtividade de soja e feijão praticamente dobrou ao longo do mesmo período. Essa evolução, destacada a seguir, demonstra como a agricultura brasileira está se tornando cada vez mais eficiente. A figura a seguir ilustra esse crescimento (IBGE, 2017).

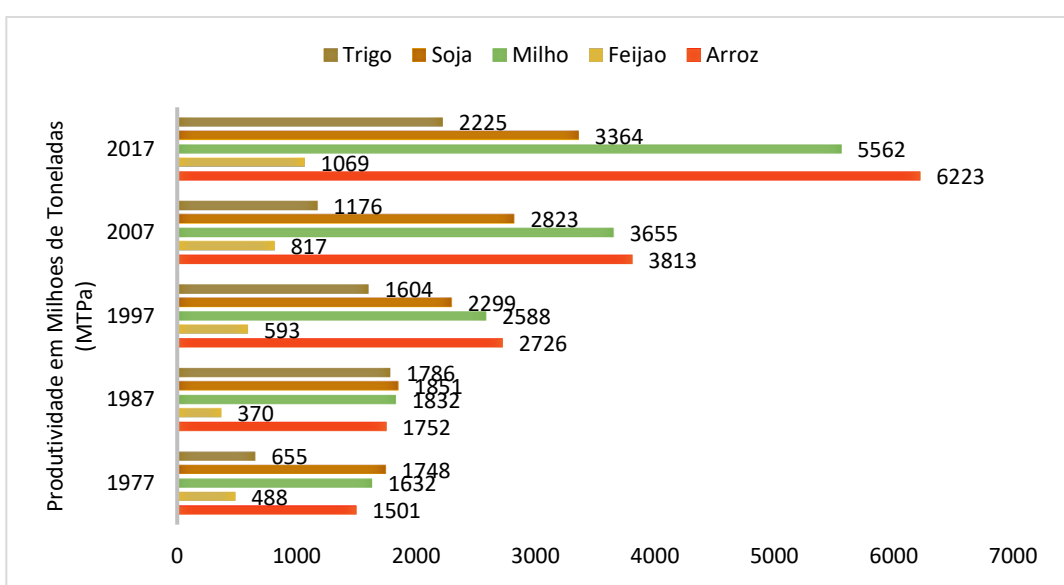


Figura 2 – Crescimento da produtividade agrícola no Brasil em milhões de toneladas (Crescimento da produção agrícola nas principais culturas do Brasil no intervalo de 40 anos).

Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

Durante a década de 1990, medidas de estabilização macroeconômica, como o controle da inflação e a implementação de taxas de câmbio condizentes com a realidade, aliadas ao aumento da demanda, deram um novo fôlego ao setor agrícola do Brasil (Embrapa, 2022). Esse segmento tornou-se o principal contribuinte para o superávit da balança comercial nacional. O rendimento agrícola cresceu quase dez vezes entre 1990 e 2017, alcançando US\$ 81,7 bilhões, um montante crucial para o equilíbrio das contas externas (Embrapa, 2022).

A modernização e estruturação das cadeias de produção do agronegócio aumentaram a relevância das atividades relacionadas, como a produção de insumos, o processamento e a distribuição, para o Produto Interno Bruto (PIB). Em 2016, o agronegócio representou 23% do PIB e 46% das exportações nacionais. Em 2017, o setor criou 19 milhões de postos de trabalho, sendo 4,12 milhões na agroindústria, 5,67 milhões na área de serviços e 227,9 mil no setor de insumos para o agropecuário. A figura a seguir ilustra essa evolução (IBGE, 2017).

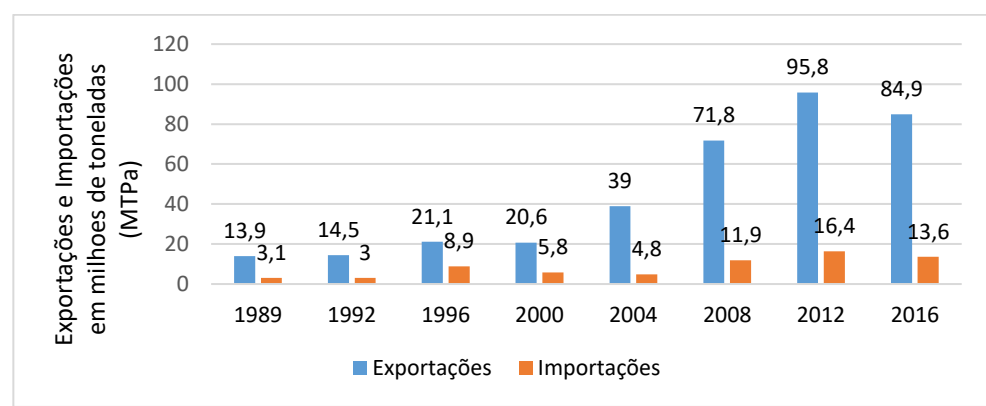


Figura 3 - Evolução do agronegócio no Brasil em milhões de toneladas (Crescimento do agronegócio com importações e exportações no Brasil no intervalo de 4 décadas).

Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

A recente evolução da agricultura no Brasil reúne diversos elementos fundamentais. O país possui uma grande variedade de recursos naturais, incluindo extensas áreas agrícolas e boa disponibilidade de água, calor e luz, elementos cruciais para uma boa produção de alimentos. Contudo, o destaque vai para os investimentos em pesquisa agrícola nos últimos 50 anos, que permitiram avanços

científicos, tecnologias adequadas e inovações. Além disso, políticas públicas eficientes e a habilidade dos agricultores tiveram papel fundamental (Embrapa, 2022).

