

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
MINAS GERAIS – *CAMPUS* SÃO JOÃO EVANGELISTA
BACHARELADO EM ENGENHARIA FLORESTAL

Ana Flavia Andrade Leão

**PLANEJAMENTO E IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA AGROFLORESTAL
SINTRÓPICO PARA RECUPERAÇÃO DE NASCENTE: relato de experiência no
IFMG, *Campus* São João Evangelista**

São João Evangelista

2025

ANA FLAVIA ANDRADE LEÃO

**PLANEJAMENTO E IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA AGROFLORESTAL
SINTRÓPICO PARA RECUPERAÇÃO DE NASCENTE: relato de experiência no
IFMG, *Campus* São João Evangelista**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Ivan da Costa Ilhéu Fontan

São João Evangelista

2025

FICHA CATALOGRÁFICA

L437p Leão, Ana Flavia Andrade.
Planejamento e implantação de sistema agroflorestal sintrópico para recuperação de nascente: relato de experiência no IFMG, Campus São João Evangelista/ Ana Flavia Andrade Leão – 2025.
50f.: il.

Orientador: Dr. Ivan da Costa Ilhéu Fontan.
Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado em Engenharia Florestal) – Instituto Federal Minas Gerais. *Campus* São João Evangelista, 2025.

1. Agricultura sintropica. 2. Conservação. 3. Área de preservação permanente. I. Leão, Ana Flavia Andrade. II. Instituto Federal de Minas Gerais *Campus* SJE. III. Título.

CDD 634.99

Catálogo: Esther Soares Cunha - CRB-6/4333

Ana Flavia Andrade Leão

**PLANEJAMENTO E IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA AGROFLORESTAL
SINTRÓPICO PARA RECUPERAÇÃO DE NASCENTE: relato de experiência no
IFMG, *Campus* São João Evangelista**

Aprovado em 24/10/2025 pela banca examinadora:



Prof. Dr. Ivan da Costa Ilhéu Fontan – IFMG (Orientador)



Prof. Dr. Graziela Wolff de Almeida Carvalho- IFMG



Álisson César Rodrigues Pereira –Ypê Agroflorestal

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo, agradeço a Deus, por ter me protegido e sustentado até aqui. Sem Ele, nada disso seria possível.

Aos meus pais, Edna e José, que são a base de tudo na minha vida, agradeço por acreditarem em mim, por me incentivarem e por terem feito de tudo para que eu sempre tivesse as melhores condições de alcançar meus objetivos. Amo vocês além do que palavras possam expressar.

À minha irmã, Maria Eduarda, minha melhor amiga, agradeço por me fazer sorrir e acreditar que tudo ficaria bem mesmo quando eu duvidava. Você é a minha luz.

Aos meus familiares e amigos que torceram por mim, me ajudaram e compreenderam minha ausência durante momentos de dedicação aos estudos, meu muito obrigado.

Ao meu orientador, Dr. Ivan da Costa Ilhéu Fontan, expresso meus mais sinceros agradecimentos por toda a dedicação, compromisso, entusiasmo e ensinamentos durante a realização deste trabalho e ao longo de toda a minha graduação.

À equipe SAF Nascente — Álisson César, Adair, Fernanda, Suely, Marco Túlio, Letícia, Emilly e todos os demais voluntários — manifesto minha profunda gratidão pelo excelente trabalho em equipe, pelo esforço, dedicação, companheirismo e pelas boas risadas ao longo destes oito meses. Sem vocês, nada disso seria possível.

Aos meus amigos e companheiros de vida acadêmica — Irlaine Nathaly, Fernanda Marques, Marco Túlio, Gustavo Santos, Ana Flávia e Tainara Mendes — agradeço por compartilharem momentos e experiências incríveis durante nossa trajetória.

Por fim, mas não menos importante, agradeço ao Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, instituição da qual tenho muito orgulho. Agradeço a todos os professores e funcionários, em especial aos terceirizados por todo carinho com que sempre me trataram.

RESUMO

É imprescindível repensar as atividades humanas no contexto atual, em que os impactos ambientais tornam-se cada vez mais diversos e relevantes. A relação entre a humanidade e o meio ambiente tem sido historicamente marcada por uma visão antropocêntrica e por práticas agrícolas convencionais, que posicionam o ser humano como um agente transformador da natureza, e não como parte integrante e dependente dela. Outro fator de extrema relevância para a sustentabilidade ambiental é a conservação das Áreas de Preservação Permanente (APPs), que incluem formações vegetais específicas como as matas ciliares. Essas cumprem um papel essencial na preservação dos recursos hídricos, protegendo nascentes, córregos e demais corpos d'água. As nascentes, em especial, têm atraído a atenção de diversos atores sociais — entre eles, gestores públicos, organizações não governamentais de caráter ambiental e movimentos sociais — devido à sua importância estratégica. Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) surgem como uma opção para a recuperação de áreas degradadas, integrando-se ao desenvolvimento sustentável. Neste projeto o objetivo geral foi aplicar práticas agroflorestais em uma área de preservação permanente (APP) de uma nascente localizada no IFMG-SJE para mitigar a degradação e promover a estabilidade e a autossustentabilidade do sistema utilizando os princípios da Agricultura Sintrópica. E assim apresentar e compartilhar com os leitores um relato das experiências vivenciadas pela autora e pelo grupo de colaboradores do Viveiro Florestal durante os oito meses de duração do projeto, esperando com isto inspirar outras pessoas a se engajarem na recuperação de nascentes e das áreas de preservação permanente, seguindo os princípios sintrópicos, aliando a produção agrícola com a com a regeneração do solo e dos serviços ecossistêmicos na área. As unidades demonstrativas vêm sendo continuamente utilizadas para realização de projetos e ações que integram a pesquisa, o ensino e a extensão. O planejamento e a implementação do Sistema Agroflorestal voltado para a recuperação da nascente, objeto desta monografia, configuraram-se como uma experiência única, enriquecedora e motivo de grande orgulho para todos os envolvidos no projeto. Diante disso, espera-se que campos experimentais como este alcancem maior visibilidade e credibilidade, de modo que agricultores, instituições de ensino e órgãos ambientais possam reconhecer a relevância dessas práticas para a recuperação ambiental e a promoção de sistemas produtivos mais equilibrados.

Palavras-chaves: Agricultura Sintrópica. Conservação. Área de Preservação Permanente

ABSTRACT

It is essential to rethink human activities in the current context, in which environmental impacts are becoming increasingly diverse and significant. The relationship between humanity and the environment has historically been marked by an anthropocentric view and conventional agricultural practices, which position humans as agents of nature's transformation, rather than as an integral and dependent part of it. Another extremely important factor for environmental sustainability is the conservation of Permanent Preservation Areas (APPs), which include specific vegetation formations such as riparian forests. Furthermore, they play an essential role in preserving water resources, protecting springs, streams, and other bodies of water. Springs, in particular, have attracted the attention of various social actors—including public administrators, environmental non-governmental organizations, and social movements—due to their strategic importance. Agroforestry Systems (AFS) emerge as an option for the recovery of degraded areas, integrating them into sustainable development. The overall objective of this project was to apply agroforestry practices in a permanent preservation area (APP) of a spring located at IFMG-SJE to mitigate degradation and promote the stability and self-sustainability of the system using the principles of Syntropic Agriculture. This project aims to present and share with readers an account of the experiences of the author and the group of collaborators from the Forest Nursery during the eight-month duration of the project, hoping to inspire others to engage in the restoration of springs and permanent preservation areas, following syntropic principles, combining agricultural production with soil regeneration and ecosystem services in the area. The demonstration units have been continuously used to carry out projects and actions that integrate research, teaching, and extension. The planning and implementation of the Agroforestry System aimed at restoring the spring, the subject of this monograph, was a unique and enriching experience, a source of great pride for all involved. Therefore, it is hoped that experimental fields like this will gain greater visibility and credibility, so that farmers, educational institutions, and environmental agencies can recognize the relevance of these practices for environmental recovery and the promotion of more balanced production systems.

