
A importância do componente arbóreo nos sistemas agroflorestais

Adriana Rezende Bigli, Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira, Camille Rezende Sartorio, Isabella da Costa Teixeira, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-25-1.c6>

Resumo

Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) combinam práticas agrícolas e florestais em uma mesma área, integrando árvores, culturas agrícolas e, muitas vezes, criação de animais, promovendo uma interação sinérgica entre os componentes. O componente arbóreo, frequentemente considerado o coração dos SAFs, desempenha um papel fundamental ao promover biodiversidade, proteger o solo contra a erosão, conservar a água e contribuir para a mitigação das mudanças climáticas por intermédio do sequestro de carbono. Além disso, as árvores proporcionam conforto térmico, melhorando o ambiente de trabalho e, quando bem manejadas, podem resultar em melhorias ambientais, estabilidade econômica e melhores condições de vida para os agricultores, contribuindo para a permanência no campo. Contudo, a expansão dos SAFs enfrenta desafios como a falta de acompanhamento técnico, controle financeiro, educação dos agricultores, adesão a associações e presença de agroindústrias. Portanto, uma participação mais ativa dos governos é fundamental para superar esses obstáculos e promover práticas agropecuárias mais sustentáveis e resilientes.

Palavras-chave: Biodiversidade. Conservação do solo. Mitigação das mudanças climáticas. Conforto térmico. Estabilidade econômica dos agricultores. Manejo arbóreo. Participação governamental. Sinergia agrícola-florestal. Resiliência agropecuária.

1. Introdução

Os sistemas agroflorestais (SAFs) representam uma abordagem inovadora e sustentável para a produção agrícola, combinando práticas agrícolas e florestais em uma mesma área. Estes sistemas integram árvores, culturas agrícolas e, muitas vezes, criação de animais, promovendo uma interação sinérgica entre os componentes. Dentro deste contexto, o componente arbóreo desempenha um papel fundamental, sendo frequentemente considerado o coração do SAF (Figura 1).



Figura 1. Recuperação de APPs e pastagens com espécies arbóreas: IF Sudeste de Minas campus Rio Pomba. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2023.

Dessa maneira, os SAFs são atividades integradoras que aperfeiçoam o uso da terra e oferecem potenciais benefícios tanto ecológicos quanto econômicos. Em outras palavras, promovem a sustentabilidade ambiental e socioeconômica. (Schembergue *et al.*, 2017). Assim, ao combinar árvores, culturas agrícolas e, muitas vezes, criação de animais em uma mesma área, os SAFs otimizam o uso da terra, aumentando a eficiência produtiva e reduzindo os impactos ambientais negativos (Figura 2).

Em termos ecológicos, os SAFs promovem a biodiversidade, protegem o solo contra a erosão, conservam a água e contribuem para a mitigação das mudanças climáticas ao sequestrarem carbono da atmosfera. Além disso, ao adotar práticas agrícolas mais sustentáveis, os SAFs ajudam a preservar os recursos naturais e os ecossistemas locais (Silva *et al.*, 2021; Lima *et al.*, 2022;

Silva et al., 2022; Almeida et al., 2023; Crespo; Souza; Silva, 2023; Gonçalves; Oliveira; Souza, 2024).



Figura 2. SAF em fase inicial de implantação: espécies arbóreas produzindo elevado volume de serapilheira. Fonte: Acervo: Dário Rodrigues, 2024.

Além disso, a sombra das árvores proporciona conforto térmico, melhorando assim o ambiente de trabalho. Essas características são essenciais em um sistema de produção e, se bem compreendidas e conduzidas, podem resultar em melhorias ambientais, estabilidade econômica, redução dos riscos e incertezas de mercado, e melhoria das condições de vida dos agricultores e de suas famílias, contribuindo para a permanência do homem no campo (Duarte, 2011) (Figuras 3).



Figuras 3. Sombreamento *versus* conforto animal. Fonte: Gonçalves; Oliveira; Souza, 2024. Foto: Margarida Carvalho.

Nesse sentido, as árvores nos SAFs não são apenas elementos estéticos ou de sombreamento: elas desempenham funções multifacetadas que

contribuem significativamente para a resiliência, produtividade e sustentabilidade do sistema na totalidade.

Portanto, será explorada neste capítulo a importância do componente arbóreo nos SAFs, analisando os múltiplos benefícios proporcionados pelas árvores e os desafios e oportunidades associados ao manejo arbóreo nesses sistemas. Ao se compreenderem a relevância e o potencial das árvores nos SAFs, estar-se-ão melhor preparados para promover práticas agropecuárias mais sustentáveis, resilientes e harmoniosas com o meio ambiente.

2. Os sistemas agroflorestais

Conforme a Embrapa (2021), os SAFs são caracterizados pela sua biodiversidade e pela sua capacidade de promover melhorias ambientais. Consistem em plantios de várias espécies vegetais dentro da mesma área, formando consórcios. Esses sistemas incluem árvores e arbustos tanto nativos quanto exóticos, juntamente com culturas agrícolas de diferentes ciclos. Dessa forma, a seleção das espécies vegetais para compor um sistema agroflorestal é determinada pelos objetivos individuais de cada agricultor (a). Uma abordagem comum é a introdução de uma ampla variedade de árvores, arbustos e culturas agrícolas no sistema.

A diversificação da produção agroflorestal proporciona maior resistência a eventos climáticos adversos e reduz a dependência dos agroecossistemas em relação à comercialização de um único tipo de cultura. Isso contribui para estabilizar a renda monetária, permitindo a comercialização direta e uma relação mais próxima entre agricultor e consumidor final. Além do aspecto monetário, os SAFs também envolvem o capital ecológico e humano, os quais são desenvolvidos internamente, possibilitando o autoconsumo, o armazenamento de sementes e a alimentação dos animais. Assim, a reprodução técnica dos agroecossistemas apoia a autonomia local por meio da soberania alimentar (Frederico; Moral, 2022).

Na perspectiva agroecológica, os SAFs são considerados vantajosos em termos ecológicos, sociais e econômicos, representando uma abordagem adaptada às características locais e não padronizada no uso da terra. A

agrofloresta é vista como uma possível solução para diversos problemas ambientais, devido à sua capacidade de sequestro de carbono e à redução da dependência de combustíveis fósseis. Além disso, do ponto de vista econômico, ela requer um baixo investimento monetário (Ollinaho; Kröger, 2021) (Figura 4).



Figura 4. Produção de composto a partir da serapilheira produzida pelos componentes arbóreos. Fonte: Acervo Dário Rodrigues, 2024.