A modernização do setor foi impulsionada por uma colaboração entre capital estatal, nacional e estrangeiro, com forte ênfase em inovações técnico-científicas para a produção e comercialização agrícola. Instituições como o Departamento de Pesquisas e Experimentação Agropecuária (DPEA) foram estabelecidas para sistematizar práticas científicas e definir públicos-alvo, enquanto o governo assumiu os custos significativos das inovações biológicas para superar as limitações naturais da agricultura. No entanto, esses avanços se concentraram nas regiões mais desenvolvidas, como o Sudeste e o Sul, limitando o acesso universal às novas tecnologias e acentuando problemas de exclusão social e concentração de renda (Santos, 2008).

A tecnologia tem sido um pilar essencial na evolução da produtividade agrícola no Brasil. No período de 1975 a 2015, houve um aumento de 59% no valor bruto da produção. O trabalho humano contribuiu com 25%, enquanto o uso da terra respondeu por 16%. No entanto, o impacto da tecnologia não teria sido tão significativo sem a iniciativa dos produtores brasileiros, que demonstraram postura empreendedora, investindo em terra, maquinário, gestão e capacitação, além de enfrentar grandes migrações para regiões mais propícias à agricultura.

A projeção de crescimento populacional global até 2030 – com a população mundial chegando a 8,5 bilhões, incluindo 230 milhões no Brasil – sugere mudanças profundas na demanda por alimentos, água e energia. A Ásia, com cerca de 5 bilhões de habitantes, representará 58% da população mundial, e a urbanização em países em desenvolvimento, como na Ásia e na África Subsaariana, ultrapassará 90%, influenciando diretamente o consumo.

A procura global por produtos agrícolas, em particular soja, milho e algodão, deve crescer significativamente nos anos vindouros. Por exemplo, espera-se que o comércio global de soja aumente em 36 milhões de toneladas, ou 25% do saldo atual, com a China respondendo por 85% desse crescimento e a Índia impulsionando sua necessidade por óleo de soja, com uma previsão de crescimento de 27%. Para atender a esse aumento na demanda, prevê-se que a produção agrícola do Brasil continue a crescer. A meta é atingir, até 2027, o equivalente a 34 milhões de toneladas de carne (bovina, frango e suína) e 290 milhões de toneladas de grãos (Embrapa, 2022).

Tabela 1 – Projeção da exportação de produtos agrícolas do Brasil (2016/17–2026/27)

Produtos em (mil t)	2016/17	2026/27	Variação (%)
Açúcar	28.933	39.466	36,4
Algodão pluma	630	1.118	77,5
Café	2.100	2.760	31,4
Carne bovina	1.800	2.429	34,9
Carne de frango	4.280	5.890	37,6
Carne suína	900	1.277	41,9
Celulose	13.858	19.170	38,3
Leite	245	337	37,6
Milho	25.500	35.130	37,8
Papel	2.172	2.380	9,6
Soja- farelo	15.900	17.240	8,4
Soja-grão	63.000	84.111	33,5
Soja- óleo	1.550	1.557	0,5
Suco de laranja	2.315	2.769	19,6

Fonte: Portal Embrapa (2022).

Mesmo com os avanços na eficiência e ampliação das vendas para o exterior, a modernização enfrenta obstáculos sociais e ambientais, como a migração do campo para a cidade e a dependência da agricultura em relação à indústria. Dessa forma, a modernização agrícola no Brasil é um evento complexo, que não deve ser analisado somente considerando os aspectos negativos e positivos, mas como uma transformação que teve um enorme impacto na economia e sociedade do país.

A agricultura passou por modernização; contudo, os desafios ainda persistem. Há uma considerável concentração de riqueza em um pequeno grupo de propriedades rurais, com expressivo número de hectares de solos e pastagens deteriorados. A utilização ineficaz de água para irrigação ameaça a saúde e o meio ambiente.

2.4 Agricultura sustentável e agroecologia

A agroecologia e a agricultura sustentável são métodos que buscam criar sistemas agrícolas ecologicamente equilibrados, socialmente justos e economicamente viáveis. A agroecologia, em particular, destaca-se por promover a redução do uso de agroquímicos e a valorização de processos biológicos e vegetativos, como a adubação orgânica, o plantio consorciado, a rotação de culturas e o controle biológico de pragas (Gliessman, 2001).

Essa perspectiva distingue a agroecologia como um método que combina saberes científicos e tradicionais, integrando aspectos ecológicos, sociais e econômicos para fortalecer a resiliência dos sistemas agrícolas. A valorização dos processos naturais e a participação ativa dos agricultores na implementação das práticas são elementos-chave para promover um desenvolvimento rural sustentável e integrado.

Os sistemas agroflorestais (SAFs) sucessionais representam uma alternativa de intervenção sustentável que integra práticas agrícolas e florestais, promovendo biodiversidade e sustentabilidade econômica e ambiental. Segundo Trento e Gandara (2020), esses sistemas baseiam-se em uma abordagem holística e sistêmica, que considera a complexidade ecológica e a cooperação entre diferentes espécies vegetais. Além de ampliar a biodiversidade e gerar renda para os agricultores, os SAFs sucessionais incluem o ser humano no processo de restauração ecológica. Também são vistos como estruturas educadoras, pois oferecem um espaço físico e relacional para a aprendizagem e a transição para sociedades sustentáveis, conciliando a produção de alimentos com a recuperação de áreas degradadas.

Essa abordagem favorece uma relação mais harmônica entre a natureza e o ser humano, inspirando-se nos princípios desenvolvidos pelo agricultor e pesquisador Ernst Götsch. A prática, também conhecida como Agricultura Sintrópica, tem se destacado por sua capacidade de restaurar ecossistemas degradados (Lucas, 2018)

3 METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma revisão bibliográfica de abordagem qualitativa. Este tipo de pesquisa foi escolhido devido à necessidade de consolidar e analisar informações provenientes de diversas fontes secundárias sobre os sistemas agroflorestais, suas práticas, benefícios e desafios no contexto brasileiro.