Keywords: Syntropic Agriculture. Conservation. Sustainability

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 PLANEJAMENTO E ESTABELECIMENTO DO SAF SINTRÓPICO	11
2.1 Localização e caracterização da área (Diagnóstico)	11
2.2 Limpeza da área e demarcação das linhas de plantio.....	16
2.3 Acumulação e organização de biomassa	18
2.4 Práticas de conservação do solo.....	22
2.5 Preparação dos canteiros de plantio.....	26
2.6 Cobertura viva nas entrelinhas.....	30
2.7 Seleção das espécies e plantio.....	31
3. DESENVOLVIMENTO INICIAL DO SAF.....	39
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

É imprescindível repensar as atividades humanas no contexto atual, em que os impactos ambientais se tornam cada vez mais diversos e relevantes. Conforme destaca Da Silva (2013), a relação entre a humanidade e o meio ambiente tem sido historicamente marcada por uma visão antropocêntrica e por práticas agrícolas convencionais que colocam o ser humano como agente transformador da natureza, e não como parte integrante e dependente dela. As práticas de manejo do solo, embora essenciais para a produção de alimentos, quando realizadas de forma inadequada, podem ocasionar a degradação do solo e a escassez de água, comprometendo a sustentabilidade dos sistemas produtivos (FINK; TIECHER, 2017).

Entre os diversos elementos que compõem os ecossistemas naturais, as Áreas de Preservação Permanente (APPs) merecem destaque por sua relevância ecológica. De acordo com o Código Florestal Lei 12.651/2012 Art 3 II, essas áreas, que incluem as matas ciliares, exercem funções fundamentais, como a manutenção da estabilidade geológica, a proteção da biodiversidade, a conservação do solo e a preservação da qualidade de vida das populações humanas. Além disso, desempenham papel estratégico na proteção dos recursos hídricos, garantindo a integridade de nascentes, córregos e demais corpos d'água. Por sua importância vital, as nascentes têm atraído a atenção de diversos setores da sociedade, incluindo gestores públicos, organizações não governamentais e movimentos sociais. A conservação dos recursos hídricos está diretamente relacionada à integridade das bacias hidrográficas, a qual depende do uso adequado e sustentável do solo (VESSONI, 2019).

Nesse cenário, os Sistemas Agroflorestais (SAFs) emergem como uma alternativa promissora para a recuperação de áreas degradadas e a promoção do desenvolvimento sustentável. Esses sistemas integram produção agrícola e conservação ambiental, desempenhando papéis fundamentais tanto no aspecto ecológico quanto socioeconômico (LIMA; CUNHA; MARTINS et al., 2021). Entre os modelos de SAFs, destacam-se aqueles propostos por Ernst Götsch, amplamente difundidos no Brasil. Conhecido como agricultura sintrópica ou agrofloresta sucessional, esse sistema baseia-se em princípios ecológicos que buscam o cultivo de alimentos em harmonia com os processos naturais, promovendo o aumento da biodiversidade e a regeneração do solo (GREGIO, 2020).

A agricultura sintrópica, difundida por Götsch desde a década de 1980 e formalizada como conceito em 2013, propõe um modelo de produção agrícola pautado na sucessão natural e na manutenção do balanço energético positivo, expresso pelo aumento da vida no sistema e pelo favorecimento dos processos de regeneração (PASINI, 2017). Segundo

Guimarães e Mendonça (2019), os sistemas agroflorestais baseiam-se em quatro princípios orientadores: (i) promoção de alta biodiversidade, com consórcios que reproduzem a diversidade natural; (ii) estratificação das espécies, otimizando o uso vertical do espaço e a captação de luz; (iii) sucessão ecológica, em que cada grupo de plantas cria condições para o desenvolvimento das espécies subsequentes; e (iv) aporte contínuo de matéria orgânica ao solo, promovido por meio de podas regulares.

As vantagens da adoção dos Sistemas Agroflorestais são numerosas. Entre elas, destacam-se: (i) a preservação da biodiversidade; (ii) a redução da erosão do solo, garantida pela cobertura constante; (iii) o aumento da matéria orgânica e do sequestro de carbono; (iv) a intensificação da ciclagem de nutrientes, reduzindo a dependência de fertilizantes; (v) o controle natural de pragas e doenças; e (vi) a diversificação da produção, que proporciona maior estabilidade econômica e segurança alimentar aos agricultores (FINK; TIECHER, 2017).

A implementação dessa abordagem está intrinsecamente relacionada aos processos naturais de sucessão ecológica. A agricultura sintrópica se destaca por substituir insumos químicos por insumos orgânicos, produzidos no próprio sistema, seguindo o princípio de evolução do simples para o complexo, conforme proposto por Götsch (PASINI, 2017). Contudo, os sistemas integrados de produção com alta biodiversidade, especialmente aqueles baseados em princípios sucessionais e regenerativos, apresentam maior complexidade ecológica, econômica e social, o que pode dificultar sua compreensão e, conseqüentemente, sua adoção por parte de produtores potencialmente interessados.

Neste contexto, como forma de estimular o desenvolvimento regional por meio da adoção de sistemas de produção mais sustentáveis, desde 2022 unidades demonstrativas de SAFs sintrópicos têm sido estabelecidas e manejadas no Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus São João Evangelista (IFMG-SJE)* pela equipe de colaboradores do Viveiro Florestal coordenada pelo engenheiro florestal, professor do IFMG, Ivan da Costa Ilhéu Fontan, e pelo consultor fundador da empresa *Ypê Agroflorestal LTDA*, também engenheiro florestal, Álisson César Rodrigues Pereira.

As unidades demonstrativas vêm sendo continuamente utilizadas para realização de projetos e ações que integram a pesquisa, o ensino e a extensão. No âmbito da pesquisa estas áreas têm sido usadas para monitorar as melhorias nas características químicas, físicas e biológicas dos solos ao longo do tempo. No ensino destacam-se as aulas práticas de diversas disciplinas e a formação continuada de alunos agroflorestores para atuarem como assistentes técnicos e extensionistas. E na extensão, ações de disseminação de informação e transferência de tecnologia como “Dias de campo” e “Mutirões agroflorestais” têm sido organizados durante

eventos institucionais do IFMG-SJE, como a Semana da Família Rural e o Seminário de Integração Acadêmica (SIA).

Estas iniciativas despertaram o interesse da autora desta monografia que vem participando das diversas atividades e ações promovidas pelo grupo do Viveiro Florestal, incluindo sua colaboração como bolsista do projeto de pesquisa “Manejo e implementação de práticas silviculturais em sistemas agroflorestais como estratégia para recuperação de áreas degradadas no IFMG – SJE” aprovado no edital nº 08/2024 do Programa Institucional de Fomento à Bolsa de Pesquisa do IFMG – SJE.

Neste projeto o objetivo geral foi aplicar práticas agroflorestais em uma área de preservação permanente (APP) de uma nascente localizada no IFMG-SJE para mitigar a degradação e promover a estabilidade e a autossustentabilidade do sistema utilizando os princípios da Agricultura Sintrópica.

Desta forma, a presente monografia tem por objetivo apresentar e compartilhar com os leitores um relato das experiências vivenciadas pela autora e pelo grupo de colaboradores do Viveiro Florestal durante os oito meses de duração do projeto, esperando com isto inspirar outras pessoas a se engajarem na recuperação de nascentes e das áreas de preservação permanente, seguindo os princípios sintrópicos, aliando a produção agrícola com a com a regeneração do solo e dos serviços ecossistêmicos na área.

