

CAPÍTULO 10

Adoção de SAFs: um modelo eficiente para a recuperação ecológica e geração de renda

Daniel Schwan Monteiro de Sousa, Gabriela dos Santos Medeiros, Maurício Novaes Souza, Camilla de Oliveira Souza, Otacílio José Passos Rangel, Graciandre Pereira Pinto, Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira, Silvia Aline Bérghamo Xavier

<https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-33-6.c10>

Resumo

Este capítulo explora a adoção de Sistemas Agroflorestais (SAFs) como uma estratégia eficaz para a recuperação de áreas degradadas e a promoção da biodiversidade, em um contexto de mudanças climáticas. Os SAFs combinam práticas agrícolas e florestais de maneira sinérgica, resultando em benefícios ambientais substanciais, como a recuperação do solo, o aumento da biodiversidade e o sequestro de carbono. Além de suas contribuições ecológicas, os SAFs oferecem vantagens socioeconômicas, incluindo a diversificação da produção e a geração de renda para pequenos agricultores. Diante da crescente crise ambiental, a implantação de SAFs surge como uma solução promissora para enfrentar desafios históricos e emergentes. Estes sistemas têm o potencial de gerar créditos de carbono e fortalecer as economias locais, ao diversificar as cadeias de valor e torná-las mais resilientes. Por fim, o capítulo destaca a relevância dos SAFs nas políticas de reflorestamento e recuperação ambiental, posicionando-os como uma alternativa sustentável que integra conservação e desenvolvimento socioeconômico, promovendo a restauração de áreas degradadas e a melhoria da qualidade de vida das comunidades locais.

Palavras-chave: Biodiversidade. Mudanças climáticas. Sequestro e créditos de carbono. Diversificação da produção. Geração de renda. Agricultura familiar. Economia resiliente. Políticas de reflorestamento. Desenvolvimento socioeconômico. Restauração ambiental. Qualidade de vida. Comunidades locais.

1. Introdução

Os sistemas agroflorestais (SAFs) são práticas agrícolas que integram culturas agrícolas com espécies florestais, com ou sem a inclusão de animais, em uma mesma unidade de manejo, cuja organização varia de acordo com o arranjo espacial e temporal adotado durante o plantio (Souza *et al.*, 2020; Crespo; Souza; Silva, 2024). Nesse contexto, árvores, arbustos, plantas agrícolas e animais podem ser manejados de forma conjunta, formando uma rede de interações que simula os ecossistemas naturais e aprimora a biodiversidade. Essa abordagem promove o uso mais sustentável da terra, gerando benefícios tanto para a produção de alimentos quanto para o ambiente (Bigli *et al.*, 2024).

Do ponto de vista ambiental, os SAFs são essenciais para a recuperação e manutenção de ecossistemas, pois contribuem para a melhoria da qualidade do solo, o aumento da biodiversidade, o combate à erosão e a captura do carbono atmosférico. Eles se apresentam como uma solução eficaz contra a degradação do solo e o desmatamento, dado que a associação entre árvores e culturas agrícolas reduz a erodibilidade do solo e auxilia na recuperação de áreas degradadas. Além disso, esses sistemas promovem a conservação da água e o aumento da fertilidade do solo por meio da decomposição de resíduos orgânicos e da fixação de nitrogênio, reduzindo a dependência de fertilizantes químicos (Macedo, 2013; Crespo; Souza; Silva, 2024).

Os SAFs também desempenham um papel relevante na geração de renda para os produtores rurais, especialmente em áreas de agricultura familiar. Ao diversificar a produção, os agricultores conseguem obter uma variedade de produtos com diferentes ciclos de produção e mercados, diminuindo os riscos financeiros associados à monocultura. Isso ocorre porque as árvores podem oferecer produtos de longo prazo, como madeira, frutos, resinas e plantas medicinais, enquanto as culturas agrícolas podem ser colhidas em ciclos mais curtos. Essa diversidade de produtos permite acesso a mercados locais e mais amplos, contribuindo para a segurança alimentar e reduzindo a vulnerabilidade dos agricultores frente às mudanças climáticas (Albrecht; Kandji, 2003; Arco-Verde; Amaro, 2021; Crespo; Souza; Silva, 2024).

Além da renda adicional, os SAFs impactam positivamente a qualidade de vida e o bem-estar do agricultor e sua família, ao proporcionar um ambiente de trabalho termicamente mais confortável, reduzir a necessidade do uso de agrotóxicos e incentivar a produção de alimentos mais saudáveis (Guimarães; Mendonça, 2019). Esses sistemas possuem também um caráter educativo, promovendo a conscientização sobre a importância das práticas conservacionistas para alcançar o equilíbrio ecológico e a sustentabilidade na agricultura.

No contexto da agricultura familiar, os SAFs fomentam práticas que são ecologicamente sustentáveis e economicamente viáveis. Esses sistemas estão alinhados aos princípios da agroecologia, que respeitam os processos naturais e buscam integrar a produção agrícola com a conservação dos recursos naturais. Ao reduzirem a dependência de insumos externos, como fertilizantes químicos e pesticidas, e aumentarem a autonomia dos agricultores, os SAFs tornam-se exemplos de como transformar a agricultura familiar em um modelo produtivo mais sustentável e resiliente.

A agroecologia, como abordagem integrada que inclui o uso de sistemas agroflorestais, enfatiza o cuidado com o meio ambiente, a equidade social e a justiça econômica. Além disso, promove a agricultura orgânica e o fortalecimento das comunidades locais. Nesse sentido, os SAFs configuram-se como uma ferramenta essencial para a agroecologia, ao integrarem a produção de alimentos com a recuperação ambiental e a inclusão social. Eles oferecem uma alternativa sustentável que beneficia o meio ambiente, gera renda adicional e fortalece a agricultura familiar (Altieri, 2009; Bighi *et al.*, 2024; Crespo; Souza; Silva, 2024).

Os SAFs demonstram como as práticas agrícolas podem ser adaptadas para atender às necessidades produtivas, respeitando os limites ecológicos e promovendo a justiça social. Ao incorporar os princípios da agroecologia, esses sistemas contribuem significativamente para a construção de um futuro mais sustentável na produção de alimentos e na conservação dos ecossistemas (Bighi *et al.*, 2024; Crespo; Souza; Silva, 2024).

2. Definição dos SAFs

Os sistemas agroflorestais (SAFs) são compostos por associações de culturas agrícolas e espécies arbóreas, sendo aplicados tanto na restauração de florestas e recuperação de áreas degradadas, quanto na produção de alimentos (Brasil, 2012). Esse sistema produtivo fundamenta-se nos princípios de sucessão ecológica e apresenta características análogas aos ecossistemas naturais, por meio da utilização de árvores exóticas e, ou, nativas consorciadas com culturas agrícolas, forrageiras, trepadeiras ou espécies arbustivas, conforme um arranjo espacial e temporal previamente estabelecido.