3.1 Objetivos da metodologia

O objetivo geral deste estudo é investigar e consolidar conhecimentos sobre os SAFs, avaliando-os como uma alternativa sustentável para a produção alimentar e a recuperação ambiental no Brasil.

Objetivos Específicos

- Identificar os principais benefícios ecológicos e socioeconômicos dos SAFs.
- Analisar as práticas de implementação e manejo desses sistemas.
- Avaliar os desafios e obstáculos enfrentados na adoção dos SAFs.
- Propor recomendações para a expansão e a eficácia dos SAFs no contexto brasileiro.

3.2 Revisão da Literatura

A revisão da literatura foi conduzida para reunir e sintetizar informações relevantes sobre os sistemas agroflorestais. Foram considerados publicações acadêmicas, artigos científicos, livros, teses, dissertações, relatórios técnicos e documentos oficiais relacionados ao tema. As principais bases de dados e repositórios consultados incluíram:

- **Bases de dados acadêmicas:** SciELO, Google Scholar e bibliotecas *on-line*.
- **Instituições e organizações:** Embrapa, IBGE, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, ONGs e centros de pesquisa especializados em agroecologia e sustentabilidade.

Além disto, foi utilizado o *site* de gestão bibliográfica BibGuro para organização e gerenciamento das referências bibliográficas.

3.3 Critérios de Seleção das Fontes

Para garantir a precisão e confiabilidade das informações, foram definidos os seguintes critérios de inclusão e exclusão:

Critérios de inclusão:

- Publicações científicas dos últimos 35 anos (1989–2024), priorizando estudos atualizados e metodologicamente robustos.
- Estudos que abordem diretamente os SAFs, suas práticas, seus benefícios e os impactos ambientais e socioeconômicos.
- Pesquisas realizadas no contexto brasileiro ou em regiões com características ecológicas e socioeconômicas similares.

Critérios de exclusão:

- Estudos que não abordem diretamente os SAFs ou que possuam análise limitada sobre o tema.
- Estudos com foco exclusivamente técnico e sem conexão com a sustentabilidade ou a recuperação ambiental.

Como exemplo, o estudo de Wadt (2003) foi considerado relevante por abordar práticas de preservação do solo e recuperação de áreas degradadas, alinhando-se aos critérios mencionados.

3.4 Análise e Síntese dos Dados

Após a coleta das fontes, foi realizada uma análise qualitativa dos conteúdos, visando identificar padrões, tendências, benefícios, desafios e lacunas existentes na literatura sobre os SAFs. Os principais procedimentos incluíram:

- **Leitura crítica:** análise da metodologia, resultados e conclusões de cada estudo para assegurar a confiabilidade das informações;
- **Codificação temática:** identificação e categorização de temas recorrentes, como melhoria da qualidade do solo, retenção de água, biodiversidade, sequestro de carbono, desafios na implementação e políticas públicas; e

- **Síntese comparativa:** comparação entre diferentes estudos para destacar consensos e divergências sobre os benefícios e obstáculos dos SAFs.

3.5 Limitações da Metodologia

Embora a revisão bibliográfica permita uma ampla compreensão teórica sobre os SAFs, apresenta algumas limitações:

- **Dependência de fontes secundárias:** a pesquisa depende da qualidade e disponibilidade das informações publicadas, podendo haver vieses ou lacunas nos dados existentes; e
- **Generalização dos resultados:** a diversidade de contextos regionais no Brasil pode limitar a aplicabilidade das conclusões universalmente, sendo necessária uma adaptação às condições específicas de cada região.

3.6 Considerações éticas

A pesquisa respeitou as normas éticas relacionadas ao uso de informações, garantindo a correta citação e referência das fontes consultadas. Não houve envolvimento direto com sujeitos humanos ou animais, o que eliminou a necessidade de aprovação por comitês de ética.

A metodologia adotada está alinhada às diretrizes estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas para a elaboração de trabalhos acadêmicos, assegurando rigor científico e qualidade na condução da pesquisa. Com essa metodologia, espera-se obter uma compreensão abrangente e aprofundada dos Sistemas Agroflorestais, seus impactos positivos na produção alimentar sustentável e na recuperação ambiental, além de identificar estratégias eficazes para sua implementação e expansão no contexto brasileiro.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os sistemas agroflorestais (SAFs) surgem como uma alternativa sustentável à agricultura tradicional, promovendo a integração harmoniosa entre o cultivo de alimentos e a conservação ambiental. Os resultados obtidos por meio da pesquisa e revisão de literatura reforçam que os SAFs não apenas melhoram a qualidade do solo, mas também contribuem para a retenção de água, o controle da erosão e o aumento da biodiversidade, além de atuarem como importantes sumidouros de carbono.

A fertilidade do solo é um fator determinante para a produtividade agrícola e a estabilidade dos ecossistemas. Os SAFs destacam-se por promover melhorias substanciais nas propriedades biológicas, físicas e químicas do solo, sobretudo devido à inclusão de espécies vegetais diversificadas. Estudos conduzidos por Pequeno; Oliveira; Marques (2016) evidenciam que a introdução de árvores e arbustos eleva os níveis de matéria orgânica no solo, elemento essencial para a fertilidade e a estabilidade estrutural.

Espécies arbóreas de raízes profundas desempenham um papel fundamental ao explorar camadas mais profundas do solo, acessando nutrientes indisponíveis para culturas superficiais. Esses nutrientes são posteriormente redistribuídos para as camadas superiores por meio da decomposição de folhas, galhos e outros resíduos orgânicos, enriquecendo a fertilidade do solo. Esse processo aumenta os níveis de carbono orgânico no solo, intensificando o sequestro de carbono e auxiliando na mitigação das mudanças climáticas (Grisa; Coutinho, 2022). Análises comparativas indicam que os SAFs apresentam um potencial de armazenamento de carbono orgânico entre 25% e 40% superior ao das monoculturas (Carvalho; Goedert; Armando, 2004).