2 PLANEJAMENTO E ESTABELECIMENTO DO SAF SINTRÓPICO

2.1 Localização e caracterização da área (Diagnóstico)

O trabalho foi desenvolvido na fazenda do Instituto Federal de Minas Gerais localizada no município de São João Evangelista (IFMG-SJE), situado na microrregião de Guanhães e mesorregião do Vale do Rio Doce, Minas Gerais. O Clima no local é do tipo Cwa (temperado chuvoso-mesotérmico com verão chuvoso e inverno seco), segundo a classificação internacional de Köppen. As médias anuais de precipitação e temperatura em São João Evangelista são de 1.000 mm e 21,2 °C, respectivamente (CLIMATE.DATA.ORG, 2025).

A região é considerada uma área de abrangência do bioma Mata Atlântica e a formação florestal predominante é a Floresta Estacional Semidecidual, cujo conceito ecológico relaciona-se ao clima (duas estações bem definidas, sendo uma chuvosa e outra seca) e à sazonalidade foliar dos elementos arbóreos dominantes que estão adaptados à estação desfavorável, fria e/ou seca (20 a 50 % de árvores caducifólias e semi-caducifólias no conjunto florestal) (IBGE, 2012).

A área onde foi realizado o planejamento e a implantação do sistema agroflorestal sintrópico (18°33'39,48" S e 42°45'12,59"; altitude de 700 m) apresenta cerca de 1.200 m², e refere-se à APP (área de preservação permanente) da nascente *Braúna*, que conforme Pereira (2018) apresenta fluxo hídrico apenas durante o período chuvoso, sendo, portanto, classificada como uma nascente intermitente. Essa nascente localiza-se na microbacia do Rio São João, afluente do Rio São Nicolau, integrantes da Bacia Hidrográfica do Rio Suaçuí, que desagua no Rio Doce.

O Rio São Nicolau é o principal corpo hídrico de São João Evangelista, onde é realizada a captação de água pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) para o abastecimento do município. Além disso, este Rio é o responsável pelo abastecimento de água próprio IFMG-SJE, bem como de inúmeras propriedades rurais situadas em seu entorno.

Conforme apuração realizada com funcionários antigos da fazenda, desde o início dos anos 2000 a vegetação desta APP e de grande parte da microbacia de contribuição desta nascente foi removida para o estabelecimento de pastagens para criação de bovinos (pecuária leiteira). Há pelo menos 10 anos foi vedada a entrada dos animais nesta APP e neste período foram realizadas roçadas eventuais com o objetivo de estimular a regeneração natural. No entanto, essas ações não obtiveram sucesso, e a área foi continuamente dominada pelo capim, impedindo o estabelecimento de um processo regenerativo efetivo (Figura 1).

Figura 1: Visão geral da área do projeto antes do início das atividades.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024;

Antes do início das atividades na área, foi realizada uma amostragem de solo para caracterizar a textura e os atributos químicos do solo e subsidiar seu monitoramento ao longo do tempo. A área foi dividida em duas partes (porção mais baixa, próxima da nascente e porção ligeiramente mais elevada, à montante da nascente) e em cada uma delas foram coletadas aleatoriamente 5 amostras simples na camada de 0 a 20 cm de profundidade com o auxílio de um trado do tipo sonda caladora de 60 cm (Figura 2).

Figura 2: Coleta de amostragem de solo.



Fonte: Marques, 2024;

Esta divisão foi proposta devido a área apresentar duas condições distintas, provocadas pelo padrão de escoamento de água de chuva. A estrada de acesso aos setores de suinocultura e viveiro florestal que passa exatamente às margens da APP da nascente *Braúna* consiste em uma extensa superfície quase impermeável por onde escoam a água de chuva das porções mais altas da microbacia, ocupada por pastagens, e pelos setores de bovinocultura, caprinocultura e horticultura. Grande parte desta água é retirada da estrada nas proximidades da nascente, acumulando nesta área alto aporte de sedimentos e resíduos das áreas de produção. Por isso foi realizada uma amostragem na porção mais baixa da APP, nos arredores da nascente, e outra amostragem em área ligeiramente mais elevada, à montante da nascente. Os resultados das análises química e textural das amostras são apresentados na Tabela 1:

Tabela 1: Caracterização química e textural inicial do solo na APP do projeto.

Atributo	Unidade	Valores Área 1	Valores Área 2
pH água	-	5,80	5,30
P	mg dm ⁻³	60,32	29,72
K	mg dm ⁻³	41,0	60,0
Ca ²⁺	cmol _c dm ⁻³	6,23	3,44
Mg ²⁺	cmol _c dm ⁻³	0,96	0,85
Al ³⁺	cmol _c dm ⁻³	0,00	0,10
H+Al	cmol _c dm ⁻³	3,00	4,23
SB	cmol _c dm ⁻³	7,29	4,44
T	cmol _c dm ⁻³	10,29	8,67
V	%	70,88	51,25
m	%	0,00	2,20
MO	dag kg ⁻¹	3,48	4,76
P-Rem.	mg L ⁻¹	30,60	21,20
Areia	dag kg ⁻¹	54,0	30,0
Silte	dag kg ⁻¹	12,5	25,3
Argila	dag kg ⁻¹	33,5	44,7

pH_{água}: Relação solo: água 1:2,5. P e K: extrator Mehlich⁻¹. Ca, Mg e Al: extrator KCl 1 mol L⁻¹. T: Capacidade de troca de cátions a pH 7,0. m: Saturação de alumínio. V: Saturação por bases. MO: Matéria orgânica pelo método *Walkley-Black*. Areia, silte e argila: Método da pipeta. Área 1 = porção baixa, próxima à nascente. Área 2 = porção ligeiramente mais elevada, à montante da nascente

Fonte: Elaborado pela autora, 2025

Os resultados das análises de solo indicam que a área de APP apresenta forte influência do escoamento superficial proveniente da microbacia. Observa-se que diversos atributos químicos e físicos do solo apresentam valores compatíveis com aqueles encontrados em áreas de cultivo intensivo, apesar de não terem sido realizadas intervenções agronômicas, como calagem ou adubações químicas. Essa característica sugere que o aporte de nutrientes e

sedimentos decorre do transporte de partículas e da lixiviação de compostos oriundos das áreas agrícolas adjacentes, evidenciando a contribuição do escoamento superficial no processo de alteração da fertilidade e das propriedades do solo na área de preservação.

De acordo com as classes de interpretação de atributos químicos do solo propostas no manual de “Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª Aproximação)”, as amostras da área de APP podem ser assim classificadas (Tabela 2):

Tabela 2: Classes de interpretação para diferentes atributos químicos do solo observados nas amostras retiradas na área de APP da nascente *Braúna* no IFMG-SJE.

Atributo	Classe de Interpretação
Fósforo disponível (P)	Muito bom
Potássio disponível (K)	Médio
Cálcio trocável (Ca ²⁺)	Bom a Muito bom
Magnésio trocável (Mg ²⁺)	Médio a Bom
Soma de bases (SB)	Bom a Muito bom
Saturação por bases (V)	Médio a Bom
CTC a pH 7 (T)	Bom
pH (classificação química)	Acidez média
pH (classificação agrônômica)	Baixo a Bom
Acidez trocável (Al ³⁺)	Muito baixo
Acidez potencial (H+Al)	Médio
Saturação por Al ³⁺ (m)	Muito baixo
Matéria orgânica (MO)	Médio a Bom

Fonte: Elaborado pela autora, 2025;

A análise textural também evidenciou a influência da água de escoamento superficial na área, uma vez que, mesmo sendo as amostras retiradas a uma pequena distância uma da outra, foram observadas grandes diferenças em sua composição. A amostra composta retirada na parte alta, que recebe o maior volume de água nas enxurradas, apresentou textura *franco-argilo-arenosa* (54,0% de areia e 33,5% de argila) enquanto que a amostra da parte baixa apresentou textura *argilosa* (30, % de areia e 44,7% de argila).

No início do mês de junho (04/06/2025) foi realizada uma visita técnica na área com o objetivo de fazer uma caracterização inicial *in loco* (diagnóstico), identificando os impactos ambientais bem como a resiliência do local, com base nas características edáficas, topográficas e vegetacionais da área de preservação permanente e seu entorno.