Essa definição é complementada pelo conceito proposto pelo Centro Internacional de Pesquisa em Agrofloresta, que descreve os SAFs como “sistemas de uso da terra e tecnologias onde espécies lenhosas perenes (árvores, arbustos, palmeiras, bambus, etc.) são intencionalmente manejadas nas mesmas áreas que culturas agrícolas e, ou, animais, em alguma forma de arranjo espacial ou sequência temporal.” Assim, os SAFs integram diferentes tipos de cultivo e atividades produtivas, promovendo interações sustentáveis e multifuncionais no uso da terra.

É importante salientar que o componente lenhoso é essencial e obrigatório nos SAFs. Portanto, a ausência de árvores descaracteriza a exploração agrícola como agroflorestal, classificando-a apenas como sistemas consorciados de culturas agrícolas (Damatta *et al.*, 2007; Bigli *et al.*, 2024).

3. Classificação dos SAFs

Os SAFs apresentam uma ampla diversidade de classificações que refletem sua flexibilidade e multifuncionalidade, adaptando-se às necessidades locais e aos objetivos específicos de manejo. Do ponto de vista ecológico, eles podem ser planejados para promover a conservação da biodiversidade, a recuperação de áreas degradadas ou a mitigação de mudanças climáticas. Sob o prisma econômico, os SAFs podem ser orientados para diversificar a produção, reduzir riscos financeiros e aumentar a resiliência dos sistemas produtivos. Em termos funcionais, esses sistemas integram culturas agrícolas, espécies arbóreas e, em alguns casos, criações animais, em arranjos que variam

conforme o espaço e o tempo, atendendo às demandas de curto, médio e longo prazo (SENAR, 2017).

De acordo com esse mesmo autor, as estruturas dos SAFs podem ser categorizadas como silviagrícolas, quando combinam árvores e culturas agrícolas; silvipastoris, quando integram árvores e pastagens para criação de animais; ou agrossilvipastoris, quando associam árvores, cultivos agrícolas e animais em uma mesma área de manejo. Essa diversidade evidencia o potencial dos SAFs como ferramentas para a sustentabilidade, ao equilibrar produtividade, preservação ambiental e inclusão social (Figura 1).

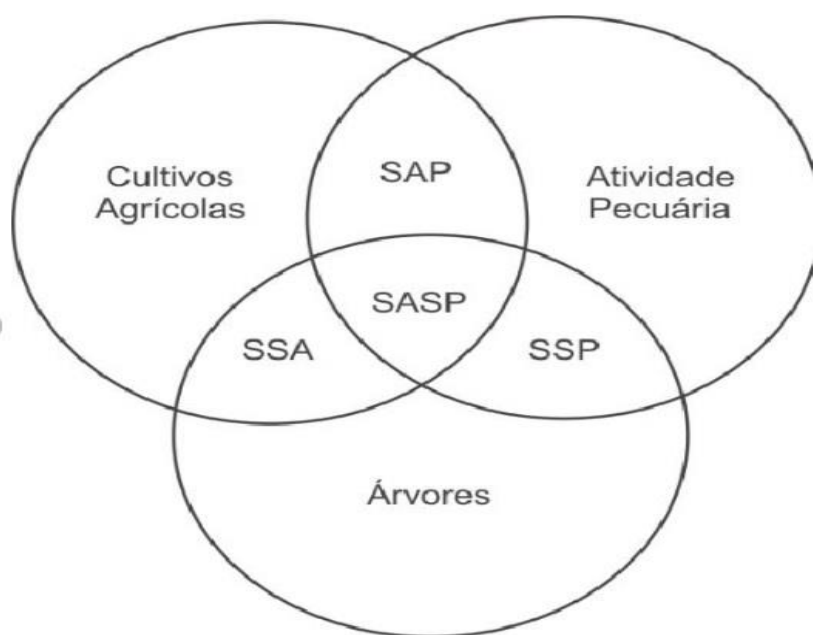


Figura 1. Desenho esquemático da classificação dos SAFs em sistema silviagrícola (SSA), sistema agropastoril (SAP), sistema silvipastoril (SSP) e sistema agrossilvipastoril (SASP). Fonte: <https://www.researchgate.net/>.

3.1. Classificação por aspectos ecológicos, econômicos e funcionais

A classificação dos SAFs pode ser realizada com base em diferentes critérios, abrangendo aspectos ecológicos, econômicos e funcionais, o que reflete a sua versatilidade e potencial para atender a diversos contextos. Sob o ponto de vista ecológico, os SAFs consideram fatores como a localização geográfica, a situação topográfica (terra firme, várzea, áreas montanhosas) e a complexidade biológica, que inclui a interação entre espécies vegetais e animais.

Já os aspectos econômicos classificam os SAFs como sistemas comerciais, voltados para a geração de lucro, de subsistência, que atendem às necessidades alimentares e materiais das famílias produtoras, ou intermediários, que combinam essas duas finalidades (MAPA, 2012, SENAR, 2017).

Por sua vez, de acordo com esses mesmos autores, os aspectos funcionais dividem os SAFs em dois grandes grupos: sistemas de produção, cujo foco está na geração de alimentos, fibras e outros produtos comercializáveis; e sistemas de proteção, destinados à conservação dos recursos naturais, como a recuperação de solos, a proteção hídrica e o sequestro de carbono. Essa categorização evidencia a flexibilidade dos SAFs em integrar objetivos produtivos e ambientais, tornando-os ferramentas indispensáveis para a sustentabilidade em diferentes realidades.

3.2. Classificação com Base no Arranjo

Os arranjos dos SAFs podem ser classificados com base na organização espacial e temporal das espécies.

✓ **Espacial:** no arranjo no espaço, a classificação refere-se à disposição das espécies no campo e pode incluir sistemas contínuos, onde culturas principais são associadas a outras espécies que prestam serviços ecossistêmicos; sistemas zonais, caracterizados por faixas alternadas de espécies; e sistemas mistos, que integram vários componentes no mesmo espaço e em diferentes níveis que simulam uma floresta, garantindo a sucessão de culturas.

✓ **Temporal:** já o arranjo no tempo considera a sequência de estabelecimento das culturas, podendo ser sequencial, como nos sistemas que utilizam seleção de culturas e agroflorestas temporárias, ou simultâneo, em que cultivos perenes e anuais coexistem na mesma área.

3.3. Classificação com Base na Estrutura

Os **SISTEMAS SILVIAGRÍCOLAS** são definidos pela associação de indivíduos florestais com cultivos agrícolas, integrando árvores e palmeiras,

sejam elas nativas ou exóticas, com diferentes tipos de plantas agrícolas. Essa estrutura visa à produção de alimentos e de produtos florestais, tanto madeireiros quanto não madeireiros, como frutos, resinas, gomas, castanhas, sementes e flores, promovendo um sistema produtivo diversificado e sustentável (Figura 2).



Figura 2. Sistema silviagrícola desenvolvido no Sítio Gravel, localizado em Guaçuí/ES. Foto: Dayane Fernandes Salgado. Fonte: Silva *et al.*, 2020.

Os **SISTEMAS SILVIPASTORIS** são caracterizados pela integração de componentes florestais com atividades de pecuária, formando um arranjo que combina árvores, arbustos e palmeiras com pastagens destinadas ao manejo de gado e outros animais. Esse tipo de sistema produtivo oferece benefícios significativos, como melhorias na qualidade do solo, aumento da biodiversidade, controle da erosão e promoção do bem-estar animal, uma vez que a presença de árvores proporciona sombra e abrigo, reduzindo o estresse térmico nos animais (Figura 3).