Os SAFs também se destacam pela alta eficiência na retenção hídrica e no controle da erosão, contribuindo diretamente para a conservação do solo e a resiliência climática. A diversidade de

espécies vegetais em diferentes estratos forma barreiras naturais contra a erosão e favorece a infiltração de água, minimizando a compactação do solo. Conforme demonstrado por Sá et al. (2023), os SAFs podem absorver até 80% mais água em comparação aos sistemas de monocultura, tornando-se uma alternativa eficaz para regiões tropicais sujeitas a eventos climáticos extremos.

Além disso, a presença de cobertura vegetal e matéria orgânica em decomposição reduz significativamente a evaporação e mantém a umidade do solo, mesmo em períodos de estiagem prolongada. Esses atributos são essenciais para a resiliência climática e a sustentabilidade da produção agrícola. Estudos indicam que os SAFs podem reduzir a erosão em até 70%, mitigando a perda de nutrientes e prolongando a vida útil das áreas cultiváveis (Tonon; Cavichioli, 2022).

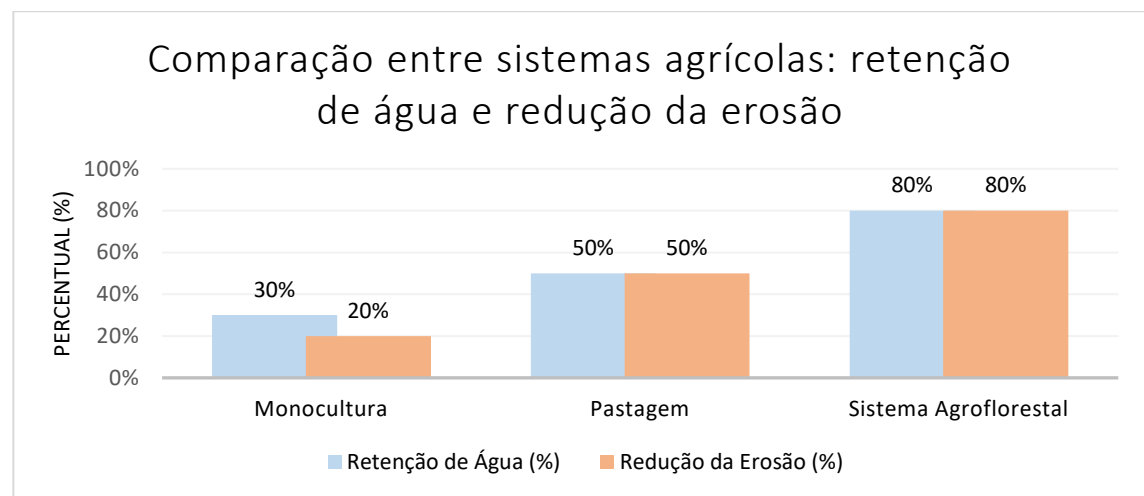


Figura 4 - Comparação entre retenção de água e redução da erosão (Demonstra a eficácia dos sistemas de agricultura na retenção de água e diminuição da erosão, ressaltando a superioridade dos SAFs).

Fonte: Embrapa (2022), Informática NEPAM/Unicamp (2018).

Os SAFs desempenham um papel fundamental na promoção da biodiversidade, ao combinar uma ampla variedade de espécies vegetais que criam micro-habitats adequados para diversas formas de vida, incluindo insetos polinizadores, aves e mamíferos. Essa complexidade estrutural favorece o equilíbrio ecológico e aprimora serviços ecossistêmicos essenciais, como a polinização e o controle biológico de pragas (Trento; Gandara, 2020).

No contexto da recuperação ambiental, os SAFs destacam-se por sua capacidade de restaurar áreas degradadas. A utilização de espécies nativas no processo de reabilitação é essencial para garantir a sustentabilidade dos ecossistemas recuperados. Além disso, a adoção de práticas agroflorestais baseadas em princípios agroecológicos acelera a sucessão natural e a restauração ecológica (Fávero; Lovo, Mendonça, 2008).

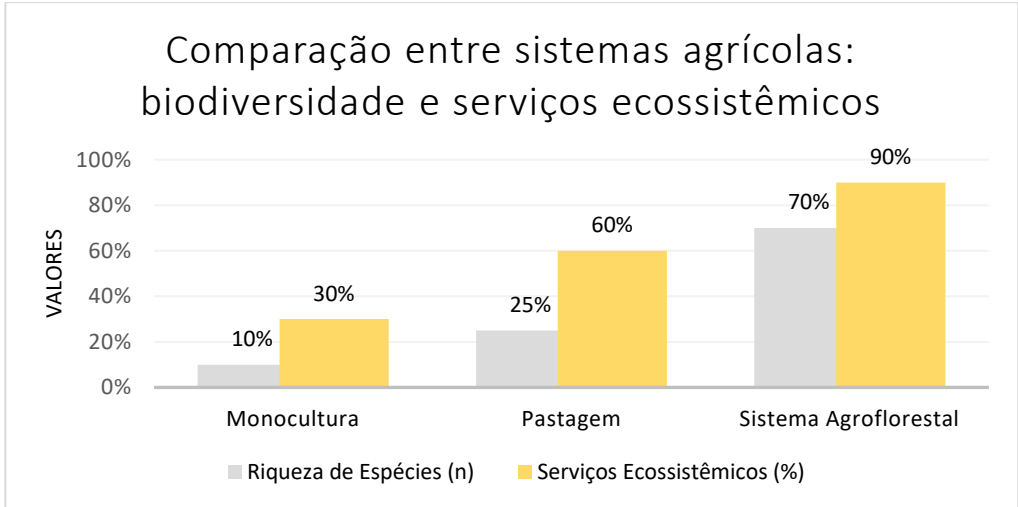


Figura 5 - Biodiversidade e serviços ecossistêmicos (Compara a biodiversidade e os serviços prestados pelo ecossistema entre diferentes sistemas de agricultura, destacando as vantagens dos SAFs).