Quanto aos impactos, observou-se que o escoamento superficial de água de chuva

oriundo das porções mais elevadas da microbacia (enxurrada que corre sobre a estrada e deságua na APP) potencializa a formação de sulcos de erosão e principalmente o assoreamento da área, incluindo da própria nascente. Neste sentido não é possível reconhecer no local o que deveria ser o leito natural de escoamento da água à montante da nascente (antigo caminho do curso d'água), e há a presença de areia no próprio olho d'água e seus arredores (Figura 3).

Figura 3: Situação da nascente no início das intervenções



Fonte: Elaborado pela autora, 2025;

Existe uma estreita faixa de vegetação nativa (árvores, arbustos, plantas herbáceas, e principalmente trepadeiras e cipós) de cerca de 110 m de comprimento e largura entre 10 e 12 m, que se inicia a aproximadamente 25 m à montante da nascente e segue por 85 m à jusante, até um pequeno braço da lagoa da suinocultura, local onde a água da nascente *Braúna* deságua. A aproximadamente 80 m de distância da APP (ao Norte e Noroeste) existe um fragmento remanescente de Floresta Estacional Semidecidual conhecido como a Mata do IFMG-SJE que possui área total de 77,6 ha, e consiste em uma floresta secundária em estágio médio a avançado de sucessão. Na Figura 4 observa-se a caracterização geral da área a partir de uma imagem aérea de drone com destaque para os principais elementos da paisagem.

Figura 4: Visão aérea geral da área do projeto.



Fonte: Miranda, Carvalho, 2024; Imagem adaptada: Fontan, 2025;

Já na área onde efetivamente foram realizadas as atividades havia o predomínio da gramínia popularmente conhecida como capim elefante (*Pennisetum sp.*) que devido ao seu rápido crescimento e porte elevado dificultou o crescimento de espécies arbustivas e arbóreas nativas, mesmo após tentativas de facilitar a regeneração natural por meio de algumas roçadas do capim realizadas ao longo da última década na área (PEREIRA, 2023) Esta situação demonstra que as estratégias de recuperação ambiental baseadas na restauração passiva podem não ser suficientes para alavancar a sucessão secundária e o autodesenvolvimento dos ecossistemas, sugerindo que os protocolos atuais de restauração devam ser aperfeiçoados.

Apesar do predomínio do capim elefante, existiam na área alguns poucos indivíduos arbóreos das seguintes espécies nativas: camboatá (*Cupania vernalis*), embaúba (*Cecropia sp.*), ingá (*Inga sp.*), jacaré (*Piptadenia gonoacantha*), marinheiro (*Guarea sp.*), saboneteira (*Sapindus saponaria*) e uruvalheira (*Platypodium elegans*).

2.2 Limpeza da área e demarcação das linhas de plantio

Após o diagnóstico inicial foram realizadas as atividades de limpeza da área por meio de roçadas da vegetação pré-existente, sendo a primeira realizada no dia 12/06/2024 de forma manual com uso de foices e facões, nas bordas da área (barrancos), e a segunda no dia 18/06/2024 de forma semimecanizada, com o auxílio de uma roçadeira costal equipada com

disco de corte, na área mais baixa e plana nos arredores da nascente. (Figura 5).

Figura 5. Limpeza inicial da área por meio de roçada manual e semi-mecanizada, e aspecto geral da área após as atividades



Fonte: Elaborado pela autora, 2024;

A elevada estatura e a alta densidade das touceiras do capim presente na área representaram desafios operacionais significativos, que justificaram a opção pela utilização da lâmina de serra circular na roçadeira ao invés das lâminas convencionais. Este tipo de lâmina possui dentes especialmente desenhados para o corte preciso e eficaz de arbustos e outros materiais lenhosos, e mostrou-se muito útil para a realização do corte das touceiras rente ao solo e com menor dano às plantas, favorecendo assim a rebrota mais homogênea e vigorosa do capim, permitindo que outros cortes fossem realizados para geração de biomassa no sistema.

Após a limpeza inicial foram realizadas medições na área e determinado o espaço útil disponível e adequado para o posterior plantio de mudas e sementes (cerca de 320 m²). Em

função do tamanho da área útil e da necessidade de promover uma rápida cobertura sobre o capim de forma a favorecer o processo de sucessão na área, definiu-se que as linhas de plantio seriam estabelecidas a cada 3,0 metros. Assim, utilizando estacas de bambu e com o auxílio de trena, um total de 12 linhas foram demarcadas na área, conforme ilustrado na Figura 6

Figura 6. Demarcação das linhas a cada 3,0 m com auxílio de trena e estacas de bambu



Fonte: Elaborado pela autora, 2024;

2.3 Acumulação e organização de biomassa

Na Agricultura Sintrópica diversas técnicas são utilizadas, destacando-se o aporte contínuo de resíduos orgânicos como cobertura do solo, prática essencial para sua fertilização e regeneração (GOTSCH, 1997). Com base nesse princípio, todo o material resultante da roçada inicial foi mantido na área e organizado na forma de leiras (montes alongados feitos com o material oriundo da roçada), confeccionadas com o auxílio de ancinhos e forcados curvos, a cada 3 metros de distância umas das outras (Figura 6).

As leiras dos resíduos da roçada foram posicionadas nos locais correspondentes às entrelinhas do sistema, de modo a permitir que as faixas de solo referentes às linhas de plantio ficassem livres para o preparo (capina para retirada das touceiras do capim e descompactação do solo com motoperfurador semi-mecanizado). Essa disposição do material teve como

finalidade ainda otimizar o manejo posterior, facilitando a redistribuição da matéria orgânica sobre as linhas do sistema agroflorestal, contribuindo para melhoria da eficiência operacional.

Figura 6. Organização da matéria orgânica proveniente da roçada inicial da área.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024;

Para auxiliar o aproveitamento também do material roçado nos arredores da área útil de plantio foi utilizada uma lona para transportar a biomassa até os locais de enleiramento, conforme ilustrado na Figura 7 a seguir.

Figura 7. Transporte de biomassa com auxílio de lona para confecção das leiras.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024;

Dada a importância da cobertura do solo nos sistemas agroflorestais sintrópicos, nos meses seguintes à limpeza da área e demarcação das linhas (julho e agosto) a equipe se dedicou à obtenção e organização de biomassa para a proteção do solo nas áreas do projeto. Neste contexto foram utilizadas diversas fontes de biomassa obtidas em diferentes locais do IFMG-SJE, dentre elas: a poda realizada na faixa de vegetação nativa limítrofe à nascente *Braúna*; resíduos de roçadas realizadas em gramados e jardins; toretes de madeira resultantes de derrubadas e manutenções de árvores; e folhas de varrições realizadas sob árvores espalhadas pelo *Campus* (Figura 8). As folhas de varrição e os resíduos de roçada de gramados foram armazenados na área para posterior uso na cobertura do interior dos canteiros de plantio.

As podas das espécies lenhosas na faixa de vegetação nativa foram realizadas com o auxílio de uma motopoda semi-mecanizada com cabo extensor, ferramenta muito útil no estabelecimento e manutenção de sistemas agroflorestais sintrópicos, que exigem podas constantes ao longo de desenvolvimento dos sistemas.

Figura 8. Variedade de biomassa acumulada para uso no SAF.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024;

Com relação às madeiras, parte dos toretes foram acomodados sobre as leiras de

capim confeccionadas nas entrelinhas, para facilitar seu uso como delimitador das linhas de plantio, formando os canteiros de perfil côncavo (mais altos nas bordas). Outra parte dos toretes de madeira foram cuidadosamente alinhados e encaixados formando uma passarela (caminho) na porção mais úmida da área, nas proximidades da nascente. Essa prática tem como finalidade minimizar o contato direto com o solo, reduzindo sua compactação e promovendo a preservação do olho d'água. Os usos mencionados para as madeiras podem ser observados na (Figura 9).