Além disso, esses sistemas promovem o sequestro de carbono, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas, e oferecem alternativas econômicas aos produtores, como a obtenção de produtos florestais madeireiros e não madeireiros. No entanto, a implementação dos sistemas silvipastoris exige planejamento cuidadoso, incluindo a seleção de espécies arbóreas adequadas

e o monitoramento do desenvolvimento das árvores. É essencial garantir que todas as árvores tenham altura suficiente para evitar danos causados pelo pisoteio ou pela alimentação dos animais, assegurando a sustentabilidade e a eficiência do sistema ao longo do tempo.



Figura 3. Sistema silvipastoril desenvolvido há 23 anos em uma propriedade localizada em Tupanciretã/RS, com o uso de acácia-negra. Foto: Fernando Dias. Fonte: Lussani, 2023.

Os **SISTEMAS AGROSSILVIPASTORIS** integram cultivos agrícolas, espécies florestais e atividades de pecuária em uma mesma unidade produtiva, formando uma estrutura mais complexa e dinâmica. Essa combinação permite a maximização do uso da terra, ao mesmo tempo em que promove a diversificação da produção, garantindo a comercialização de diferentes produtos ao longo do ano. A diversidade de componentes no sistema contribui para a melhoria da qualidade ambiental, pois os elementos florestais ajudam na conservação do solo, no controle da erosão, na captura de carbono e no aumento da biodiversidade local.

Além disso, a integração das atividades de pecuária com a agricultura e as espécies florestais proporciona uma gestão mais eficiente dos recursos, ao mesmo tempo em que reduz os riscos econômicos para os produtores, já que a diversidade de produtos pode ser uma forma de proteger a produção contra oscilações de mercado ou mudanças climáticas. No entanto, devido à sua

complexidade, os sistemas agrossilvipastoris exigem um planejamento cuidadoso para garantir que todos os componentes interajam de forma sustentável e produtiva (Figura 4).

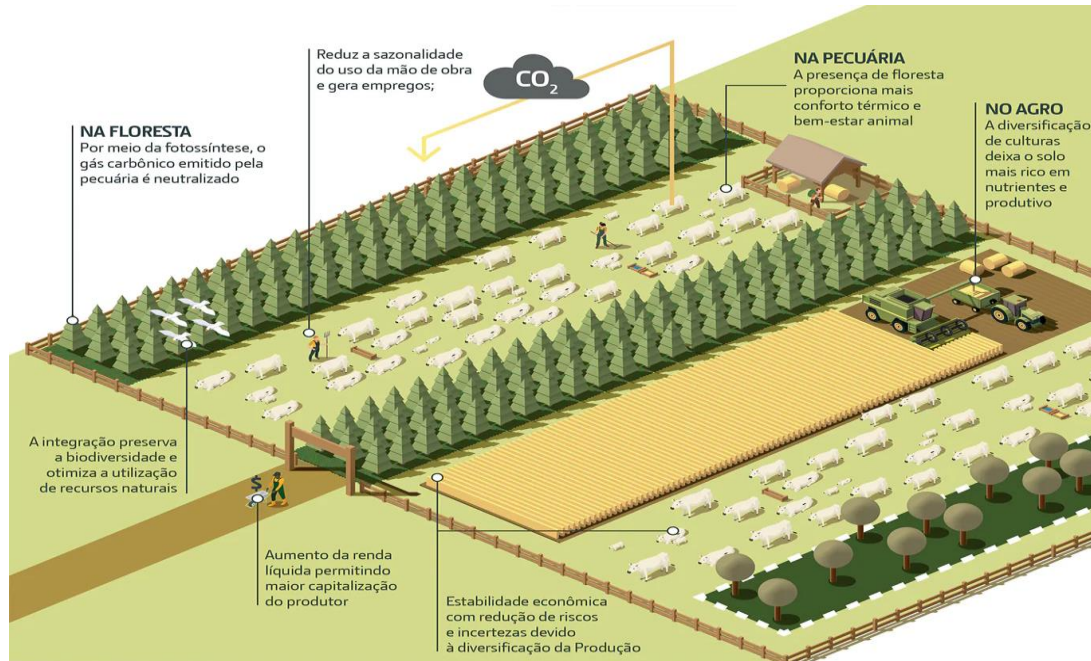


Figura 4. Benefícios de sistemas agrossilvipastoris. Fonte: John Deere, 2025.

4. Benefícios Ecológicos dos SAFs

A erosão do solo é um dos principais problemas ambientais que afetam os ecossistemas terrestres, levando à perda de partículas que são transportadas pelas forças do vento e da chuva, o que resulta no assoreamento de rios, lagos e reservatórios. O assoreamento prejudica o fluxo natural da água, afetando a fauna e a flora aquáticas e circundantes, além de exigir dragagem para manter a funcionalidade dos ecossistemas hídricos (Souza, 2024).

A erosão também intensifica o processo de lixiviação, que pode contaminar os lençóis freáticos e os cursos d'água devido ao uso excessivo de fertilizantes químicos de alta solubilidade na agricultura convencional (Morgan, 2005; Guerra *et al.*, 2017). Segundo Pereira *et al.* (2016), esse problema ocorre tanto superficialmente, por meio do escoamento das partículas do solo, quanto subsuperficialmente, por meio da lixiviação de nutrientes minerais, comprometendo a qualidade do solo e da água.

O desmatamento e o uso intensivo do solo por práticas agrícolas convencionais também agravam a degradação dos ecossistemas. Dados do IBGE (2020) indicam que, nos últimos 20 anos, a cobertura florestal do Brasil foi reduzida em 7,6%, reflexo da expansão das fronteiras agropecuárias. A expansão descontrolada da agropecuária contribuiu para a compactação do solo, erosão, assoreamento de rios, contaminação da água subterrânea e perda de biodiversidade, resultando em alterações significativas nos ecossistemas, que são ainda mais agravadas por eventos climáticos extremos, como as intensas chuvas que têm atingido o país (Cunha, 2018).

Nesse contexto, os SAFs surgem como uma solução promissora para mitigar os impactos climáticos e promover a restauração dos ecossistemas. Graças à presença diversificada de espécies vegetais, como árvores, arbustos e culturas agrícolas, os SAFs oferecem uma cobertura eficaz do solo, protegendo-o contra o impacto das gotas de chuva e o escoamento superficial (Franco *et al.*, 2022).

A interação entre essas espécies também favorece a agregação das partículas do solo, garantindo maior estabilidade e menor suscetibilidade à erosão. Além disso, o constante aporte de resíduos orgânicos, resultante das podas das árvores presentes nos SAFs, enriquece a fertilidade do solo por meio da ciclagem de nutrientes, criando barreiras físicas contra chuvas erosivas. Esse processo melhora a infiltração e a retenção de água, contribuindo para a conservação da umidade do solo ao longo do tempo (Machado *et al.*, 2021).