Fonte: Trento; Gandara (2020), Fávero; Lovo; Mendonça (2008).

Apesar dos benefícios evidentes, os SAFs enfrentam desafios, como a presença de espécies invasoras que competem por recursos e comprometem o crescimento de espécies nativas. Por exemplo, gramíneas como *Panicum maximum* Jacq. são frequentes em áreas de SAFs e podem dificultar a regeneração natural (Fragoso et al., 2017). Métodos como o manejo ativo e o controle dessas espécies invasoras precisam ser mais bem estudados e amplamente implementados.



Figura 6 - *Panicum maximum* Jacq (Capim que pode ser encontrado em abundância em áreas de estudo de SAFs).

Fonte: Dupont (2022).

Outro obstáculo relevante é a falta de conhecimento técnico por parte dos agricultores sobre métodos de gestão adequados. É essencial investir em programas de capacitação e na disseminação de informações sobre os benefícios dos SAFs. Além disso, barreiras financeiras, como a dificuldade de acesso ao crédito, limitam sua adoção em larga escala. A formulação de políticas públicas que incentivem práticas agroecológicas e a integração de universidades e centros de pesquisa na formação técnica são passos fundamentais para superar essas dificuldades (Peruchi et al., 2016).

Os SAFs desempenham um papel crucial na mitigação das mudanças climáticas. Ao sequestrar carbono na biomassa vegetal e no solo, contribuem significativamente para a redução das emissões de gases de efeito estufa. Estima-se que SAF bem manejados possam sequestrar de duas a cinco toneladas

de carbono por hectare ao ano (Embrapa, 2022). Essa capacidade reforça a importância desses sistemas em estratégias globais de sustentabilidade.

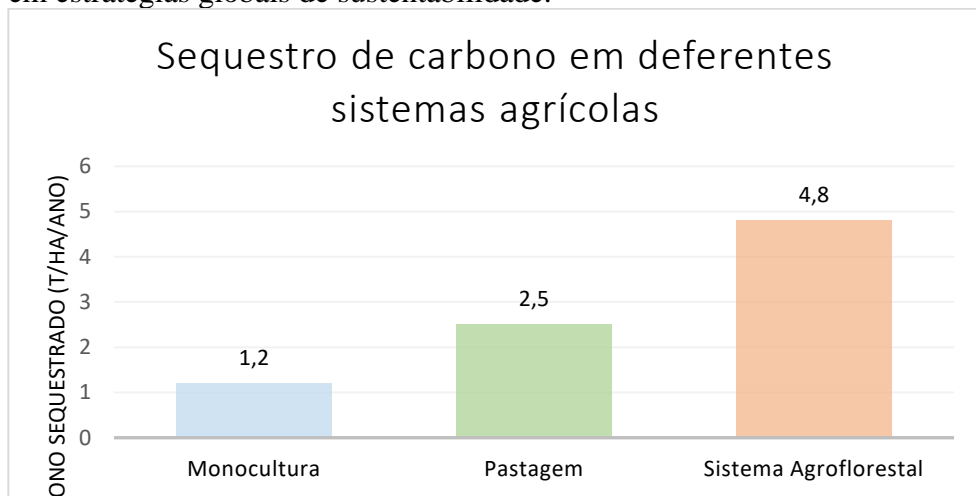


Figura 7 - Sequestro de carbono em diferentes sistemas agrícolas (Exibe a capacidade de sequestro de carbono dos sistemas agrícolas, com destaque para os SAFs).

Fonte: Embrapa (2022), Grisa; Coutinho (2022).

Concluindo, a análise dos sistemas agroflorestais evidencia a relevância dos SAFs enquanto alternativa sustentável à agricultura convencional, ao integrar benefícios ecológicos e socioeconômicos. Dessa forma, percebe-se que os SAFs promovem melhorias significativas na qualidade do solo, aumentando a matéria orgânica e a retenção de carbono, além de contribuir para a preservação da biodiversidade e a mitigação das mudanças climáticas.

Ademais, a capacidade de retenção hídrica e o controle da erosão se destacaram em regiões tropicais, nas quais os desafios climáticos são intensos. Outra evidência é a capacidade de sequestro de carbono e a recuperação de áreas degradadas, reforçando o papel dos SAFs no combate à degradação ambiental.

Apesar das vantagens, ficou evidente que os SAFs enfrentam limitações, como a competição com espécies invasoras e o desconhecimento de muitos agricultores, o que os afasta de uma adesão mais ativa aos sistemas. Outras barreiras dizem respeito à falta de acesso ao crédito e às políticas públicas ainda incipientes voltadas para incentivar práticas agroecológicas.

Portanto, torna-se clara a necessidade de investimento em capacitação, assistência técnica e fortalecimento de políticas públicas para estimular a implementação de SAFs, especialmente para pequenos produtores. Diante do exposto, os SAFs reafirmam sua importância como ferramenta de desenvolvimento sustentável, ao equilibrar a produção de alimentos, a sustentação ambiental e a segurança climática. No entanto, é necessário superar as limitações encontradas para consolidar esse modelo como solução viável e amplamente disponível para atender às necessidades atuais e futuras de produção e sustentabilidade. A imagem a seguir ilustra um sistema agroflorestal em Seropédica, destacando os diferentes tipos de culturas em um mesmo ambiente (Embrapa, 2022).