Pedaços de madeira maiores e/ou irregulares foram usados para preencher sulcos de erosão existentes em locais onde a água de enxurrada que escorre sobre a estrada entra na área da nascente (Figura 10), criando assim barreiras físicas para diminuir a velocidade de escoamento superficial, ao mesmo tempo em que possibilita a melhoria do solo pela ação da decomposição microbiana de material rico em lignina.

Figura 9. Organização de toretes de madeira sobre as leiras de capim e formando uma passarela.



Fonte: Fontan, 2024;

Figura 10. Utilização de toretes de madeira para preencher sulcos de erosão.



Fonte: Fontan, 2024;

2.4 Práticas de conservação do solo

Conforme descrito no item 2.1 foi possível detectar que na área existe grande influencia da água de enxurrada (escoamento superficial), que formou ao longo do tempo sulcos de erosão e depositou grande quantidade de sedimentos na nascente. Neste contexto, além das ações de plantio propriamente dito, observou-se a necessidade de se implementar práticas mecânicas de conservação do solo e da água.

Entre os meses de julho e agosto foram realizadas então as práticas de conservação do solo com os objetivos de reduzir a velocidade do escoamento superficial da água, melhorar a infiltração no solo, minimizar a quantidade de rejeitos transportados pela enxurrada para a área em recuperação, diminuir a compactação do solo e preservar a nascente.

Como etapa inicial das práticas de conservação, foram construídas paliçadas de madeira no interior do principal sulco de erosão identificado à montante da nascente (Figura 11). A palavra paliçada tem origem no latim *palus*, que significa "estaca", e comumente é usada para se referir a uma fileira de estacas usadas para cercar ou fortificar um local (VERDUM, 2016).

Figura 11. Construção de paliçadas no controle de erosão do solo



Fotos: Leão, Fontan (2024)

No contexto das medidas de conservação do solo e da água, a paliçada refere-se a um conjunto de estacas de madeira fincadas verticalmente no terreno, ligadas entre si, de modo a formarem uma estrutura firme que irá atuar principalmente como uma barreira física para retenção de sedimentos. Essa prática contribui também com a redução da velocidade da água de escoamento superficial favorecendo a infiltração de água no solo, reduzindo os processos erosivos e de formação de voçorocas (FINK; TIECHER, 2016).

Para a construção das paliçadas foram utilizados pedaços de madeira provenientes de podas de árvores realizadas no IFMG-SJE e cortadas em toretes de aproximadamente 50 cm de comprimento. Com auxílio de uma cavadeira articulada (tipo boca de lobo) e uma marreta as estacas de madeira foram fixadas ao solo lado a lado formando anteparos para retenção de sedimentos, dispostos ao longo do sulco de erosão a cada 1,0-1,5 m de distância.

O local onde foram inseridas as paliçadas e seus arredores representam uma porção da área com maior declividade, por onde parte da água de escoamento superficial adentra na baixada úmida onde se encontra a nascente Braúna. Por este motivo medidas adicionais de conservação foram adotadas, a saber a construção de terraços em nível e a confecção de uma caixa de retenção de água (barraginha).

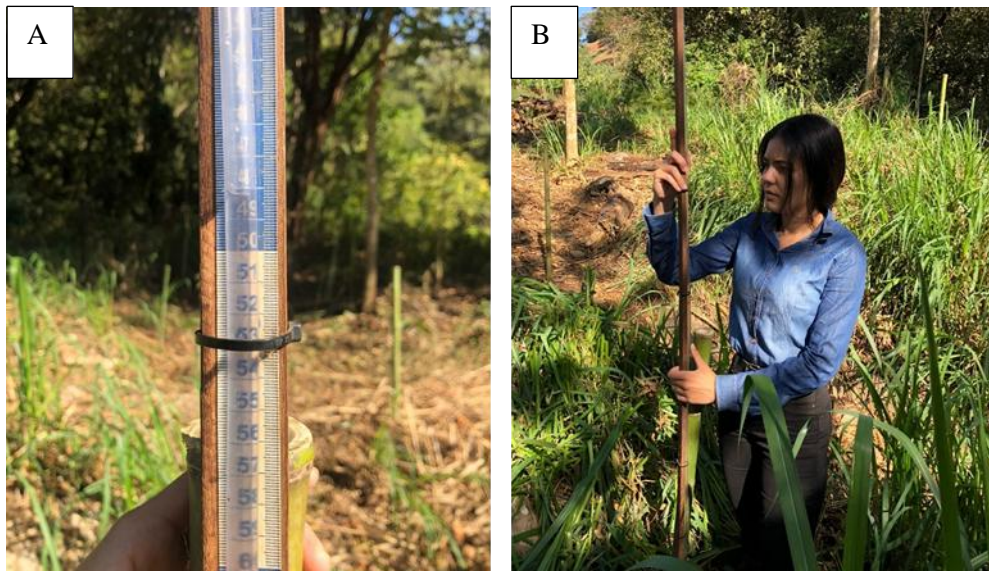
Terraceamento é uma prática conservacionista usada no controle da erosão hídrica,

na qual são construídas estruturas hidráulicas, constituídas de um canal coletor, de onde a terra é retirada, e um camalhão ou dique, construído com a terra movimentada do canal. Tais estruturas, denominadas de terraços, são posicionadas transversalmente ao sentido da declividade do terreno, com os objetivos de reduzir a velocidade da enxurrada e seu potencial de desagregação e compactação do solo, além de subdividir o volume do escoamento superficial possibilitando a infiltração de água no solo (RESK, 2002; PES; GIACOMINI, 2017).

No presente trabalho foram construídos 4 terraços que combinaram a estrutura hidráulica (conjunto canal-camalhão) com a utilização de material lenhoso (galhos oriundos de podas de árvores e arbustos presentes no local) organizado ao longo do terraço de forma a reforçar a barreira física ao escoamento superficial e manter o solo coberto, potencializando a infiltração de água e os processos biológicos de formação de um solo agregado e fértil na área.

Pelas características descritas, estas estruturas foram denominadas de “terraços sintrópicos”, e sua confecção iniciou-se com a marcação das curvas de nível utilizando-se um nível de mangueira, um instrumento simples composto por duas fitas métricas fixadas em ripas de madeira, conectadas por uma mangueira de nível de pedreiro (Figura 12).

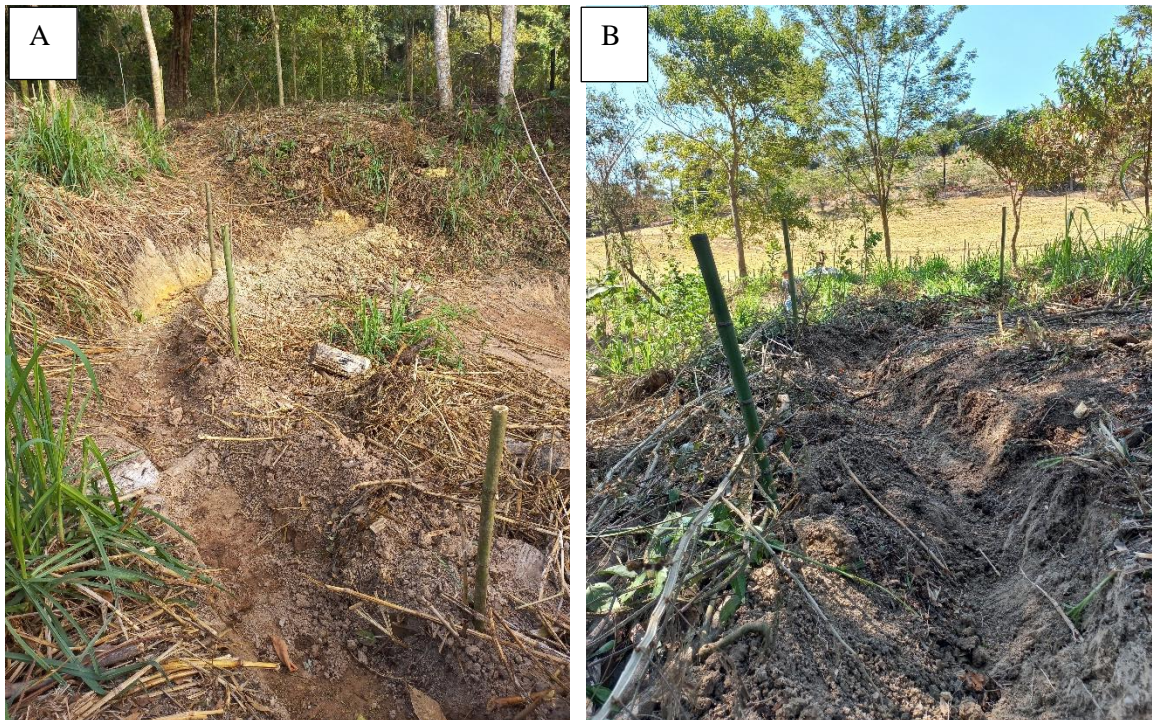
Figura 12. Marcação das curvas de nível com nível de mangueira.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024;