Dessa forma, a diversidade é uma das características dos SAFs biodiversos que é vista como um fator que promove sua viabilidade. Essa diversificação não apenas beneficia o bem-estar socioeconômico dos agricultores, mas também contribui para a conservação dos recursos naturais, oferecendo várias opções de uso para seus componentes, incluindo frutas, madeira, plantas medicinais e matéria-prima para artesanato (Almeida *et al.*, 2012; Silva *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2022). Os autores ressaltam também que esses SAFs são resultados da aplicação dos conhecimentos específicos de cada agricultor, diretamente ligados às demandas do mercado, às necessidades de segurança alimentar e às mudanças que ocorrem nesse contexto.

Entretanto, Camargo *et al.* (2017) ressaltam como principais obstáculos para o avanço dos SAFs biodiversos, podem ser apontados: a falta de acompanhamento técnico adequado e regular; a ausência de controle financeiro em uma parcela significativa das propriedades; o nível educacional limitado dos agricultores; a baixa adesão a associações e a ausência de agroindústrias.

Esses resultados evidenciam a necessidade de uma participação mais ativa dos governos (federal, estadual e municipal), com o planejamento e implementação de medidas para resolver esses problemas, os quais podem dificultar a adoção dos SAFs em muitas regiões.

Apesar disso, a introdução de SAFs traz benefícios tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental, contribuindo para a sustentabilidade em longo prazo. Os SAFs possibilitam a diversificação das fontes de renda para os agricultores ao combinar a produção agrícola com a silvicultura, diminuindo a dependência de uma única cultura e garantindo estabilidade financeira. Embora o investimento inicial na implementação dos SAFs possa ser significativo, a diversidade de culturas e a interação entre as espécies resultam em uma maior produtividade e resiliência às condições climáticas variáveis ao longo do tempo (Oliveira; Soares; Rocha, 2023) (Figura 5).



Figura 5. Componentes arbóreos na composição do SAF e o manejo do mato auxiliando na ciclagem de nutrientes. Fonte: Acervo Dário Rodrigues, 2024.

3. O componente arbóreo nos SAFs

Diversos estudos investigam a contribuição de resíduos orgânicos para o solo e seus efeitos benéficos, encorajando práticas que enfatizam esse aporte e favorecem a restauração da matéria orgânica do solo. Nos SAFs, as árvores

naturalmente fornecem resíduos como folhas, frutos, flores e galhos, seja por meio de suas quedas naturais ou de podas realizadas. Além disso, debaixo do solo, ocorre a liberação de exsudatos pelas raízes e a decomposição das mesmas, contribuindo ainda mais para o enriquecimento orgânico do solo (Duarte, 2011) (Figura 6).



Figura 6. Resíduos orgânicos - deposição de serapilheira via componente arbóreo associada ao manejo do mato: ciclagem de nutrientes e restabelecimento da biota do solo. Fonte: Acervo Dário Rodrigues, 2024.

As árvores nos SAFs podem atuar como quebra-ventos naturais, reduzindo a erosão do solo e protegendo as culturas contra condições climáticas adversas. Além disso, elas contribuem para a ciclagem de nutrientes, o sequestro de carbono atmosférico e a conservação da biodiversidade, tornando os SAFs ecologicamente sustentáveis.

Ademais, ao introduzir árvores nas áreas de cultivo, os SAFs têm o potencial de diminuir os gastos relacionados à manutenção do solo e ao controle de pragas. As árvores podem atuar como barreiras naturais contra o vento, reduzindo a erosão do solo e oferecendo sombra para as culturas, diminuindo a necessidade de irrigação. Além de produzir alimentos diretamente, os SAFs proporcionam serviços ecossistêmicos, como a absorção de carbono, a preservação da biodiversidade e a proteção dos recursos hídricos. A valorização

desses serviços pode incrementar a renda dos agricultores, especialmente em mercados que reconhecem e premiam práticas agrícolas sustentáveis (Oliveira; Soares e Rocha, 2023) (Figura 7).



Figura 7. Deposição de serapilheira e banco de sementes/plântulas via componente arbóreo: ciclagem de nutrientes, restabelecimento da biota do solo e recuperação da biodiversidade do agroecossistema. Fonte: Acervo Dário Rodrigues, 2024.

Consoante a Aguiar Junior *et al.* (2021), o componente arbóreo nos SAFs desempenha um papel fundamental na sua estrutura e funcionamento. Devido à diversidade de modelos de SAF, que podem apresentar diferentes combinações e arranjos entre os componentes (arbóreo, agrícola, forrageiro e, ou, animais), é essencial considerar todas as variáveis individuais de cada componente.

Nesse contexto, de acordo com esses mesmos autores, as características morfológicas das espécies arbóreas ganham destaque, uma vez que a escolha inadequada pode comprometer aspectos técnicos cruciais para a viabilidade do sistema como um todo. Portanto, a seleção criteriosa das espécies arbóreas, considerando fatores como o porte, o sistema radicular, a tolerância a condições ambientais específicas e as interações com os demais componentes, é fundamental para o sucesso e a sustentabilidade dos SAFs.

De acordo com Aguiar Junior *et al.* (2021), a árvore cuja copa tem um crescimento uniforme oferece uma vantagem em um SAF, pois permite prever o

nível de sombreamento do sub-bosque e as interações possíveis entre os componentes do sistema. Já em termos de proteção do solo, espécies com sistemas radiculares robustos e estrutura de copa adequada podem ajudar a reduzir a erosão e a compactação do solo, além de melhorar a infiltração da água. Isso é particularmente importante em regiões propensas à erosão e à degradação do solo, onde a preservação da camada fértil é essencial para a produção agrícola sustentável.

4. Escolha do componente arbóreo

A escolha das espécies para a implantação de um SAF é fundamental para o sucesso e a sustentabilidade desses sistemas. A seleção adequada das espécies arbóreas, agrícolas e, quando aplicável, animais, influencia diretamente a produtividade, a resiliência e os benefícios ambientais do SAF. Além disso, a pretensa destinação dos produtos oriundos destes cultivos deve ser cuidadosamente planejada para maximizar os benefícios econômicos e sociais dos agricultores envolvidos (Altieri, 2002; Schroth *et al.*, 2004; Silva *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2022; Gonçalves; Oliveira; Souza, 2024; Lima *et al.*, 2022; Crespo; Souza; Silva, 2023) (Figura 8).

A escolha das espécies deve considerar vários fatores, incluindo a compatibilidade entre as espécies, a adaptabilidade ao clima e ao solo local, o ciclo de vida das plantas, e as interações ecológicas que podem ocorrer no sistema. Espécies que apresentam complementaridade em termos de necessidades de nutrientes e espaço podem melhorar a eficiência do uso dos recursos e aumentar a produtividade geral do SAF (Altieri, 2002; Almeida *et al.*, 2023). Além disso, a diversidade de espécies pode aumentar a resiliência do sistema contra pragas, doenças e eventos climáticos extremos (Jose, 2009).