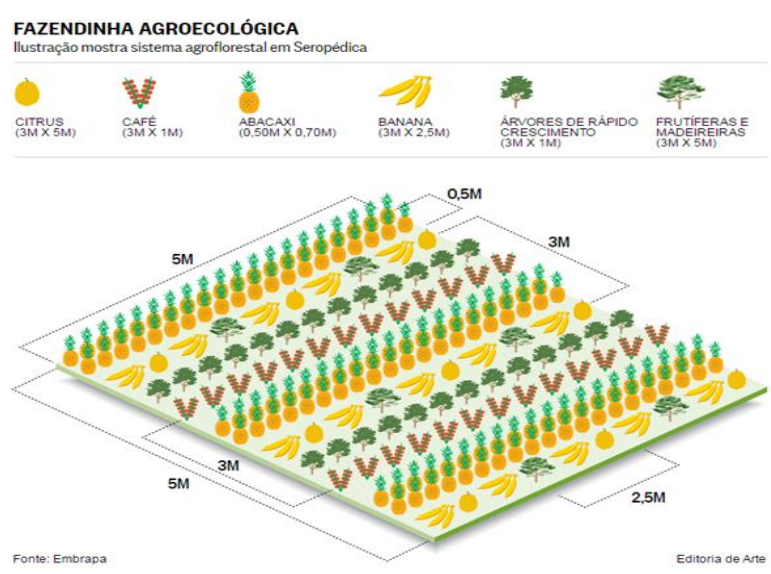


Figura 8 – Ilustração de um sistema agroflorestal em Seropédica - RJ.
Fonte: Embrapa (2022).

A ilustração esboçada anteriormente representa um sistema agroflorestal, no qual as árvores desempenham múltiplas funções ecológicas e produtivas. Entre essas funções, destaca-se o fornecimento de sombra e nutrientes para as culturas frutíferas, a proteção do solo contra processos erosivos, a atração de polinizadores, a oferta de habitat para a fauna local, além da produção de madeira, frutas, castanhas e outros produtos de valor comercial ou destinados ao consumo próprio.

As culturas frutíferas estão dispostas em linhas, intercaladas com árvores de rápido crescimento e outras espécies, respeitando os espaçamentos adequados para o desenvolvimento de cada cultura. O citrus requer um espaçamento de 3 metros entre linhas e 5 metros entre plantas, permitindo o consórcio com árvores e outras frutíferas. O café é cultivado com espaçamento de 3 metros entre linhas e 1 metro entre plantas. O abacaxi, por sua vez, demanda menor área, com 0,5 metro entre linhas e 0,7 metro entre plantas. A bananeira apresenta um espaçamento de 3 metros entre linhas e 2,5 metros entre plantas, também podendo ser consorciada com outras culturas.

As árvores de rápido crescimento são implantadas com espaçamento de 3 metros entre linhas e 1 metro entre plantas, enquanto as espécies frutíferas e madeireiras seguem um espaçamento de 3 metros entre linhas e 5 metros entre plantas, intercaladas com culturas de menor porte. Esse arranjo favorece a ciclagem de nutrientes, o enriquecimento do solo por meio da matéria orgânica, a regulação microclimática e a redução da incidência de pragas e doenças, promovendo um ambiente agrícola diversificado e sustentável.

Com base na revisão da literatura e na análise dos resultados, foram identificados critérios-chave que destacam os benefícios e desafios dos SAFs. O Quadro 1 resume os principais achados do estudo, associados aos respectivos autores, facilitando a visualização dos aspectos ecológicos, socioeconômicos e ambientais relevantes.

Quadro 1 – Principais resultados sobre os sistemas agroflorestais e referências associadas

Critério	Principais achados	Autores
Recuperação do solo	Melhora da fertilidade do solo, aumento da matéria orgânica e estruturação do solo.	Pequeno; Oliveira; Marques (2016); Grisa; Coutinho (2022)
Retenção e infiltração de água	Maior capacidade de retenção de água e redução da erosão em comparação com monoculturas.	Sá et al. (2023); Tonon; Cavichioli (2022)
Biodiversidade	Criação de micro-habitats que favorecem polinizadores e controle biológico de pragas.	Trento; Gandara (2020); Fávero; Lovo; Mendonça (2008)
Sequestro de carbono	Contribuição para a mitigação das mudanças climáticas, com sequestro de 2 a 5 t/ha/ano de carbono.	Embrapa (2022); Grisa; Coutinho (2022)
Desafios na implementação	Presença de espécies invasoras e falta de conhecimento técnico entre agricultores.	Fragoso et al. (2017); Peruchi et al. (2016)
Aspectos socioeconômicos	Diversificação da renda e fortalecimento da segurança alimentar de comunidades rurais.	Souza; Piña-Rodrigues (2013); Embrapa (2022)

Fonte: Organizado pelos autores.

Embora os desafios para a implementação dos SAFs sejam evidentes, é inegável que esses sistemas representam uma mudança necessária na forma como a sociedade enxerga a produção agrícola e sua relação com o meio ambiente. Não se trata apenas de uma alternativa viável, mas de um caminho para um futuro onde produtividade e conservação possam caminhar juntas. A adoção desses sistemas, apesar das dificuldades, depende da disseminação do conhecimento e do compromisso coletivo em transformar práticas convencionais em modelos mais sustentáveis. O sucesso dos SAFs não está apenas na sua eficiência ecológica, mas na sua capacidade de gerar impacto social e econômico, permitindo que agricultores prosperem sem comprometer os recursos das futuras gerações.

5 CONCLUSÃO

Os sistemas agroflorestais consolidam-se como uma abordagem inovadora e sustentável para mitigar os desafios da produção agrícola e da degradação ambiental. A presente pesquisa evidenciou que os SAFs não apenas promovem melhorias significativas na qualidade do solo e no aumento da biodiversidade, mas também oferecem estratégias eficazes para a adaptação às mudanças climáticas. A integração de árvores com culturas agrícolas proporciona benefícios ecológicos expressivos, ao mesmo tempo em que diversifica as fontes de renda das comunidades rurais, fortalecendo a segurança alimentar e a resiliência das populações.