Estacas de bambu foram usadas para demarcar as curvas de nível e orientar as atividades seguintes de capina, escavação dos canais e confecção dos diques, realizadas com auxílio de enxadas e enxadões. Posteriormente procedeu-se à organização do material vegetal sobre os diques, ao longo de toda a extensão dos terraços sintrópicos (Figura 13).

Figura 13. Construção dos “terraços sintrópicos”



Fonte: Elaborado pela autora, 2024;

A outra medida de conservação adotada foi a construção de uma bacia de retenção de água (barraginha) posicionada logo abaixo dos terraços sintrópicos, à montante da nascente. As barraginhas, também conhecidas como bacias de infiltração ou bacias de contenção são como pequenos reservatórios construídos na superfície do terreno, escavados para represar e infiltrar águas pluviais (ANA, 2018; SOUZA *et al.*, 2021).

Estas estruturas auxiliam na contenção de processos erosivos e na recarga das águas subterrâneas, contribuindo para a manutenção das vazões mínimas das nascentes e cursos d'água, desempenhando papel essencial na conservação hídrica e na mitigação de impactos ambientais (BREMENKAMP *et al.*, 2021; TONDATI; MORAIS; MARQUES, 2025).

A estrutura foi construída manualmente com enxadas, enxadões e pás e possui um formato mais ou menos elíptico (4 m no eixo maior e 3 m no eixo menor), com uma profundidade média de 1,1 m e capacidade de água estimada de pouco mais de 10 mil litros de água (Figura 14).

Figura 14. Construção da caixa de contenção de água (barraginha).



Fonte: Fontan, 2024;

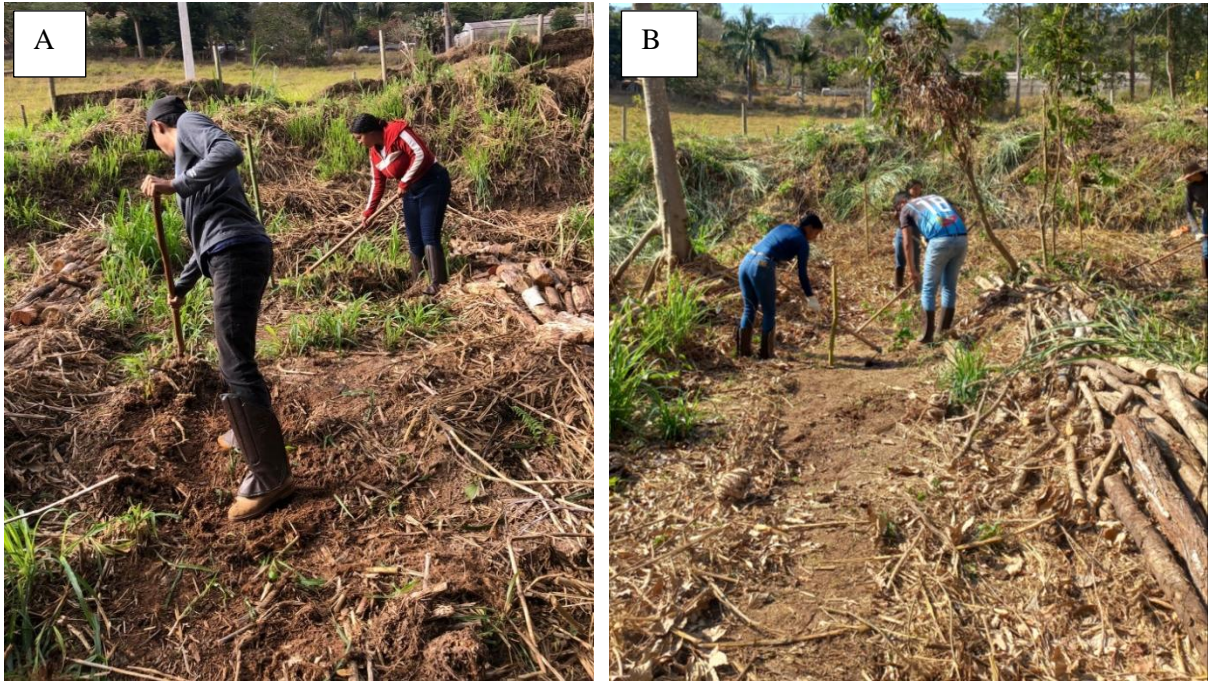
Ressalta-se ainda que a bacia de infiltração foi construída de modo que o seu “sangradouro” (abertura projetada para liberar o excesso de água) fosse posicionado encostado ao barranco de modo a evitar o rompimento da barraginha, assegurando maior estabilidade e eficiência da estrutura.

2.5 Preparação dos canteiros de plantio

Em setembro de 2024, após a realização das atividades descritas anteriormente, foi iniciado o preparo dos canteiros de plantio destinados à implantação do Sistema Agroflorestal (SAF) na nascente *Braúna*. Conforme descrito no tópico 2.3, o sistema foi organizado em 12 linhas de plantio (canteiros), dispostas com espaçamento regular de 3 metros entre si. Para facilitar o planejamento e a operacionalização do plantio, padronizou-se o comprimento de cada um dos canteiros em 9 metros, com largura de 1 metro.

Devido ao histórico de ocupação da área pelo capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) por mais de dez anos, as touceiras permaneceram com raízes vigorosas mesmo após a roçada. Diante dessa condição, tornou-se necessária a capina na faixa representativa de cada canteiro, para remoção das raízes/touceiras. Para a execução dessa atividade, foram empregados enxadões e enxadas (Figura 15).

Figura 15. Capina na faixa de plantio (canteiros)



Fonte: Elaborado pela autora, 2024;

O preparo do solo nos canteiros foi realizado de forma semi-mecanizada, empregando-se um perfurador de solo a gasolina equipado com broca especialmente desenvolvida para o plantio, que faz o furo (berço de plantio) e o deixa preenchido com a terra descompactada (Figura 16).

Figura 16. Preparo do solo nos canteiros, com detalhe da broca de plantio



Fonte: Elaborado pela autora, 2024;

As perfurações foram feitas continuamente formando uma faixa descompactada na posição central do canteiro, composta pelos berços de 30 cm de diâmetro e 40 cm de profundidade, preparados a cada 10-15 cm. Apesar do uso de uma broca específica para o plantio, parte do solo revolvido foi removida durante o preparo, exigindo um acabamento manual com enxadas. O solo foi então modelado em canteiros levemente côncavos, com o centro rebaixado e as bordas elevadas, estratégia que concentra água e nutrientes na linha de plantio de mudas e sementes.