A destinação dos produtos dos SAFs também deve ser bem planejada. Produtos como frutas, madeira, mel e ervas medicinais podem ser comercializados diretamente ou processados para agregar valor, aumentando a renda dos agricultores (Schroth *et al.*, 2004). A escolha das espécies deve, portanto, alinhar-se com as demandas de mercado e as capacidades de processamento local, bem como com os objetivos socioeconômicos dos

agricultores e das comunidades envolvidas (Oliveira; Souza, 2024; Lima *et al.*, 2022; Crespo; Souza; Silva, 2023).



Figura 8. SAF biodiverso com espécies frutíferas em consórcio com café. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2024.

Dentre as espécies destacadas na formação dos SAFs, aquelas pertencentes ao gênero *Eucalyptus* são amplamente empregadas, pois muitas delas possuem uma estrutura de copa que proporciona o nível de sombreamento ideal para o sistema. Essa vantagem pode ser atribuída ao padrão de crescimento das copas dessas espécies, que geralmente são bem delineadas e apresentam pouca densidade (Paciullo *et al.*, 2007)

Jeromini *et al.* (2017) destacam que espécies que apresentam um crescimento inicial rápido possibilitam antecipar práticas comuns nos SAFs, como a introdução de animais na área. Por outro lado, se a espécie utilizada tiver um crescimento lento em altura e diâmetro, isso resultará em custos mais elevados com práticas culturais, como controle de plantas daninhas, além de uma subutilização da área. Isso ocorre porque, ao introduzir outros componentes, especialmente animais, aumentam-se os riscos de danos físicos e competitivos ao componente arbóreo do sistema.

Dessa maneira, a escolha das espécies arbóreas certas pode influenciar diretamente na produtividade das culturas consorciadas. Por exemplo, árvores que fornecem sombra adequada podem ajudar a reduzir o estresse hídrico das

culturas, especialmente em áreas com altas temperaturas ou em períodos de seca. Da mesma forma, algumas espécies arbóreas conseguem fixar nitrogênio atmosférico, enriquecendo o solo com nutrientes essenciais para o crescimento das culturas.

A fixação biológica de N desempenha um papel essencial na promoção da fertilidade do solo, e os SAFs destacam-se como ambientes propícios para essa função crucial. Esse processo ocorre principalmente por meio da simbiose entre plantas leguminosas, como árvores e arbustos, e bactérias do gênero *Rhizobium*, resultando em benefícios significativos para a saúde do solo e para as plantas cultivadas (Huang *et al.*, 2016; Carvalho *et al.*, 2019). Essa abordagem sustentável desempenha um papel fundamental na redução da dependência de fertilizantes nitrogenados sintéticos, promovendo sistemas agropecuários mais equilibrados e resilientes.

Porfírio-da-Silva (2006) enfatiza que a seleção das espécies arbóreas deve ser embasada em uma análise de mercado, visando identificar os potenciais produtos a serem obtidos. Assim, é fundamental compreender adequadamente as demandas do mercado local, regional ou mesmo internacional para a produção. Além disso, é fundamental considerar as exigências de escala e os padrões de qualidade. É comumente aceito que produtos mais sofisticados tendem a gerar maiores lucros. No entanto, para agregar valor aos produtos, é necessário realizar investimentos e adquirir capacitação técnica.

Ademais, Balbino, Barcelos e Stone (2011) afirmam que a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) requer a inclusão obrigatória do componente arbóreo (florestal) em suas atividades. Essa incorporação do componente arbóreo aos elementos de lavoura e pastagem representa um avanço inovador na abordagem da ILP, culminando no conceito de ILPF. Este último é caracterizado como uma estratégia de produção sustentável que combina atividades agrícolas, pecuárias e florestais em uma mesma área, seja por meio de cultivo consorciado, sucessão ou rotação.

O plantio de árvores pode ser direcionado para a produção de madeira, celulose ou outros recursos florestais. Uma disposição estratégica das árvores pode proporcionar sombra, proteção contra ventos e, simultaneamente, contribuir para a ciclagem de nutrientes. A integração da criação de animais,

como bovinos, ovinos ou aves, em áreas que combinam pastagens e sombreamento fornecido pelas árvores é uma prática vantajosa. Recomenda-se a seleção de árvores que facilitem uma ciclagem eficiente de nutrientes, melhorando a fertilidade do solo e reduzindo a dependência de insumos externos (Cordeiro *et al.*, 2017) (Figuras 9).



Figuras 9. Animais pastejando em condições de sombreamento: melhoria das condições de bem-estar. Fonte: SIPA³, 2023.

Sendo assim, a inclusão do componente arbóreo nesse contexto não apenas amplia a diversidade produtiva, mas também promove uma série de benefícios ambientais, sociais e econômicos, contribuindo assim para o desenvolvimento de sistemas agropecuários mais resilientes e sustentáveis.

Em pesquisa realizada por Pereira, Padovan e Serrano (2021), foi observado que em Mato Grosso do Sul a abordagem mais comum para estabelecer SAFs biodiversos consiste em preservar as espécies arbóreas já presentes na área designada para os sistemas, complementando com o plantio de mudas e sementes e realizando um manejo seletivo das novas árvores que surgem no local, adotada por 53,4% dos agricultores. Outra estratégia amplamente empregada, especialmente quando não há árvores na área, envolve o plantio de mudas de espécies arbustivas e arbóreas em densidade média, complementada pelo enriquecimento com sementes, conforme relatado por 35,7% dos agricultores.

³ Sistema Integrado de Produção Animal. Fonte: <https://www.aliancasipa.org/sobre/o-que-sao-os-sipa/>

Essa estratégia demonstra um reconhecimento da importância da diversidade vegetal e do papel das árvores na estruturação e funcionalidade do sistema agroflorestal. Além disso, a adoção de práticas de manejo seletivo indica uma integração mais cuidadosa dos elementos naturais presentes na área. Por outro lado, quando não há árvores na área, os agricultores recorrem ao plantio de mudas de espécies arbustivas e arbóreas em densidade média, complementado pelo enriquecimento com sementes, evidenciando uma adaptação das práticas conforme as condições locais.

Na Amazônia, a produção animal é um componente fundamental para a exploração agropecuária sustentável, focada na criação de ruminantes para leite e carne. Este sistema promove a recuperação e manejo de pastagens, nutrição e alimentação adequadas, conservação, melhoramento genético e reprodução de bubalinos, além de avaliar indicadores de sustentabilidade. São estudados sistemas produtivos sustentáveis com peixes, animais silvestres e meliponicultura, visando o aproveitamento racional dos recursos naturais em pequenas áreas (Figura 10).