A conservação da umidade do solo estimula a atividade microbiana, o processo de decomposição e o acúmulo de carbono orgânico, tornando o solo um eficiente sumidouro de carbono. A ciclagem de nutrientes também desempenha papel fundamental nos SAFs, com as árvores sendo essenciais para a quantidade e disponibilidade de nutrientes para as culturas associadas. Nos ecossistemas florestais, a ciclagem de nutrientes é um processo dinâmico e contínuo, envolvendo transformações químicas, geológicas e biológicas, em que os nutrientes são obtidos da atmosfera, fixados biologicamente ou liberados pelo intemperismo, sendo perdidos por lixiviação, volatilização e reações similares (Dantas, 1994).

Nesse processo, o vasto sistema radicular das árvores transporta nutrientes das diferentes profundidades do solo, fixa nitrogênio e outros nutrientes essenciais, que posteriormente serão disponibilizados para as plantas associadas. As raízes das árvores também melhoram a estrutura do solo, aumentando sua porosidade, agregação e aeração, o que favorece a infiltração e retenção de água, além de reduzir perdas por erosão e lixiviação (Bighi *et al.*, 2024).

Em conjunto com o estrato herbáceo e a serapilheira, as árvores atuam como reguladoras da temperatura e do balanço hídrico do solo (Ovalle; Avendaño, 1994). As florestas também oferecem alimento e habitat para diversas espécies de animais, criando um ambiente complexo e biodiverso, essencial para a manutenção da ciclagem de nutrientes e o controle biológico natural de pragas (Guimarães; Mendonça, 2019).

A diversificação vegetal contribui para a preservação das populações de fauna, evitando a defaunação, um processo intensificado pelas atividades antrópicas, que compromete os serviços ecossistêmicos, como a polinização, dispersão de sementes, controle de pragas e ciclagem de nutrientes (Bello *et al.*, 2015). Nas florestas tropicais, como as encontradas no Brasil, a manutenção da fauna é fundamental para o armazenamento de carbono no solo e o aumento da resiliência dos ecossistemas frente às mudanças climáticas.

Além disso, as árvores desempenham um papel crucial como barreiras naturais, agindo como quebra-ventos que protegem as lavouras contra os efeitos adversos de ventos fortes (Umrani; Jain, 2010). Nos sistemas integrados com animais, as árvores ainda oferecem sombra, proporcionando maior conforto térmico e bem-estar aos animais (Gonçalves; Oliveira; Souza, 2024).

Se as práticas de manejo convencionais intensificam a degradação dos solos e a perda de biodiversidade, comprometendo a funcionalidade dos ecossistemas, os SAFs representam uma estratégia sustentável capaz de restaurar áreas degradadas, promovendo a resiliência ambiental (Stefanoski *et al.*, 2013; Guerra, 2016; Antonelli *et al.*, 2018). Assim, a implementação de ações voltadas à restauração florestal e ao manejo agroecológico do solo, como a adoção dos SAFs, é essencial para recuperar áreas degradadas e promover a sustentabilidade na agricultura.

5. Benefícios Econômicos dos SAFs

Os SAFs oferecem uma série de benefícios econômicos que tornam esses sistemas altamente atrativos para os produtores. Ao integrar culturas agrícolas com espécies florestais, os SAFs não apenas aumentam a produtividade das unidades produtivas, mas também diversificam as fontes de renda, o que ajuda a reduzir os riscos financeiros associados a uma dependência de uma única cultura. A diversificação da produção permite que os produtores acessem diferentes mercados ao longo do ano, promovendo uma comercialização mais constante e menos vulnerável às flutuações do mercado agrícola (Bigghi *et al.*, 2024; Crespo; Souza; Silva, 2024).

Além disso, de acordo com esses mesmos autores, os SAFs melhoram a fertilidade do solo, o que reduz a necessidade de insumos externos, como fertilizantes e defensivos químicos, e conseqüentemente, diminui os custos de produção. A utilização de árvores e outras espécies vegetais também contribui para a manutenção de um solo mais saudável e fértil, com o benefício adicional de promover a ciclagem de nutrientes, o que resulta em uma maior eficiência no uso de recursos naturais.

Outra vantagem significativa dos SAFs é a possibilidade de comercialização de produtos de maior valor agregado. Frutas, madeiras, óleos essenciais, mel e outros produtos originados da diversidade de espécies nos SAFs podem ser vendidos em mercados diferenciados, que valorizam a sustentabilidade e a produção orgânica, o que pode significar preços mais altos e uma maior margem de lucro para os produtores.

Além de contribuir para a diversidade de produtos e a redução de custos, os SAFs também proporcionam maior resiliência econômica, uma vez que a integração de diferentes culturas e produtos torna a produção menos vulnerável aos impactos de fatores climáticos adversos. A capacidade de adaptação e resistência a mudanças climáticas, como secas e chuvas excessivas, torna os SAFs uma alternativa vantajosa para garantir a estabilidade e a sustentabilidade financeira do produtor, mesmo diante de incertezas ambientais e econômicas. Dessa forma, os SAFs oferecem uma abordagem integrada que alia ganhos econômicos, sustentabilidade ambiental e segurança alimentar, promovendo um modelo de produção mais equilibrado e resiliente.

5.1. Benefícios nutritivos e comerciais

De acordo com a Lei nº 11.346 de 15 de setembro de 2006, que estabelece o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (Brasil, 2006), alimentação é compreendida como o direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, que respeitem a diversidade cultural e promovam a saúde. Esse conceito abrange a garantia de práticas alimentares sustentáveis, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, e deve ser acompanhado por políticas públicas que considerem as dimensões ambientais, culturais, econômicas, regionais e sociais (Figura 5).



Figura 5. SAF em desenvolvimento: espécies arbóreas, frutíferas e olerícolas.
Fonte: Dário Rodrigues, 2024.

Estudos indicam que a insegurança alimentar no Brasil tem aumentado de forma significativa, afetando 12% da população em 2017, o que equivale a 25 milhões de brasileiros sem acesso a alimentos adequados em suas casas (FAO *et al.*, 2023). Este quadro é ainda mais grave para a população de menor poder aquisitivo, que enfrenta grandes dificuldades para garantir uma alimentação

saudável e suficiente. A insegurança alimentar, que se agrava em contextos de conflitos geopolíticos, mudanças climáticas e a insustentabilidade dos modelos de produção convencionais, exigem soluções alternativas e sustentáveis para melhorar o acesso à alimentação.

Neste contexto, os SAFs têm se mostrado uma alternativa viável e sustentável, capaz de fornecer alimentos mais acessíveis, nutritivos e diversificados. Ao integrar árvores e outras espécies florestais a cultivos agrícolas, os SAFs oferecem aos agricultores uma dieta mais equilibrada e diversificada, além de aumentar a segurança alimentar, pois os agricultores podem acessar uma gama mais ampla de produtos ao longo do ano, reduzindo a dependência de uma única cultura.

Além disso, ao integrar práticas agroecológicas, os SAFs promovem a resiliência dos sistemas produtivos frente às mudanças climáticas, como secas e chuvas excessivas, e ainda contribuem para a segurança econômica dos produtores. A diversificação das culturas também reduz os riscos financeiros, pois o agricultor não depende de um único produto para sua renda, podendo comercializar uma variedade de produtos (Grazel Filho, 2008; Costa *et al.*, 2024).