Em seguida, as bordas dos canteiros foram demarcadas com pedaços de madeira, cuidadosamente encaixados, com o objetivo de reforçar o formato levemente côncavo descrito anteriormente (Figura 17). Além de garantir o formato côncavo dos canteiros, a organização dos pedaços de madeira nas bordas diretamente em contato com o solo favorece os processos biológicos de decomposição, mineralização e humificação, melhorando a fertilidade e a estrutura do solo (PASINI, 2017).

Figura 17. Organização de material lenhoso nas bordas dos canteiros reforçando seu formato côncavo (mais fundo no centro e mais alto nas bordas)



Fonte: Elaborado pela autora, 2024;

A presença de resíduos lenhosos grosseiros no solo promove um ambiente microbiano mais ativo, eleva atividades enzimáticas, aumenta o carbono orgânico e o nitrogênio total e reduz a densidade do solo (KHAN *et al.*, 2022; SOKOLOWSKI; GAWRYS; BLONSKA, 2025). Além disso, a matéria orgânica humificada proveniente da madeira morta melhora significativamente a estabilidade de agregados, retenção de água e a resistência à erosão, promovendo efeitos duradouros para a estrutura do solo (PICCOLO; DROSOS, 2025).

Como as atividades de preparação dos canteiros descritas neste tópico ocorreram durante o mês de setembro, e o plantio foi planejado para ser executado somente após o início do período chuvoso, foi necessário cobrir os canteiros com resíduos vegetais para proteger o solo até o momento do plantio (Figura 18).

Sobre os pedaços de madeira foi utilizado um material mais grosseiro e fibroso, composto pelo capim elefante roçado nas entrelinhas e arredores, formando leiras elevadas nas bordas dos canteiros, reforçando seu formato côncavo. Já no interior dos canteiros, para facilitar o plantio das mudas e sementes, foram utilizados materiais mais finos obtidos no próprio *Campus IFMG-SJE*, como resíduos de corte de grama e folhas caídas de árvores.

Esse revestimento orgânico exerce múltiplas funções: protege o solo da exposição direta, reduz a evaporação, mantém a umidade e contribui para a ciclagem de nutrientes, criando um ambiente mais favorável ao desenvolvimento radicular e vegetativo das plantas (PASINI,

2017).

Figura 18. Cobertura do solo nos canteiros



Fonte: Elaborado pela autora, 2024;

2.6 Cobertura viva nas entrelinhas

Com o intuito de promover a cobertura do solo também nas entrelinhas, além de contribuir para a diversificação de espécies, melhoria da fertilidade, controle de plantas daninhas, redução da erosão e incremento da matéria orgânica no sistema, foi realizado durante o mês de outubro o plantio de plantas de rápido crescimento e ciclos de vida curto (Figura 19).

A primeira espécie implantada foi o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), escolhida por sua excelente adaptação às condições edafoclimáticas locais e pela alta disponibilidade de material propagativo. O capim, inicialmente presente no centro dos canteiros — devido à marcação das áreas de plantio —, foi retirado e replantado nas entrelinhas, passando a atuar como matéria viva no sistema. Essa realocação foi necessária, pois a elevada vigorosidade e densidade do capim-elefante poderia comprometer o desenvolvimento das espécies implantadas posteriormente se mantida na linha principal.

Para o plantio, foram abertos sulcos com aproximadamente 10 cm de profundidade, dispostos perpendicularmente aos canteiros, com espaçamento de 50 cm entre si. As estacas de capim-elefante foram posicionadas nos sulcos e cobertas com uma fina camada de solo, de modo a favorecer o enraizamento e o desenvolvimento inicial das novas plantas.

Nas entrelinhas, entre os pontos de plantio das estacas, foram ainda abertos pequenos sulcos adicionais para o cultivo consorciado de milho (*Zea mays*), feijão (*Phaseolus vulgaris*) e soja (*Glycine max*), espécies agrícolas selecionadas para otimizar o uso do espaço, diversificar a cobertura do solo e contribuir para a ciclagem de nutrientes.

Figura 19 . Plantio das espécies de cobertura verde e agrícolas



Fonte: Elaborado pela autora, 2024;

2.7 Seleção das espécies e plantio

A escolha das espécies é etapa essencial na implantação de um Sistema Agroflorestal Sintrópico, sobretudo em Áreas de Preservação Permanente (APP) de mata ciliar. Nessas áreas, o solo saturado exige priorizar espécies adaptadas a ambientes úmidos, garantindo o sucesso do sistema e a efetiva restauração ecológica da área.

A escolha das espécies e o desenho do sistema foram orientados pelos cinco princípios fundamentais da agricultura sintrópica, conforme propostos por Ernst Götsch: densidade, diversidade, cobertura do solo, estratificação e sucessão ecológica. Esses princípios garantem a organização funcional do sistema, promovendo a regeneração natural, a ciclagem eficiente de nutrientes e o equilíbrio entre espécies com diferentes funções e ciclos de vida.

Por se tratar de uma Área de Preservação Permanente (APP), a seleção das espécies foi realizada de forma a atender às exigências legais vigentes, conforme o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012). Essa legislação define como atividades eventuais ou de baixo impacto ambiental aquelas relacionadas à exploração agroflorestal e ao manejo florestal sustentável,

comunitário e familiar, incluindo a extração de produtos florestais não madeireiros, desde que tais práticas não descaracterizem a cobertura vegetal nativa nem comprometam a função ambiental da área.

A mesma lei também contempla a implantação de estruturas necessárias à captação e condução de água, reconhecendo essas ações como de baixo impacto, interesse social e utilidade pública. Nesse contexto, o projeto foi desenvolvido de acordo com as diretrizes da Resolução CONAMA nº 369/2006, priorizando o uso de espécies nativas para a recomposição da vegetação.

Contudo, visando tornar o sistema mais atrativo e economicamente viável aos produtores rurais, foi planejada também a inclusão de espécies exóticas de valor comercial, como frutíferas e madeireiras. Estas últimas serão conduzidas sob manejo florestal sustentável, conforme previsto e permitido pela legislação supracitada, garantindo o equilíbrio entre conservação ambiental e geração de renda (BEDÊ, 2013).

A composição final do sistema, portanto, buscou integrar aspectos ecológicos, produtivos e legais, de forma a assegurar a efetividade ambiental da restauração bem como sua viabilidade econômica. A primeira espécie escolhida para o SAF de recuperação da nascente *Braúna* foi a bananeira (*Musa* spp.). De crescimento rápido e alta capacidade de armazenar água e produzir biomassa, ela é estratégica nos sistemas sintrópicos, pois protege o solo, mantém a umidade e cria um microclima favorável ao desenvolvimento das demais espécies (PEREIRA, 20230).

Além de ser uma planta “criadoura” de outras plantas melhoram o ambiente para o desenvolvimento de outras plantas, seja fornecendo sombra, matéria orgânica, fixando nitrogênio ou protegendo o solo da erosão, a bananeira é importante ainda sob o aspecto econômico, visto que é uma cultura agrícola de grande relevância em todo território brasileiro, sendo fundamental para contribuir com o pagamento dos custos de recuperação das áreas degradadas, incluindo as APPs.

Posteriormente foram planejadas as espécies arbóreas perenes a serem estabelecidas no SAF por meio do plantio de mudas, selecionadas de acordo com a disponibilidade no viveiro florestal do IFMG-SJE e de forma a contemplar diferentes estratos e ciclos de vida (Tabela 3). Nos sistemas agroflorestais sintrópicos os estratos referem-se à exigência de luz característica de cada espécie, enquanto os ciclos de vida relacionam-se à sua longevidade. Plantadas simultaneamente, estas diferentes espécies potencializam a fotossíntese e impulsionam a sucessão florestal no sistema (PASINI, 2017).

Tabela 3. Espécies arbóreas perenes introduzidas no SAF pelo plantio de mudas.