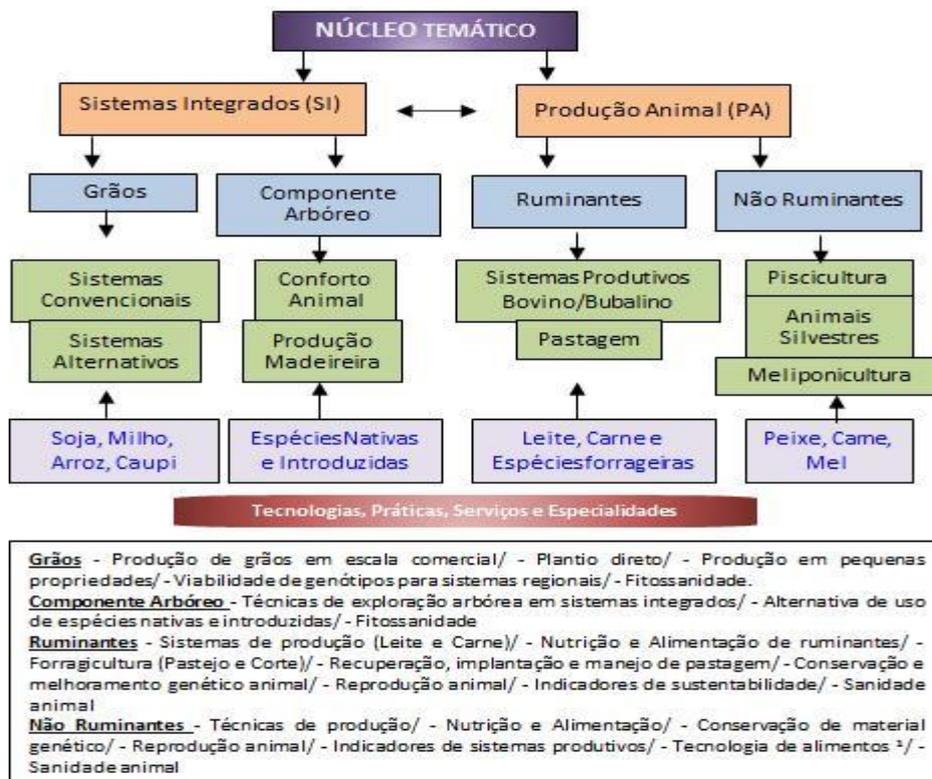


Figura 10. Sistemas integrados de produção animal. Fonte: <https://www.embrapa.br/amazonia-oriental/nucleo-de-sistemas-integrados-e-producao-animal>.

5. Vantagens do componente arbóreo no SAF

A integração de componentes arbóreos nos SAFs apresenta uma série de vantagens que contribuem significativamente para a sustentabilidade e a eficiência desses sistemas agropecuários. Ao incorporar árvores nas áreas de cultivo, os SAFs promovem uma maior diversidade biológica, melhoram a qualidade do solo, aumentam a eficiência no uso da água e proporcionam uma série de serviços ecossistêmicos. Segundo Perez (2022), os SAFs conseguem ser usados como instrumentos para a recuperação de florestas e de áreas degradadas. Além disso, estabelecem que todas as propriedades rurais devem destinar 20% de sua área total para manter cobertura vegetal, conhecida como Reserva Florestal Legal (RFL) ou, de forma simplificada, Reserva Legal (RL).

O emprego de SAFs para recuperar ambientes degradados tem demonstrado impactos positivos na qualidade físico-química desses solos, bem como na atividade microbiana, devido à considerável contribuição de matéria orgânica (Mendonça *et al.*, 2001; Crespo; Souza; Silva, 2023).

Os SAFs, que se assemelham a ecossistemas naturais em estrutura e diversidade, têm grande potencial para restaurar áreas e ecossistemas degradados. Eles podem ser utilizados tanto como uma estratégia de recuperação, visando reduzir custos por intermédio da compensação financeira em curto e médio prazo por meio de produtos agrícolas e florestais, quanto para a criação de agroecossistemas sustentáveis com produtos orgânicos e saudáveis. Os objetivos variam conforme as necessidades dos proprietários e a aptidão do ecossistema. A recuperação de fragmentos florestais, matas ciliares e outros ecossistemas pode ser economicamente viável devido à produção agrícola nos primeiros anos, enquanto as árvores crescem e a floresta se estabelece (Amador, 1999; Crespo, Souza e Silva, 2023) (Figura 11).

Essa abordagem destaca a importância dos SAFs não apenas como uma ferramenta de recuperação ambiental, mas também como uma forma de promover sistemas agrícolas mais sustentáveis e produtivos. Molina (2016) ressaltou o considerável potencial desses sistemas na recuperação de áreas degradadas, destacando que a diversidade biológica presente desempenha uma função comparável àquela observada em capoeiras em processo de regeneração.