Portanto, ao promoverem a segurança alimentar e nutricional, os SAFs têm o potencial de se constituir como uma política pública eficaz no combate à insegurança alimentar, enquanto contribuem para a sustentabilidade da agricultura. Essa abordagem não só beneficia os agricultores diretamente, mas também colabora para a saúde e bem-estar das comunidades, além de promover práticas agrícolas mais resilientes e ambientalmente responsáveis (Barbosa; Santos, 2022).

5.2. Combate à crise climática e geração de créditos de carbono

O Protocolo de Kyoto, estabelecido em 1997 durante a 3ª Conferência das Partes (COP 3), foi um marco importante no combate às mudanças climáticas, ao estabelecer metas internacionais para a redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) (Limiro, 2009). Para facilitar o cumprimento dessas metas, o protocolo introduziu três mecanismos de flexibilização: o Comércio de Emissões (CE), a Implementação Conjunta (IC) e o Mecanismo de

Desenvolvimento Limpo (MDL) (Seiffert, 2009). Estes mecanismos possibilitaram a criação de um mercado global de carbono, com transações de "Créditos de Carbono" ou "Reduções Certificadas de Emissões" (RCEs), sendo uma nova "moeda" que gerou transações comerciais expressivas (Simoni, 2009; Santos; Beuren; Haussmann, 2011).

O mercado de carbono, especialmente após a implementação do Protocolo de Kyoto, viu um crescimento significativo. Em 2006, o mercado movimentou cerca de US\$32 bilhões, e em 2008, esse número superou os US\$126 bilhões (Carpoor; Ambrosi, 2008; Bayon; Hawn; Hamilton, 2009). O Brasil se destacou nesse mercado, exportando US\$750 milhões em créditos de carbono em 2009, com destaque para países como a Suíça, Reino Unido, Holanda e Japão (Silva Junior, 2011; Souza; Silva Junior; Andrade, 2010). O país foi um dos pioneiros na implementação de políticas para o MDL e criou a Comissão Interministerial de Mudança Climática Global (CIMGC), que gerencia as negociações e aprova projetos de MDL, atraindo investimentos para o mercado de carbono (MCT, 2010). Dados recentes sugerem que o Brasil, o plano para este mercado tem capacidade de movimentar até US\$ 2 bilhões, o equivalente a 12 bilhões de reais na próxima década, impulsionando setores estratégicos e atraindo investimentos internacionais.

Além disso, durante a COP 15, em 2009, o Brasil assumiu o compromisso de reduzir suas emissões de GEE em 36,1% a 38,9% até 2020 em relação aos níveis de 2005, lançando o Programa Agricultura de Baixo Carbono (ABC) para promover práticas agrícolas sustentáveis (MCT, 2010; MAPA, 2012). Em novembro de 2025, a capital do estado do Pará vai sediar a 30ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP 30), um evento de relevância global, presidido pelo Brasil, que coloca a cidade e o país em destaque no cenário internacional.

Os SAFs, ao integrar o manejo de florestas com atividades agrícolas, têm sido apontados como soluções eficientes para a mitigação das mudanças climáticas. Esses sistemas contribuem para o sequestro de carbono através da fotossíntese das florestas, armazenando grandes quantidades de carbono na biomassa. Um hectare de floresta tropical pode armazenar cerca de 224 toneladas de biomassa, contendo aproximadamente 110 toneladas de carbono

(Guedes; Seehusen, 2011). Assim, os SAFs não só ajudam a recuperar áreas degradadas, mas também oferecem a possibilidade de gerar créditos de carbono, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas e o mercado de carbono (Ribaski *et al.*, 2013) (Figura 6).

Entretanto, o mercado de carbono ainda enfrenta desafios relacionados à regulamentação e à transparência das transações. No Brasil, as negociações acontecem sem clareza jurídica ou tributária (Souza; Alvarez; Andrade, 2013), e o mercado sofre variações de preço, como observado em 2006, quando as cotações caíram drasticamente (Souza; Alvarez; Andrade, 2013). É necessário um debate mais amplo sobre a regulamentação dos projetos de MDL, considerando os aspectos tributários e econômicos, a fim de garantir a eficiência e estabilidade do mercado de carbono (Coelho *et al.*, 2008).

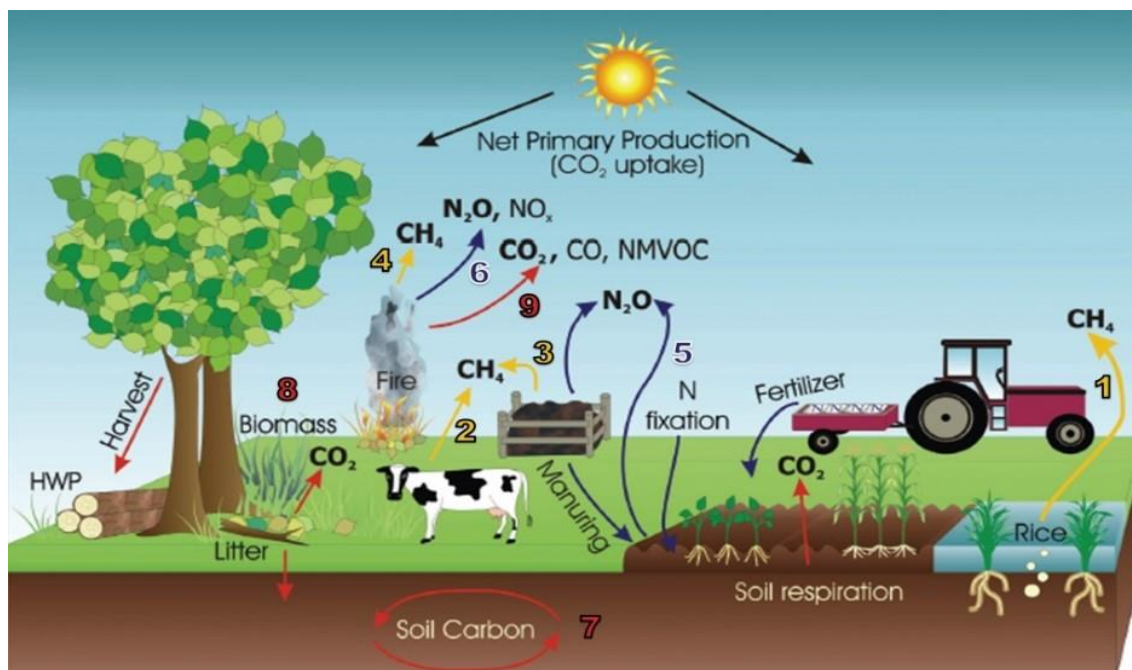


Figura 6. As atividades agrícolas que emitem GEE (CH₄, N₂O e CO₂) e as emissões e remoções (CO₂) por mudança de uso da terra e, ou, manejo que alteram os estoques de carbono da biomassa e dos solos. Fonte: *Intergovernmental Panel on Climate Change*. Disponível em: <https://assifertors.com.br/manejo-do-solo-e-o-sequestro-de-carbono/>.