Dessa forma, os SAFs desempenham um papel crucial na redução dos efeitos das mudanças climáticas, atuando como sumidouros de carbono e reduzindo significativamente as emissões de gases de efeito estufa. Esse conjunto de benefícios reforça a viabilidade desses sistemas como uma solução sustentável e integrada para a produção agrícola e a conservação ambiental.

Entretanto, a ampla adoção dos SAFs requer a superação de desafios estruturais, incluindo a formulação de políticas públicas eficazes, o fortalecimento da capacitação técnica de agricultores e a ampliação do acesso a financiamentos sustentáveis. A adoção em larga escala desses sistemas depende também do fortalecimento de programas de assistência técnica, da conscientização dos agricultores e da integração de tecnologias apropriadas.

Incentivar a implementação dos SAFs é essencial não apenas para assegurar uma produção alimentar sustentável, mas também para promover a recuperação de ecossistemas degradados e

preservar a biodiversidade para as gerações futuras. Portanto, conclui-se que é plenamente possível conciliar práticas agrícolas produtivas com metas ecológicas, resultando em benefícios duradouros para o meio ambiente e para as comunidades locais.

Apesar de os resultados apontarem o potencial dos sistemas agroflorestais como uma solução promissora, algumas limitações foram identificadas. Primeiramente, a pesquisa baseou-se exclusivamente em uma revisão bibliográfica, restringindo a análise a dados disponíveis na literatura. Estudos de campo ou a coleta de dados primários poderiam complementar e validar as informações aqui apresentadas. Além disso, o trabalho abordou os SAFs em um contexto amplo, sem se aprofundar nas especificidades de diferentes biomas ou realidades regionais brasileiras. Tais particularidades podem influenciar diretamente a aplicabilidade e eficácia dos sistemas em diferentes áreas. Por fim, embora os benefícios socioeconômicos tenham sido mencionados, não houve uma análise aprofundada dos custos iniciais de implementação dos SAFs, o que é um fator crítico para sua adoção por pequenos agricultores.

Com base nas limitações identificadas e nos resultados alcançados, futuras pesquisas podem explorar, com maior acuidade, aspectos complementares e aprofundados. Investigações empíricas sobre o impacto dos SAFs em diferentes biomas brasileiros, considerando variáveis como tipos de solo, clima, biodiversidade local e práticas culturais específicas, são um passo essencial. Além disso, é necessário realizar análises custo-benefício detalhadas para avaliar a viabilidade econômica dos SAFs em pequenas e grandes propriedades, bem como investigar os impactos sociais, como a geração de emprego e a melhoria da qualidade de vida nas comunidades.

Outra perspectiva relevante está relacionada ao desenvolvimento de modelos regionais, projetando sistemas agroflorestais adaptados às características ecológicas e sociais de cada bioma, maximizando sua eficácia e aceitação pelos agricultores locais. Estudos que acompanhem a evolução dos SAFs ao longo de décadas podem avaliar sua sustentabilidade, contribuição e resiliência para a suavização das mudanças climáticas. Da mesma forma, a eficácia de políticas públicas de incentivo à adoção de SAFs, como programas de crédito rural, assistência técnica e pagamentos por serviços ambientais, deve ser analisada. Por fim, é crucial explorar estratégias para aumentar a conscientização e capacitação técnica dos agricultores, além de avaliar o impacto de iniciativas educativas na adoção dos SAFs.

REFERÊNCIAS

- AMELUNG, T.; DIEHL, M. **Deforestation of Tropical Rainforests: Economic Causes and Impact on Development**. [s.l.] Kiel, Tübingen: Institut für Weltwirtschaft, J.C.B Mohr (Paul Siebeck), 1992.
- BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa... **Diário Oficial da União**, Brasília, de 28 de maio de 2012.
- CARVALHO, R.; GOEDERT, W. J.; ARMANDO, M. S. Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11, p. 1153-1155, nov. 2004.
- CERETTA, C. A.; AITA, C. **Manejo e conservação do solo**. Ufsm.br, 2010. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/16180/Curso_Agric-Famil-Sustent_Manejo-Conservacao-Solo.pdf?sequence=2&isAllowed=y. Acesso em: 21 fev. 2025.
- CHAZDON, R. Regeneração de florestas tropicais. **Ciências Naturais** (Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi), v. 7, n. 3, p. 195-218, 21 dez. 2012.
- DUPONT, F. *Panicum maximum* Jacq. **Observacion**, 25 Nov. 2022. Plantas utiles d'Asia. Disponível em: <https://identify.plantnet.org/oc/prosea/observations/1020899516>. Acesso em: 20 nov. 2024.
- EMBRAPA. **Sistemas agroflorestais biodiversos conservam e melhoram a qualidade do solo**. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/60691759/artigo--->

sistemas-agroflorestais-biodiversos-conservam-e-melhoram-a-qualidade-do-solo. Acesso em: 12 out. 2024.

FÁVERO, C.; LOVO, I. C.; MENDONÇA, E. de S. Recuperação de área degradada com sistema agroflorestal no Vale do Rio Doce, Minas Gerais. *Árvore*, v. 32, n. 5, p. 861-868, out. 2008.

FORMOSO, S. C. **Recuperação de áreas degradadas através de sistemas agroflorestais: a experiência do Projeto Agrofloresta, sustento da vida.** 2007. 45 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Ambiental) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2007.

FRAGOSO, R de O.; CARPANEZZI, A. A.; KOEHLER, H. S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Barreiras ao estabelecimento da regeneração natural em áreas de pastagens abandonadas. *Ciência Florestal*, v. 27, p. 1451-1464, 2017.

GLIESSMAN, S R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável.** 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/415102883/GLIESSMAN>. Acesso em: 23 set. 2024.