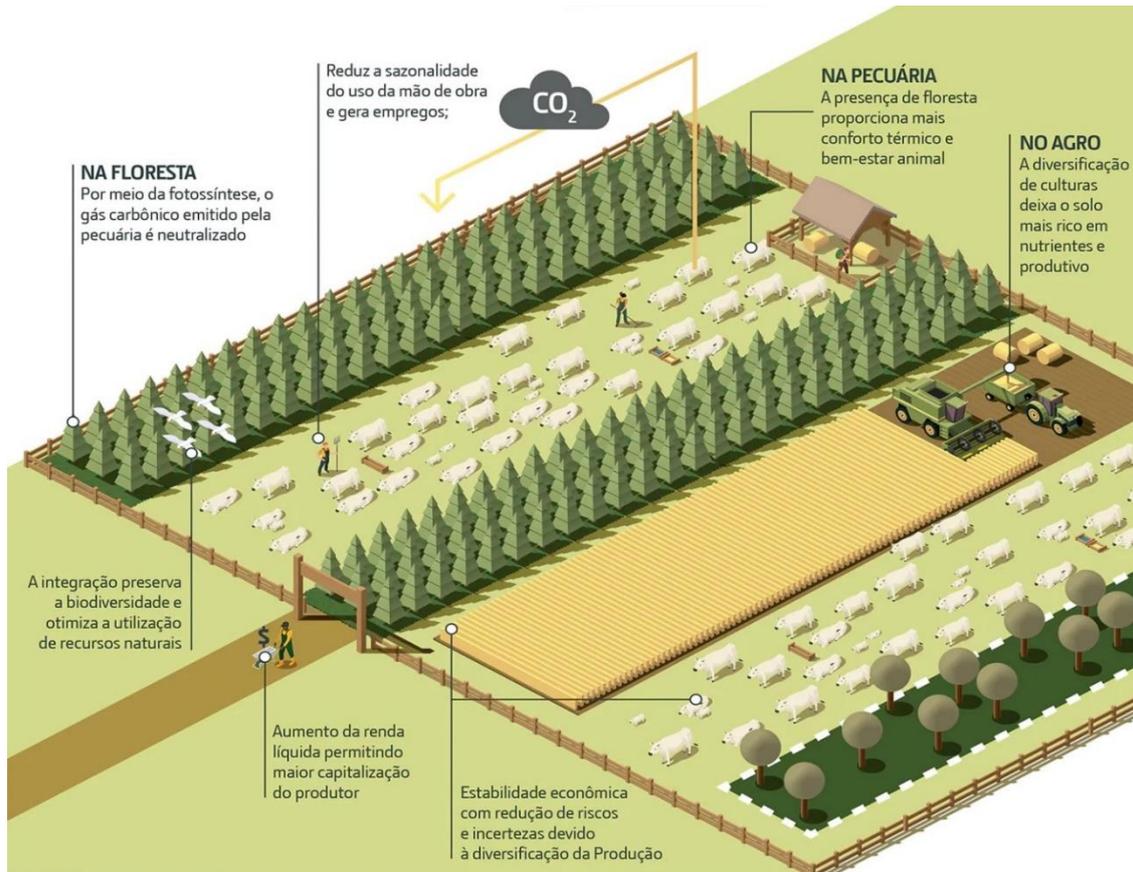


Figura 11. Vantagens do sistema integração-lavoura-pecuária-floresta. Fonte: <https://www.deere.com.br/pt/a-nossa-empresa/sustentabilidade/ilpf/>

Nesse viés, os SAFs também contribuem para a biodiversidade, como evidenciados pelo estímulo ao processo de regeneração natural de espécies, tanto as plantadas quanto as não plantadas. A regeneração vegetal natural se refere ao estrato da vegetação que engloba desde o banco de sementes até árvores jovens, abrangendo o processo de recuperação das florestas e a recuperação de sua composição e diversidade após um distúrbio (Odum, 1969; Silva *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2022; Gonçalves; Oliveira; Souza, 2024; Lima *et al.*, 2022; Crespo; Souza; Silva, 2023).

Para esses mesmos autores, nos SAFs que apresentam uma arquitetura florestal significativa, o ciclo da água é modulado distintamente em comparação aos monocultivos. Similarmente ao que ocorre em florestas naturais, as árvores atenuam o impacto das chuvas e melhoram a infiltração e o armazenamento de água de maneira mais eficaz. Isso se deve ao fato de que as raízes das árvores

criam uma extensa e densa rede de canais no solo, ampliando ainda mais a recarga dos lençóis freáticos.

Como resultado, em áreas de regeneração natural ou induzida, como as agroflorestas, observa-se um fortalecimento dos estoques de água, o que permite que os cultivos persistam durante períodos mais secos. Além disso, ao conservar e aumentar os estoques de água, a estratégia agroflorestal também contribui para processos de regeneração de nascentes, que haviam sido praticamente extintas devido à irrigação intensiva, ao manejo intensivo do solo e à cobertura vegetal sazonal e limitada (Canuto, 2017).

Segundo Crespo, Souza e Silva (2023), nos SAFs, a prática da poda das árvores não apenas resulta em um aporte regular de matéria orgânica ao solo, mas também desempenha outras funções. Além de revitalizar o sistema, a poda pode estimular o aumento do volume de solo explorado pelas raízes, induzindo o surgimento de novas raízes secundárias. Salientam que o funcionamento dos SAFs está associado à quantidade de nutrientes liberados durante a decomposição da matéria orgânica adicionada ao solo.

Além disso, um estudo realizado em Belterra, Pará, investigou três SAFs geridos por agricultores familiares. O nitrogênio (N) foi o nutriente mais abundante na serapilheira nos diferentes sistemas estudados. A presença da espécie *Moringa oleifera* nos SAFs contribuiu para os maiores teores de N. A espécie *Spondias mombin*, seja em SAFs implantados ou em regeneração natural, apresentou maior estoque de N devido ao maior conteúdo de fração foliar produzido. No sistema composto por pimenta-do-reino, moringa e cumaru, foi observada a maior taxa de decomposição, menor tempo de renovação e a maior adição de N via fixação biológica, resultando em uma ciclagem de nutriente mais eficiente (Rebêlo *et al.*, 2022).

Uma pesquisa conduzida por Paula *et al.* (2025) teve como objetivo examinar o papel das leguminosas arbóreas, *Gliricidia sepium* e *Acacia angustissima*, plantadas em fileiras alternadas com bananeiras, como adubo verde na implementação de um SAF. Os resultados do estudo indicaram que as elevadas taxas de produção de biomassa dessas leguminosas podem promover a melhoria em longo prazo da fertilidade do solo e o aumento da disponibilidade de nutrientes para as culturas intercalares. Além disso, foi observado que o curto

tempo de decomposição da *Gliricidia sepium* pode ser benéfico para as culturas intercalares. Essa descoberta enfatiza como o componente arbóreo nos SAFs desempenha um papel fundamental na melhoria da qualidade do solo e no aumento da produtividade das culturas (Figura 12).



Figura 12. *Gliricidia sepium* e seus benefícios para culturas intercalares. Fonte: https://www.tropicalforages.info/text/entities/gliricidia_sepium.htm. Foto: Chris Gardiner, 2022.

Igualmente, um estudo conduzido por Souza e Pinã-Rodrigues (2013) teve como propósito comparar o crescimento de diferentes espécies arbóreas em distintos modelos de SAFs, com o intuito de fornecer percepções que facilitem sua utilização na restauração de áreas degradadas na Floresta Ombrófila Densa, situada no município de Paraty, Rio de Janeiro. A pesquisa foi realizada em Áreas de Preservação Permanente (APPs) previamente degradadas e posteriormente recuperadas por meio de SAFs, adotando o modelo de Sistemas Agroflorestais Regenerativos e Análogos (SAFRAs). A aplicação do modelo SAFRA nessas APPs promoveu a formação de uma estrutura vertical e horizontal semelhante àquela encontrada em florestas naturais, demonstrando uma característica ecológica fundamental para estabelecer processos benéficos na recuperação de áreas degradadas.

Essa característica ecológica é fundamental para estabelecer processos benéficos na recuperação de áreas degradadas, realçando a importância do componente arbóreo nos SAFs como facilitador da recuperação ambiental ecológica.

A utilização de adubos verdes, especialmente leguminosas, entre as fileiras das árvores em SAFs pode ser uma prática benéfica para a fertilidade do solo e o desenvolvimento das culturas. Conforme Alcantara, Stone e Didonet (2016), para manter a fertilidade do solo e suprir as necessidades nutricionais das culturas, é comum utilizar adubos verdes, especialmente aqueles compostos por leguminosas, que são cultivados entre as fileiras antes do plantio das culturas comerciais. Na região do Cerrado, leguminosas como Crotalária (*Crotalaria juncea* L.), feijão de porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC), mucuna-preta (*Estilozobium aterrimum* (Piper e Tracy) Merr.) e guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) são amplamente empregadas para essa finalidade. Além de fixarem o N atmosférico, essas plantas são eficazes na reciclagem e na melhoria das condições do solo (Figura 13).