As práticas agroecológicas de manejo do solo e o reflorestamento são, portanto, fundamentais para a captura e fixação de carbono, representando uma

estratégia eficaz tanto para a sustentabilidade agrícola quanto para a mitigação das mudanças climáticas (IPCC, 2023).

6. Etapas de planejamento e desenvolvimento de SAFs em áreas degradadas

De acordo com o Decreto Federal nº 97.632, de 10 de abril de 1989, uma área degradada é aquela que sofreu alterações em suas características ecológicas, produtivas e/ou estruturais devido a ações antrópicas (Brasil, 1989). Essas alterações podem ser temporárias ou definitivas e comprometem a composição, estrutura e funcionamento do ecossistema.

Uma das práticas adotadas para a recuperação de áreas degradadas é a elaboração de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). O PRAD pode ser preventivo ou corretivo e constitui parte obrigatória do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Seu objetivo principal é criar um roteiro sistemático com informações e especificações técnicas organizadas em etapas lógicas, orientando a tecnologia de recuperação ambiental para alcançar os resultados esperados (Souza, 2024b).

Por ser um documento técnico, é recomendado que o PRAD apresente os seguintes elementos: introdução, objetivos, metas, metodologia, sistema de monitoramento e avaliação, cronograma de execução, recursos materiais, humanos e financeiros, além de anexos contendo fotos, ilustrações, mapas e outras informações relevantes (Hahn, 2004; Souza; Fonseca, 2023).

O processo de recuperação ambiental é complexo, demandando tempo, recursos financeiros, mão de obra qualificada e tecnologia. Ele também requer uma equipe multidisciplinar capaz de identificar os diversos fatores relacionados à área a ser recuperada, como características do solo, da água, da fauna, da flora e as modificações inerentes ao processo que causaram ou causarão os distúrbios (Souza, 2024b).

De acordo com Almeida (2016), o PRAD é estruturado em etapas que vão desde o diagnóstico inicial até a implementação de ações para a reconstituição do ambiente. As etapas iniciais incluem:

- ✓ Identificação dos agentes de degradação: levantamento dos fatores que provocaram e continuam provocando a degradação da área.
- ✓ Delimitação das áreas de influência: definição das áreas diretamente afetadas, onde serão concentrados os estudos e diagnósticos físicos, biológicos e socioeconômicos.
- ✓ Avaliação do grau de degradação: exame do estado atual do solo e da vegetação, incluindo sua capacidade de regeneração.

Após essas fases iniciais, o PRAD segue para a elaboração do projeto de recuperação, composto por (Almeida, 2016; Souza; Fonseca, 2023):

- ✓ Parte introdutória: resumo geral, introdução dos objetivos e metas, caracterização da região e descrição da equipe técnica envolvida.
- ✓ Caracterização do empreendimento: informações detalhadas sobre a área degradada, a atividade que causou a degradação, o licenciamento ambiental e os métodos de exploração utilizados.
- ✓ Diagnóstico ambiental: observações e levantamentos em campo, identificando os impactos e analisando o solo, fauna, flora e características do meio físico e socioeconômico.
- ✓ Plano de recuperação: descrição das ações para mitigar os impactos ambientais, como recomposição topográfica e paisagística, tratamentos da superfície final, medidas de contenção de erosão e recuperação do solo.
- ✓ Monitoramento e avaliação: sistema contínuo de acompanhamento dos resultados, com indicadores físicos, químicos e biológicos para avaliar a evolução da recuperação.

No caso dos SAFs, como estratégia para a recuperação de áreas degradadas, é essencial considerar seus diferentes aspectos, arranjos e estruturas, que influenciam diretamente na escolha das espécies, no desenho da paisagem e na produtividade. Segundo Tiecher (2016), arranjos simplificados, com espécies florestais mais conhecidas, como o eucalipto, podem atrair produtores interessados em iniciar a implantação desses sistemas (Figura 7).



Figura 7. Inícios dos trabalhos de recuperação em uma área degradada visando sua recuperação. Fonte: Dário Rodrigues, 2024.

A sustentabilidade dos SAFs também depende do manejo e dos processos sucessionais. Para Gliessman (2009), compreender esses processos é capital para promover a sustentabilidade do agroecossistema. O manejo deve respeitar e potencializar as sucessões naturais da região. A introdução ou retirada de espécies no sistema deve ser fundamentada em suas funções ecofisiológicas, adaptando-as às condições locais e aos papéis desempenhados nos diferentes estágios sucessionais (Vaz, 2000).

Para otimizar o manejo sucessório, Gliessman (2009) propõe uma série de estágios:

- ✓ Estágios iniciais: plantio de culturas anuais de rápido crescimento, como feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) ou feijão-guandu (*Cajanus cajan*), para captar nutrientes e preparar o solo.
- ✓ Culturas pioneiras: introdução de espécies como ingá (*Inga edulis*) e capixingui (*Croton floribundus*), que exploram diferentes profundidades do solo e atraem diversidade biológica.
- ✓ Espécies perenes de curta duração: como juçara (*Euterpe edulis*) e pitanga (*Eugenia uniflora*), promovendo diversidade e melhorando a qualidade do solo.

✓ Espécies perenes de longa duração: como jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*) e pau-brasil (*Paubrasilia echinata*), criando um ambiente estável.

Essas sugestões, específicas para o bioma Mata Atlântica, não devem ser aplicadas universalmente.

Segundo a Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA (2019), em estágios mais avançados, o sistema pode evoluir a ponto de ser mantido como está ou manejado para retornar a estágios anteriores. Ao longo do tempo, os SAFs passam por transformações significativas, que exigem planos de manejo contínuos, flexíveis e adaptados às condições atuais.

7. Considerações

A adoção de SAFs como estratégia de manejo sustentável é uma solução eficaz tanto para a recuperação de áreas degradadas quanto para a promoção da biodiversidade, proporcionando benefícios ecológicos e socioeconômicos. Esses sistemas desempenham um papel fundamental na segurança alimentar ao viabilizar uma produção diversificada, saudável e sustentável, que não apenas atende às necessidades nutricionais, mas também gera renda extra para os pequenos agricultores, fortalecendo as economias locais e criando cadeias de valores resilientes às flutuações do mercado. Além disso, os SAFs apresentam potencial para contribuir com a geração de créditos de carbono, agregando valor econômico às práticas sustentáveis.

A implantação de SAFs está alinhada com a Estratégia e Plano de Ações Nacionais para a Biodiversidade (EPANB) do Ministério do Meio Ambiente (MMA), que prevê, até 2030, a restauração efetiva de pelo menos 30% das zonas de ecossistemas degradados. Essa meta reflete o compromisso com a melhoria da biodiversidade, das funções e serviços dos ecossistemas e da conectividade ecológica, posicionando os SAFs como instrumentos estratégicos para alcançar objetivos globais de conservação e recuperação ambiental.