GRISA, S.; DENIZZAR, A. Avaliação da fertilidade de sistema agroflorestal em Santa Tereza do Oeste-Paraná, com um ano de implantação. *Revista Cadernos de Agroecologia*, v. 17, n. 3, 2022.

INFORMÁTICA NEPAM. UNICAMP. **Sistemas agroflorestais recuperam solos degradados – NEPAM.** Disponível em: <https://www.nepam.unicamp.br/sistemas-agroflorestais-recuperam-solos-degradados/>. Acesso em: 21 nov. 2024.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS (IAC). **Sistemas Agroflorestais: conceitos e aplicações na recuperação de áreas degradadas.** Campinas: IAC, 2022. Disponível em: <https://www.iac.sp.gov.br/media/publicacoes/iacdoc118.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agro 2017.** Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/resultados-censo-agro-2017.html>. Acesso em: 18 ago. 2024.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JÚNIOR, R.; BERTOLINI, D; ESPÍNDOLA, C. R. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas. *Revista Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*. 2º. imp. 1991. 175 p.

LOPES, M.-L.; ALMEIDA, J. Agricultura e sustentabilidade. *Ciência & Ambiente*, n. 29, p. 15-30, 2004 .

LUCAS, G C. **Sistemas agroflorestais sucessionais: Agricultura Sintrópica.** 2018. Disponível em: <https://rima.ufrj.br/jspui/handle/20.500.14407/5508>. Acesso em: 25 out. 2024.

PEQUENO, M. V.; de OLIVEIRA, T. K.; MARQUES, J. de S. Estrutura e composição florística de um sistema agroflorestal com fins de reflorestamento. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS*, 10. UFMT, 24-28 out. 2016. *Anais...* 2016.

PERUCHI, F.; ARAUJO, N.; CEZARETTI, E.; RODRIGUES FILHO, E.; RAMOS FILHO, L. O.; GRACIA, M. E. de P.S. B2-491 O uso de sistemas agroflorestais na recuperação de áreas protegidas e áreas degradadas: percepções do programa de desenvolvimento rural sustentável no estado de São Paulo – Brasil. [s.l: s.n.]. *In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGROECOLOGÍA*, 5. *Memorias...* La Plata, 2015.

PORTAL EMBRAPA. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira.** 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao/o-futuro-da-agricultura-brasileira>. Acesso em: 29 out. 2024.

PULITANO, F M; DURIGAN, G; DIAS, L E. A mata ciliar da Fazenda Cananéia: estrutura e composição florística em dois setores com idades diferentes. *In: BÔAS, O.V.; DURIGAN, G. (org.). Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão.* São Paulo: Páginas & Letras, 2004. p. 419-445.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras.** Rio de Janeiro: Embrapa-CNPQ, 1995. Disponível em: <https://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00061300.pdf>. Acesso em: 20 out. 2024.

SÁ, L. M. da S.; TRECE, I. B.; ARAUJO, R. P.; SERPA, K. M.; MOREIRA, C. G., da Silva, L. D. B.; MOSTER, C. Infiltração de água no solo sob diferentes condições de uso: sistema agroflorestal, pastagem e floresta. **Revista Observatório de la Economía Latinoamericana**, v. 21, n. 9, p. 12379-12379, 23 set. 2023.

SANTOS, R. A. dos. **O processo de modernização da agricultura no Sudoeste do Paraná**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, 2008. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/c0a86793-2aba-4eb9-a579-b007a2092318/content>. Acesso em: 22 out 2024.

SAVIO; JOSÉ, C. EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA AGROPECUÁRIA DO BRASIL. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 55, n. 3, p. 80–99, 18 set. 2024.

SENE, S. M. de; BACHA, C. J. C. Evolução dos sistemas agroflorestais na agropecuária do Brasil. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 55, n. 3, p. 80-99, 18 set. 2024.

SILVA, G. B.; BOTELHO, M. I. V. O processo histórico da modernização da agricultura no Brasil (1960–1979). **Revista Campo-Território**, Uberlândia, v. 9, n. 17 abr., p. 362–387, 2014. DOI: 10.14393/RCT91723084. Disponível em:

<https://seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/view/23084>. Acesso em: 20 set. 2024.

SOUZA, M. C. S. de; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Desenvolvimento de espécies arbóreas em sistemas agroflorestais para recuperação de áreas degradadas na floresta ombrófila densa, Paraty–RJ. **Árvore**, v. 37, n. 1, p. 89-98, fev. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/pLzLTb34gHHD9wLRNVMHqCF/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 13 set. 2024.

SOUZA, S. D. G. DE; SOUSA, M. L. M. DE. Efeitos ambientais da modernização agrícola no Brasil. **Geografias**, v. 18, n. 1, p. 63–76, 14 set. 2022. Disponível em: <https://shre.ink/g11b>. Acesso em: 28 set. 2024.

TONON, A.; CAVICHIOLI, F. A. Recuperação de Solo com o Sistema Agrofloresta. **Interface Tecnológica**, v. 19, n. 2, p. 597-607, 20 dez. 2022. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/download/1458/835>. Acesso: 15 nov. 2024.

TRENTO, L. G.; GANDARA, F. B. Sistemas agroflorestais sucessionais como estruturas educadoras no Curso de Especialização “Agroecologia e Transição Educadora para Sociedades Sustentáveis”. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 10., São Cristóvão, Sergipe, **Anais...** v. 15, n. 2, 2020.

TRINDADE NETO, I. Q. **Reintegrando a floresta à natureza humana**: um estudo sobre conservação florestal em consórcio com agricultura e produção de petróleo, Carmópolis/Japarutuba. Sergipe, 2003. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão–SE.

WADT, P. G. S. **Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas**. 2003. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/498802>. Acesso em: 11 nov 2024.