Figura 13. Crotalária. Fonte: <https://www.comprerural.com/crotalaria-a-leguminosa-aliada-no-combate-do-nematoides/>

Dessa maneira, essa prática favorece a qualidade do solo ao proporcionar um suprimento constante de matéria orgânica e nutrientes, o que por sua vez beneficia o crescimento das árvores e das culturas intercaladas. Portanto, a combinação de árvores com adubos verdes em SAFs não apenas promove a

produtividade agrícola, mas também contribui para a sustentabilidade e a saúde do ecossistema como um todo.

Nos SAFs, a prática de integrar árvores nativas e/ou exóticas com culturas agrícolas permite aproveitar essas árvores para a geração de biomassa e o ciclo de nutrientes. Essa integração também contribui para a formação de um microclima favorável, estimulando o desenvolvimento de diversos organismos e desempenhando um papel crucial na manutenção da qualidade ambiental (Rebêlo *et al.*, 2022).

Os SAFs integram as estratégias de mitigação das emissões de gases de efeito estufa (GEE) estabelecidos pela Política Nacional sobre Mudanças do Clima (PNMC). A capacidade de armazenamento de carbono é mais elevada nos sistemas agroflorestais regenerativos análogos devido à presença de um maior número de espécies arbóreas e, ou, arbustivas por área (Torres *et al.*, 2014)

Segundo Rocha *et al.* (2016), o cultivo de café em SAFs representa uma opção viável para reduzir a exaustão do solo, resultando em benefícios positivos para a produtividade e a qualidade dos grãos de café. Isso se deve à criação de um microclima favorável, que desempenha um papel significativo na valorização do produto.

Os autores destacam uma das vantagens do componente arbóreo nos SAFs, especialmente quando combinados com o cultivo de café. A presença de árvores no SAF cria um microclima favorável que contribui para a melhoria do solo e para a qualidade dos grãos de café. Essa combinação proporciona uma maior diversidade de habitats para a fauna e a flora, promovendo a biodiversidade e aumentando a resiliência do sistema às mudanças climáticas. Além disso, as árvores podem fornecer sombra para as plantas de café, reduzindo a evaporação da umidade do solo e a temperatura ambiente, o que pode resultar em melhores condições de crescimento e produção para as culturas agrícolas. Assim, destacam-se as vantagens econômicas e ambientais da integração do componente arbóreo nos sistemas agroflorestais, que contribuem para a sustentabilidade e a produtividade em longo prazo (Figura 14).



Figura 14. Café com floresta beneficia os dois sistemas. Fonte: <https://revista.campoenegocios.com.br/cafe-com-floresta-beneficia-os-dois-sistemas/>. Foto: Diego Andrade.

A adoção do cultivo de café em SAFs emerge como uma alternativa valiosa para pequenas propriedades rurais. A prática de combinar espécies arbóreas com a cultura do café é amplamente difundida em diversas nações da América Central, como Costa Rica, Equador e México. Embora ainda incipiente no Brasil, o interesse por essa abordagem tem crescido constantemente, refletindo o aumento da busca por informações sobre o tema e o crescente número de produtores que já executaram, programam ou consideram adotar esse sistema em suas terras (Silva *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2023).

Ademais, em estudo realizado por Ribeiro *et al.* (2019) conduzido no Assentamento Agroextrativista Americana, localizado em Grão Mogol, região Norte de Minas Gerais, três SAFs e duas áreas de vegetação nativa adjacente foram selecionados para comparação, com base nos tipos de solo: Latossolo Vermelho Amarelo e Cambissolo Háplico. A coleta de amostras de solo foi realizada em março de 2013, dez anos após a implantação dos SAFs, em camadas de 0-5 cm e 0-20 cm de profundidade, para avaliar nutrientes, densidade e estoques de carbono e nitrogênio.

Segundo esses mesmos autores, os resultados mostraram que os SAFs com manejo de desrama e diversidade florística contribuíram para melhorar a qualidade do solo e manter a fertilidade e os estoques de carbono em níveis semelhantes à vegetação nativa. Por outro lado, o SAF com supressão prévia da vegetação nativa reduziu a diversidade arbórea e os estoques de carbono ao longo do tempo. No entanto, o manejo com culturas anuais e leguminosas ajudou a melhorar a fertilidade do solo e aumentar os teores e estoques de N.

Isso ressalta o papel fundamental das árvores na promoção da qualidade do solo e na manutenção da fertilidade, além de destacar a contribuição dos SAFs para a conservação e restauração de ecossistemas. Silva *et al.* (2023) afirmam que os SAFs proporcionam uma forma de agricultura mais sustentável, oferecendo vantagens financeiras, estéticas e ambientais, que podem se estender além dos próprios praticantes desse modelo agropecuário. Eles representam uma opção viável para aqueles que buscam uma vida no campo mais conectada e integrada ao ambiente ao seu redor.

Os SAFs também apresentam como benefício significativo uma ampla variedade de cultivos e a rotatividade das fontes de renda ao longo do ano, o que se traduz em uma produtividade mais elevada e uma necessidade de trabalho contínua. Ou seja, o componente arbóreo nos SAFs oferece uma série de vantagens que vão além da simples produção agrícola, contribuindo para a sustentabilidade ambiental, a resiliência dos sistemas agrícolas e o bem-estar dos agricultores e das comunidades rurais. Investir na integração de árvores nos sistemas agrícolas pode ser uma estratégia valiosa para promover uma agricultura mais sustentável e resiliente no longo prazo (Souza *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2022).

6. Considerações

Considerando a importância do componente arbóreo nos SAFs, é possível concluir que sua presença desempenha um papel fundamental na promoção da sustentabilidade e na melhoria da qualidade ambiental e dos recursos naturais. Primeiramente, as árvores nos SAFs contribuem para a diversificação das fontes de renda dos agricultores, permitindo a produção de diferentes tipos de produtos,

como frutas, madeira, plantas medicinais, entre outros. Isso reduz a dependência de uma única cultura e proporciona maior estabilidade financeira aos agricultores.

Além disso, o componente arbóreo ajuda na conservação e recuperação do solo, promovendo a ciclagem de nutrientes, o controle da erosão, o aumento da biota e da matéria orgânica. A presença de árvores também favorece a biodiversidade, criando habitats para uma variedade de espécies de plantas e animais, contribuindo para a regulação do microclima, fornecendo sombra e reduzindo a temperatura do ambiente.

Outro aspecto importante é o papel das árvores na captura e armazenamento de carbono atmosférico, ajudando a mitigar os efeitos das mudanças climáticas. Por meio da fotossíntese, as árvores absorvem o dióxido de carbono da atmosfera e o transformam em biomassa, que pode permanecer armazenada por longos períodos nos tecidos das plantas e no solo.