Embora desafiador, o trabalho com SAFs demonstra um grande potencial para promover a recuperação de áreas degradadas e a sustentabilidade econômica em longo prazo. Para que isso ocorra de maneira eficiente, é

indispensável um planejamento cuidadoso que considere as características locais, a escolha adequada de espécies, as tecnologias disponíveis e os objetivos específicos do agricultor. Dessa forma, os SAFs integram práticas agrícolas e florestais em um arranjo harmonioso, resultando em equilíbrio ambiental, conservação dos recursos naturais, redução de riscos de erosão, melhoria da qualidade do solo e da água, aumento da produtividade e geração de renda. Com sua capacidade de equilibrar conservação e produção, os SAFs consolidam-se como uma abordagem essencial para o desenvolvimento sustentável na agropecuária.

8. Referências

- ALBRECHT, A.; KANDJI, S. T. Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 99, n. 1-3, p. 15-27, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(03\)00138-5](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(03)00138-5)
- ALMEIDA, D. S. de. **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**. 3 ed. Ilhéus: Editus, 2016, 200 p.
- ALTIERI, M. A. **Agroecology**: The Science of Sustainable Agriculture. Boca Raton: CRC Press, 2009. <https://doi.org/10.1201/9780429495465>
- ANTONELLI, A.; KISSLING, W. D.; FLANTUA, S. G. A.; BERMÚDEZ, M. A.; MULCH, A.; MUELLNER-RIEHL, A. N.; KREFT, H.; LINDER, H. P.; BADGLEY, C.; FJELDSÅ, J.; FRITZ, S. A.; RAHBK, C.; HERMAN, F.; HOOGHIEMSTRA, H.; HOORN, C. Influências geológicas e climáticas na biodiversidade de montanhas. **Nature Geoscience**, v. 11, p. 718-725, 2018. <https://doi.org/10.1038/s41561-018-0236-z>
- ARCO-VERDE, M. F.; AMARO, G. C. **Análise financeira de sistemas agroflorestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2021. 70 p. (Documentos/Embrapa Florestas).
- BARBOSA, D. M.; SANTOS, J. R. Sistemas Agroflorestais como Política Pública de Combate à Insegurança Alimentar. In: ENCONTRO CIENTÍFICO CULTURAL, 12., 2022, Maceió. **Anais...** Maceió: ENCCULT, 2022, p. 1-11.
- BAYON, R.; HAWN, A.; HAMILTON, K. **Voluntary carbon markets: an international business guide to what they are and how they work**. 2. ed. London: Earthscan, 2009.
- BELLO, C.; GALETTI, M.; PIZO, M.; MAGNAGO, L. F.; ROCHA, L.; LIMA, M.; PERES, R.; OVASKAINEN, C.; JORDANO, P. O. Defaunation affects carbon storage in tropical forests. **Science Advances**, v. 1, n. 11, 2015. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1501105>.

BIGHI, A. R.; OLIVEIRA, C. H. R. de; SARTORIO, C. R.; TEIXEIRA, I. da C.; SOUZA, M. N. A importância do componente arbóreo nos sistemas agroflorestais. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. VIII. Canoas, RS: Mérida Publishers, 2024. p. 191-216. ISBN: 978-65-84548-25-1. DOI: <https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-25-1.c6>

BRASIL. **Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989**. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, p. 6406, 11 abr. 1989. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/d97632.htm. Acesso em: 3 out. 2024.

BRASIL. **Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006**. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN com vistas em garantir o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, 2006. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11346.htm. Acesso em: 3 out. 2024.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 3 out. 2024.

CARPOOR, K.; AMBROSI, P. **State and trends of the carbon market 2008**. Washington: World Bank Institute, 2008. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/281731468336837686/pdf/489980AR0200901n1Market120091FINAL0.pdf>. Acesso em: 06 out. 2024.

COELHO, A. R. G.; LIBONATI, J. J.; LAGIOIA, U. C. T.; MACIEL, C. V. A comercialização e a contabilização dos créditos de carbono com base em projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo. **Revista Pensar Contábil**, v. 10, n. 41. 2008.

CONFESSOR, J. G.; Silva, L. E. U.; Araújo, P. M. S. Avaliação das Perdas de Água e Solo em Pastagens do Cerrado Brasileiro Utilizando Chuva Simulada. **Sociedade & Natureza**, v. 34, 2022. <https://doi.org/10.14393/SN-v34-2022-65618>

COSTA, A. L.; FERRI, A. G.; TRUGILHO, G. A.; RANGEL, O. J. P.; VIEIRA, R. C.; SOUZA, M. N. Contribuições da cultura da banana em Sistemas Agroflorestais no Espírito Santo. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em gestão ambiental**. Vol. II. Canoas, RS: Mérida Publishers, 2024. p. 195-214. ISBN: 978-65-84548-23-7. DOI: <https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-23-7.c7>

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. 06-19, 2023. Home page: [https://editora.incaper.es.gov.br/incaper-em-revista. DOI:10.54682/ier.v.13e14.p06.19.

CUNHA, N. R. da S.; LIMA, J. E.; GOMES, M. F. de M.; BRAGA, M. J. A intensidade da exploração agropecuária como indicador da degradação ambiental na região dos Cerrados, Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 46, n. 2, p. 291-323, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0103-20032008000200002>

DAMATTA, F. M.; RONCHI, C. P.; SALES, E. F.; ARAÚJO, J. B. S. O Café Conilon em Sistemas Agroflorestais, cap. 14, p. 374-389. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H. (Eds.). **Café Conilon**. Vitória: Incaper, 2007.

DANTAS, S. de V. Precipitação e ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. **Floresta Ambiente**, v. 1, 1994.

FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO. **The State of Food Security and Nutrition in the World**. Urbanization, agrifood systems transformation and healthy diets across the rural–urban continuum. Roma: FAO, 2023. <https://doi.org/10.4060/cc3017en>

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**: o estudo do que está por trás do que se vê. 3. ed. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2006. 751 p.

FRANCO, F.; COUTO, L.; CARVALHO, A.; JUCKSCH, I; FERNANDES-FILHO, E.; SILVA, E.; MEIRA-NETO, J. Quantificação de erosão em sistemas agroflorestais e convencionais na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 751-760, 2002. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622002000600011>

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: UFRGS. 2009. 201 p.

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>

GRAZEL FILHO, A. B. **Composição, Estrutura e Função de Quintais Agroflorestais no Município de Mazagão, Amapá**. 2008. 104 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal Rural da Amazônia e Embrapa Amazônia Oriental, Belém, 2008.

GUEDES, F. B., SEEHUSEN, S. E. (Org). **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica**: lições aprendidas e desafios. Brasília: MMA, 2011. (Série Biodiversidade, 42).

GUERRA, A. J. T. **Erosão dos Solos e Movimentos de Massa**: Abordagens Geográficas. Rio de Janeiro: Editora CRV, 2016. 219 p. <https://doi.org/10.24824/978854440758.5>

GUERRA, A. J. T.; FULLEN, M. A.; JORGE, M. C. O.; BEZERRA, J. F. R.; SHOKR, M. S. Slope Processes, Mass Movement and Soil Erosion: A Review. **Pedosphere**, v. 27, n.1, p. 27-41, 2017. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(17\)60294-7](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(17)60294-7)

GUIMARÃES, L. A. O. P.; MENDONÇA, G. C. Agricultura sintrópica (agrofloresta sucessional): fundamentos e técnicas para uma agricultura efetivamente sustentável. **Incaper em Revista**, v. 10, p. 6-21, 2019.