Diante desses benefícios, fica evidente que o componente arbóreo é essencial para a sustentabilidade dos SAFs, contribuindo para a resiliência dos agroecossistemas, a conservação dos recursos naturais e a promoção do bem-estar social e econômico das comunidades rurais. Portanto, investir na integração de árvores nos SAFs é uma estratégia promissora para alcançar uma agropecuária mais sustentável e resiliente no contexto atual.

7. Referências

AGUIAR JUNIOR, A. L. *et al.* Ideótipo arbóreo para Sistemas Agroflorestais. **Advances in Forestry Science**, v. 8, n. 1, p. 1349-1362, 2021.

ALCANTARA, F. A. de; STONE, L. F.; DIDONET, A. D. **Fertilidade do solo em sistemas agroflorestais agroecológicos no Cerrado brasileiro**. In: Congreso Sociedad Española De Agricultura Ecológica/Agroecología, 12., Lugo, 2016. Las leguminosas, clave para la gestión delos agrosistemas y en la alimentación ecológica: actas. Catarroja: SEAE, 2016.

ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J. G. M. **Uma experiência de pesquisa em agricultura orgânica: “fazendinha agroecológica- km 47”**. 2001. Disponível em: http://www.pronaf.gov.br/ater/arquivos/27_Experiencia_em_Pesquisa_Agric_Org.pdf. Acesso: 26 abr. 2024.

ALMEIDA, L. S.; GAMA, J. R. V.; OLIVEIRA, F. A.; CARVALHO, J. R. P.; GONÇALVES, D. C. M.; ARAÚJO, G. C. Phytosociology and multiple use of forest species in a logged forest in Santo Antonio. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**• G&DR, v. 15, n. 1, p. 34-46, jan-abr/2019, Taubaté, SP, Brasil •45community, municipality of Santarém, Pará state. *Acta Amazonica*, Manaus, AM, v. 42, n. 2, p. 185-194, 2012.

ALMEIDA, M. R.; GUERRA, A. C. M.; BISPO, V. dos S. C.; TRUGILHO, G. A.; XAVIER, S. A. B.; NASCIMENTO, L. M. Q. do; AZEVEDO, P. L.; SOUZA, M. N. Produção de madeira, sequestro de carbono, SAFs e fomento florestal. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. VII. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2023. p. 150-182. ISBN: 978-65-84548-18-3. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-18-3.c5>

ALTIERI, M. A. **Agroecology**: the science of sustainable agriculture. Westview Press. 2002.

AMADOR, D. B. **Recuperação de um fragmento florestal com sistemas agroflorestais**. 1999. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999. doi:10.11606/D.11.1999.tde-20210918-204437. Acesso em: 2024-04-29.

BALBINO, L. C.; BARCELOS, A. de; STONE, L. C. **Marco referencial integração lavoura-pecuária-floresta** = Reference document crop-livestock-forestry integration. Brasília, DF: Embrapa, 2011. 130p.

BOTELHO, S. A. **Princípios e métodos silviculturais**. Lavras, MG: Departamento de Ciências Florestais/Universidade Federal de Lavras, 2003, 144p.

CAMARGO, G. M.; SCHLINDWEIN, M. M.; PADOVAN, M. P.; SILVA, L. F. da S. Sistemas agroflorestais biodiversos: uma alternativa para pequenas propriedades rurais. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, p. 1-13, 2017. ISSN: 1809-239X. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/202733/1/36887.pdf>

CANUTO, J. C. Agroflorestas e resiliência social. In: MAGNONI JÚNIOR, L.; STEVENS, D.; LOPES, E. S. S.; CAVARSAN, E. A.; VALE, J. M. F.; MAGNONI, M. G. M.; TEIXEIRA, T.; FIGUEIREDO, W. S. (Org.). **Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano**. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017. p. 157-168.

CARVALHO, L. R. *et al.* Nodulation and biological nitrogen fixation (BNF) in forage peanut (*Arachis pintoi*) cv. Belmonte subjected to grazing regimes. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 278, n. 46, p. 96-106, 2019.

COPES, D. L. Effects of long-term pruning, meristem origin, and branch order on the rooting of Douglas-fir stem cuttings. **Canadian Journal Forest Resource**, v. 22, p. 1888-1894, 1992.

CORDEIRO, L. A. M. *et al.* Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do

solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 32, n. 1/2, p. 15-53, 2017.

CRESPO, A. M.; SOUZA, M. N.; SILVA, M. A. B. da. Ciclo do carbono e sistemas agroflorestais na sustentabilidade da produção agrícolas: revisão de literatura. **INCAPER EM REVISTA**, v. 13, p. 6-19, 2023. Home page: [https://editora.incaper.es.gov.br/incaper-em-revista. DOI:10.54682/ier.v.13e14.p06.19.

DUARTE, E. M. G. **Árvores em sistemas agroflorestais: ciclagem de nutrientes e formação da matéria orgânica do solo**. 2011. 135 f. Tese (Doutorado em Fertilidade do solo e nutrição de plantas; Gênese, Morfologia e Classificação, Mineralogia, Química,) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Benefícios dos SAFs, mas o que é SAF?** Agricultura familiar, Agroecologia e produção orgânica. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/65068763/artigo---beneficios-dos-safs-mas-o-que-e-saf>. Acesso em 10 de abril de 2024.

FREDERICO, S.; MORAL, Y. P. Sistema agroflorestal e autonomia: uma revisão sistemática. Núcleo de Estudos, Pesquisas e Projetos de Reforma Agrária – NERA, Presidente Prudente/SP, Brasil. **Revista NERA**, v. 25, n. 63, p. 190-209, 2022.

GONÇALVES, J. M.; OLIVEIRA, A. de F. M. de; SOUZA, M. N. Sistemas agroflorestais como estratégia mitigadora: benefícios na atenuação do estresse térmico em bovinos. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em gestão ambiental**. Vol. I. Canoas, RS: Mérida Publishers, 2024. p. 249-270. ISBN: 978-65-84548-22-0. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-22-0.c8>

HUANG, J. *et al.* Responses of soil nitrogen fixation to *Spartina alterniflora* invasion and nitrogen addition in a Chinese salt marsh. **Scientific Reports**, v. 6, n. 12, p. 1-8, 2016.

JEROMINI, T. S.; FACHINELLI, R.; SILVA, G. Z. da; PEREIRA, S. T. S.; SCALON, S. de P. Q. Emergência de plântulas e crescimento inicial de copaíba sob diferentes substratos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [S. l.], v. 37, n. 90, p. 219-223, 2017. DOI: 10.4336/2017.pfb.37.90.1189. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/1189>. Acesso em: 29 abr. 2024.

JOSE, S. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. **Agroforestry Systems**, v. 76, n. 1, p. 1-10, 2009.