HAHN, C. M. **Recuperação florestal**: da muda à floresta. São Paulo: SMA, 2004. 112 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Monitoramento da cobertura e uso da terra do Brasil 2016-2018**. Rio de Janeiro, 2020, 26 p. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/monitoramento_cobertura_uso_terra/v1/#/home>. Acesso em: 15 nov. 2024.

JOHN DEERE. **ILPF (Integração Lavoura, Pecuária e Floresta)**. 2025. Disponível em: <<https://www.deere.com.br/pt/a-nossa-empresa/sustentabilidade/ilpf/>>. Acesso em 17 jan. 2025.

LIMIRO, D. **Créditos de carbono**: protocolo de Kyoto e projetos de MDL. Curitiba: Juruá, 2009.

LUSSANI, M. A. **Sistema silvipastoril auxilia pastagens e animais neste período de estiagem**. 2023. Disponível: <<https://ufsm.br/r-555-1206>>. Acesso em: 17 jan. 2025.

MACEDO, J. L. V. de. **Sistemas agroflorestais**: princípios básicos. Manaus: Instituto Amazônia, 2013. (Série Técnica de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 25).

MACHADO, P. L. O. de A.; FERREIRA, A. C. de B.; MADARI, B. E.; BORIN, A. L. D. C.; SILVA, M. A. S. da; CARVALHO, M. T. de M. Plantas de cobertura e adubos verdes para adaptação da agricultura à mudança do clima e redução da emissão de gases de efeito estufa no Cerrado. In: SOTTA, E. D.; SAMPAIO, F. G.; MARZALL, K.; SILVA, W. G. da (Orgs.). **Estratégias de adaptação às mudanças do clima dos sistemas agropecuários brasileiros**. Brasília: MAPA, 2021. p. 82-83.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura**. Brasília: MAPA, 2011. 173 p.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA – MCT. **Segunda comunicação nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima**. Brasília: MCT, 2010. 280 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade – EPANB**: 2016-2020. Brasília: MMA, 2017. 262 p.

MORGAN, R. P. C. **Soil Erosion and Conservation**. 3. ed. England: Blackwell, v. 56, n. 5, 2005. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2005.0756f.x>

OVALLE, M. C.; AVENDANO, R. J. Influência dei árbol sobre la vegetación pastoral en los espinales (*Acaëa caven*), de la zona mediterránea de Chile. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS E I ENCONTRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NOS PAÍSES DO MERCOSUL, Porto Velho, 1994. **Anais...** Sistemas agroflorestais no desenvolvimento sustentável. Colombo: EMBRAPA, v. 2, p. 151-164, 1994. (Documentos, 27).

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA – IPCC. **Mudança do clima 2023**: Relatório Síntese, 2023. Disponível em; <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc/arquivos/pdf/copy_of_IPCC_Longer_Report_2023_Portugues.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2024.

PEREIRA, L. S.; RODRIGUES, A. M.; JORGE, M. C. O.; GUERRA A. J. T., FULLEN, M. A. Processos hidroerosivos em solos degradados em relevo de baixa declividade. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, n. 2, p. 299-316, 2016. <https://doi.org/10.20502/rbg.v17i2.877>

RIBASKI, J.; RIBASKI, S. A. G. Sistemas agroflorestais na região no Sul do Brasil. In: SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: 10 ANOS DE PESQUISA, 2013, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: EMBRAPA, 2013.

SANTOS, V. dos; BEUREN, I. M.; HAUSSMANN, D. C. S. Tratamento contábil nas operações com crédito de carbono em empresas brasileiras. **Revista de Informação Contábil**, v. 5, n. 1, p. 36-67, 2011. <https://doi.org/10.34629/ric.v5i1.36-67>

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE – SEMA. **Sistemas agroflorestais indicados para o Acre**: Catálogo. Rio Branco: SEMA, GOVERNO DO ESTADO DO ACRE, 2019. 40 p.

SEIFFERT, M. E. B. **Mercado de Carbono e Protocolo de Quioto**: Oportunidades de Negócio na Busca da Sustentabilidade. São Paulo: Atlas, 2009.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL – SENAR. **Sistemas Agroflorestais (SAFs)**: conceitos e práticas para implantação no bioma amazônico. Brasília: SENAR, 2017. 140 p. (Coleção SENAR, 199).

SILVA JUNIOR, A. C. **Projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL):** promotores de transferência de tecnologia e tecnologias mais limpas no Brasil? 2011. 202 f. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

SILVA, M. A. B. da; SOUZA, C. de O.; RANGEL, O. J.; PASSOS, R. R.; SOUZA, M. N.; SALGADO, D. F. **Guia prático para áreas em transição agroecológica:** orientações, estratégias e um estudo de caso para motivar o agricultor. Alegre: Edifes Acadêmico, 2023.

SIMONI, W. F. de. Mercado de Carbono. In: FUJIHARA, M. C.; LOPES, F. G. **Sustentabilidade e Mudanças Climáticas:** guia para o amanhã. São Paulo: Terra das Artes, Senac, 2009.

SOUZA, A. L. R de; ALVAREZ, G.; ANDRADE, J. C. S. Mercado regulado de carbono no Brasil: um ensaio sobre divergências contábil e tributária dos créditos de carbono. **Organ. Soc.**, v. 20, n. 67, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1984-92302013000400006>

SOUZA, A. L. R. de.; SILVA JUNIOR, A. C. ANDRADE, J. C. S. Protocolo de Kyoto e Mercado de Carbono: Estudo Exploratório das Abordagens Contábeis Aplicadas aos Créditos de Carbono e o Perfil de Projetos de MDL no Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELENCIA EM GESTÃO, 6., 2010, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2010.

SOUZA, I. I. M de; ARAÚJO, E. S.; JAEGGI, M. E. P. C.; SIMÃO, J. B. P.; ROUWS, J. R. C.; SOUZA, M. N. Effect of afforestation of arabica coffee on the physical and sensorial quality of the bean. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 42, n. 7, p. 133-143, 2020. <https://doi.org/10.9734/jeai/2020/v42i730562>

SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas.** Vol. VIII. Canoas: Mérida Publishers, 2024. 316 p.

SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas.** Vol. VIII. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2024. 316 p. ISBN: 978-65-84548-25-1. DOI: <https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-25-1>.

SOUZA, M. N.; FONSECA, R. A. A evolução dos movimentos ambientais e o surgimento da AIA. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas.** Vol. V. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2023. 348 p. ISBN: 978-65-84548-12-1. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-12-1.c1>

STEFANOSKI, D.; SANTOS, G.; MARCHÃO, R.; PETTER, F.; PACHECO, L. Soil use and management and its impact on physical quality. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, n. 17, p. 1301-1309, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013001200008>

TIECHER, T. **Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil:** práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água. Porto Alegre: UFRGS, 2016. 186p.

UMRANI, R.; JAIN, C. K. **Agroforestry**: Systems and Practices. Jaipur: Oxford Book Company, 2010.

VAZ, P. Sistemas agroflorestais com opção de manejo para microbacias. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 207, p.75-81, 2000.