LIMA, R. G.; MARTINS, E. de O.; TAVARES, L. R.; RANGEL, D. S.; LOUBACK, G. R.; TRUGILHO G. A.; SILVA, M. B. A. da; XAVIER, S. B. A.; PERON, I. B.; VARDIERO, L. G. G.; GOMES, A. L. C.; SOUZA, M. N. Sistemas Agroflorestais em Áreas de Preservação Permanente. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. III. – Canoas, RS: Mérida Publishers. p. 270-298. 2022. <http://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-04-6.c9>

MOLINA, R. A. R. **Potencial de estabelecimento de espécies arbóreas implantadas em renques em sistemas agroflorestais no Estado do Quindío**,

Colômbia. 2016. 150 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

ODUM, E. P. **The strategy of ecosystem development: an understanding of ecological succession provides a basis for resolving man's conflict with nature.** science, v. 164, n. 3877, p. 262-270, 1969.

OLIVEIRA, J. W. A. de; SOARES, U. G.; ROCHA, A. P. S. da. Estudo da viabilidade econômica e ambiental da implementação de sistemas agroflorestais. **Revista Contemporânea**, v. 3, n. 11, 2023.

OLIVEIRA, J. W. A.; SOARES, U. G.; DA ROCHA, A. P. S. Estudo da viabilidade econômica e ambiental da implementação de sistemas agroflorestais. **Revista Contemporânea**, [S. l.], v. 3, n. 11, p. 22610–22630, 2023. DOI: 10.56083/RCV3N11-132. Disponível em: <https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/2243>. Acesso em: 25 abr. 2024.

OLLINAHO, O. I.; KRÖGER, M. Agroforestry transitions: the good, the bad and the ugly. **Journal of Rural Studies**, v. 82, p. 210-221, 2021.

PACIULLO, D. S. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; CARVALHO, M. M.; CASTRO, C. R. T. de. Arranjos e modelos de sistemas silvipastoris. In: FERNANDES E.M., PACIULLO D. S. C.; CASTRO, C. R. T.; MULLER, M. D.; ARCURI, P. B.; CARNEIRO, J. C. (Ed.). **Sistemas agrossilvipastoris na América do Sul: desafios e potencialidades.** Juiz de fora: Embrapa Gado de Leite. p. 13-50, 2007.

PADOVAN, M. P.; PEREIRA, Z. V.; SERRANO, M. R. Panorama dos sistemas agroflorestais biodiversos em Mato Grosso do Sul. **Revista GeoPantanal**, n. 30 p. 102-112, 2021.

PADOVAN, M. P.; PEREIRA, Z. V.; SERRANO, M. R. Panorama dos sistemas agroflorestais biodiversos em Mato Grosso do Sul. **Revista GeoPantanal**, n. 30, p. 102-112, 2021.

PAULA, P. D. de; CAMPELLO, E. F. C.; GUERRA, J. G. M.; SANTOS, G. de A.; RESENDE, A. S. de. Decomposição das podas das leguminosas arbóreas *Gliricidia sepium* e *Acacia angustissima* em um sistema agroflorestal. **Ci. Fi.**, v. 25, n. 3, 2015.

PEREZ, J. C. F. **Desempenho de espécies arbóreas nativas do sul do Brasil em sistema agroflorestal.** 2022. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2022.

REBÊLO, A. G. de M.; CAPUCHO, H. L. V.; PAULETTO, D.; DANTAS, E. F. Estoque de nutrientes e decomposição da serapilheira em sistemas agroflorestais no município de Belterra – **ParáCi. Fi.**, Santa Maria, v. 32, n. 4, p. 1876-1893, 2022.

SCHEMBERGUE, A.; CUNHA, D. A. da; CARLOS, S. de M.; PIRES, M. V. P.; FARIA, R. M. F. Sistemas Agroflorestais como Estratégia de Adaptação aos

Desafios das Mudanças Climáticas no Brasil. **RESR**, Piracicaba-SP, v.. 55, n. 1, p. 9-30, 2017.

SCHROTH, G.; FONSECA, G. A. B. DA; HARVEY, C. A.; GASCON, C.; VASCONCELOS, H. L.; IZAC, A. N. **Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes**. Island Press. 2004.

SILVA, J. M. V. de O. da; SOUZA, M. N.; RANGEL, O. J. P.; FORNAZIER, M. L.; LOUBACK, G. C.; PIROVANI, G.; CAON, B. L.; MOREIRA, M. F.; SIQUEIRA, C. B.; TRUGILHO, G. A.; KAULZ, M.; CRESPO, A. M.; GOMES, A. L. C.; GALL, M. V. C.; PINHEIRO, A. C. M.; GUERRA, A. C. M.; PERON, I. B. **Sistemas agroflorestais e consórcios na cultura do café**. 2023. In: SOUZA, Mauricio Novaes (Org.). Tópicos em recuperação de áreas degradadas, v. 4. Canoas, RS: Mérida Publishers, 2022.

SILVA, J. M. V. de O. da; SOUZA, M. N.; RANGEL, O. J. P.; FORNAZIER, M. L.; LOUBACK, G. R.; PIROVANI, G.; CAON, B. L.; MOREIRA, M. F.; SIQUEIRA, C. B.; TRUGILHO, G. A.; KAULZ, M.; CRESPO, A. M.; GOMES, A. L. C.; GALL, M. V. C.; PINHEIRO, A. C. M.; GUERRA, A. C. M.; PERON, I. B. Sistemas agroflorestais e consórcios na cultura do café. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. IV. – Canoas, RS: Mérida Publishers. p. 172-201. 2022. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-10-7.c6>

SILVA, J. M. V. O.; SOUZA, M. N.; RANGEL, O. J. P.; FORNAZIER, M. L.; LOUBACK, G. C.; PIROVANI, G.; SIQUEIRA, C. B. Sistemas agroflorestais (SAFs) e a cafeicultura. In: **Produção de café orgânico: práticas agroecológicas conservacionistas e novas tecnologias disponíveis ao produtor rural**. 1 ed. Meidrum Street, Mauricius: Novas Edições Acadêmicas, 2021, v.1, p. 40-50.

SOUZA, M. C. S.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Desenvolvimento de espécies arbóreas em sistemas agroflorestais para recuperação de áreas degradadas na floresta ombrófila densa, Paraty, RJ. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 37, n. 1, p. 89-98, 2013.

SOUZA, M. E. P. **Abundância de oligochaetas edáficos em cafezais sob vários tipos de manejo**. 2010. 58 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

TORRES, C. M. M. E.; JACOVINE, L. A. G.; OLIVEIRA NETO, S. N. de.; BRIANEZI, D.; ALVES, E. B. B. M. **Sistemas agroflorestais no Brasil: uma abordagem sobre a estocagem de carbono**. *Pesq. flor. bras.*, Colombo, v. 34, n. 79, p. 235-244, 2014.