Nome Popular	Nome Científico	Estrato*
Açaí	<i>Euterpe oleracea</i>	Alto
Amora	<i>Morus nigra</i>	Médio
Araçá	<i>Psidium sp.</i>	Médio
Aroeira-pimenta	<i>Schinus terebinthifolia</i>	Médio/Alto
Embaúba	<i>Cecropia sp.</i>	Emergente
Goiaba	<i>Psidium guajava</i>	Alto
Graviola	<i>Annona muricata</i>	Médio/Alto
Guanandi	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Alto/Emergente
Imbiruçu	<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	Emergente
Ingá	<i>Inga sp.</i>	Alto
Jabuticaba	<i>Plinia cauliflora</i>	Médio/Alto
Jaca	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Alto
Laranja	<i>Citrus sinensis</i>	Médio
Limão	<i>Citrus limon</i>	Médio/Baixo
Mogno Africano	<i>Khaya senegalensis</i>	Emergente
Palmito Juçara	<i>Euterpe edulis</i>	Alto
Tangerina	<i>Citrus reticulata</i>	Médio
Uvaia	<i>Eugenia pyriformis</i>	Médio

* A classificação dos estratos foi sugerida após pesquisas realizadas em bibliografias sobre sistemas agroflorestais sintrópicos, complementadas com informações ecológicas das espécies.

Fonte: Elaborado pela autora, 2025

O planejamento do SAF considerou ainda o plantio de algumas espécies por meio da semeadura direta em campo, de modo a contribuir com a cobertura mais rápida e efetiva do solo e permitir a aceleração do processo de sucessão natural na área. Assim, um *mix* de sementes de plantas de adubação verde foi preparado com as espécies aveia preta (*Avena strigosa*), crotalária (*Crotalaria juncea*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) e tremoço branco (*Lupinus albus*). Além destas, foi utilizado também o feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), porém devido ao tamanho avantajado de sua semente esta não compôs o *mix* e foi semeada separadamente. Tratam-se de espécies de ciclo de vida curto responsáveis pelo recobrimento rápido do sistema proporcionando proteção ao solo e às plantas de ciclos mais longos. Por estas características e funções são denominadas de plantas de “placenta” nos sistemas sintrópicos.

Com o objetivo de aumentar a diversidade e a densidade de plantas, especialmente adaptadas à alta umidade no solo, foi preparado também um *mix* de sementes de espécies arbóreas tolerantes a esta condição. Após pesquisa realizada na literatura científica e consulta junto a fornecedores de sementes, foi possível adquirir material propagativo das espécies listadas na Tabela 4

Tabela 4. Espécies que compuseram o *mix* de sementes arbóreas perenes semeadas no SAF.

Nome Popular	Nome Científico	Estrato*
Amendoim-bravo	<i>Pterogyne nitens</i>	Alto

Angico branco	<i>Anadenanthera colubrina</i>	Alto/Emergente
Aoreira-pimenteira	<i>Schinus terebinthifolia</i>	Médio/Alto
Capororoca branca	<i>Myrsine guianensis</i>	Alto
Capororoca vermelha	<i>Myrsine coriácea</i>	Alto
Cedro-do-brejo	<i>Cedrela odorata</i>	Alto/Emergente
Embaúba / Imbaúba branca	<i>Cecropia pachystachya</i>	Emergente
Goiabeira	<i>Psidium guajava</i>	Alto
Jacarandá de minas / Mimoso	<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	Alto
Jenipapo	<i>Genipa americana</i>	Alto
Mutambo verdadeira	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Alto/Emergente
Pau d´alho	<i>Gallesia integrifolia</i>	Emergente
Pau Viola / tucaneiro	<i>Citharexylum myrianthum</i>	Alto
Pau-formiga	<i>Triplaris americana</i>	Alto/Emergente
Sumauma verdadeira	<i>Ceiba samauma</i>	Emergente
Tarumã	<i>Vitex montevidensis</i>	Médio/Alto
Vinhático do campo	<i>Plathymenia reticulata</i>	Médio/Alto

* A classificação dos estratos foi sugerida após pesquisas realizadas em bibliografias sobre sistemas agroflorestais sintrópicos, complementadas com informações ecológicas das espécies.

Fonte: Elaborado pela autora, 2025

Operacionalmente, no mês de novembro de 2024, o plantio se iniciou pelos rizomas de bananeira (Figura 20), pois esta atividade exigia a remoção temporária da cobertura morta e maior movimentação de solo para abertura dos berços. A cada 3 metros nas linhas, os berços foram então abertos com enxadões e cavadeiras articuladas (“boca de lobo”), em profundidades ajustadas ao tamanho dos rizomas, de modo que pudessem ser posicionados horizontalmente e totalmente cobertos por uma camada de solo com, no mínimo, a mesma altura do rizoma.

Esta estratégia favorece o enraizamento e o desenvolvimento inicial das bananeiras, melhorando sua fixação ao solo, o que reduz problemas de tombamentos durante a fase de produção dos cachos. Uma estaca de bambu foi posicionada de forma a demarcar o local de emergência da parte aérea das bananeiras, para identificar os locais de plantio e evitar danos aos rizomas durante o plantio das mudas arbóreas.

Figura 20 .Plantio dos rizomas da Banana (*Musa* spp).



Fonte: Elaborado pela autora, 2024;

Na sequência, foi realizado o plantio das mudas das espécies arbóreas, posicionadas a cada 0,5 m a partir dos pontos de estabelecimento das bananeiras (*Musa* sp.). Com o objetivo de otimizar o uso do espaço e aumentar a densidade de plantio, cada bananeira foi associada a uma muda de espécie arbórea pertencente ao estrato alto ou emergente. Dessa forma, o plantio foi organizado em um espaçamento de 3,0 x 0,5 m, resultando em um plantel inicial aproximado de 6.666 árvores por hectare. As mudas foram dispostas ao longo das linhas de modo a favorecer a distribuição equilibrada das espécies de diferentes estratos e ciclos de vida, promovendo interações ecológicas positivas entre elas.

Esse arranjo estrutural reflete métodos não convencionais de implantação, característicos dos Sistemas Agroflorestais (SAFs) sucessionais sintrópicos, nos quais a alta densidade e diversidade de espécies são princípios fundamentais. O objetivo é recriar a dinâmica e a estratificação de uma floresta natural, buscando o equilíbrio ecológico, o aumento da biodiversidade da fauna e flora, a melhoria da conservação do solo e a diversificação produtiva.

Como resultado, esse modelo proporciona maior resiliência ambiental e potenciais ganhos econômicos sustentáveis ao longo do tempo.

Como o solo havia sido preparado por meio de perfurações semi-mecanizadas sequenciais, formando uma faixa contínua descompactada, e mantido coberto por uma farta

camada de resíduos vegetais, não houve compactação e o plantio pôde ser realizado sem a necessidade de nova abertura de berços. Assim, com o auxílio de uma plantadeira manual florestal e de “chuços” (ferramenta simples de plantio formada por uma estaca de madeira com ponta na espessura do torrão da muda) foi possível plantar as mudas sem mesmo ter que remover a cobertura vegetal sobre o solo (Figura 21).

Figura 21. Plantio das mudas arbóreas com plantadeira manual e “chuço” sem necessidade de remoção da camada vegetal de cobertura sobre o solo.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024;

Esta estratégia foi pensada pela própria equipe do SAF e pode servir de inspiração

para melhorias nos protocolos de plantio de mudas florestais, tanto para fins de restauração quanto para fins produtivos, uma vez que mantém o solo protegido nas linhas de plantio, contribuindo para a manutenção da umidade e redução da temperatura do solo, controle de plantas daninhas, além de potencializar a atividade biológica do solo.

Após o estabelecimento de todas as mudas, procedeu-se o plantio das sementes, utilizando também a plantadeira manual para realizar a semeadura sem ter que remover a cobertura do solo (Figura 22). As sementes de feijão de porco e o *mix* de adubação verde foram plantadas entre as mudas, nas bordas internas dos canteiros, rente às madeiras. Já o *mix* de arbóreas de solo úmido foi plantado no centro dos canteiros, nos espaços entre as mudas.

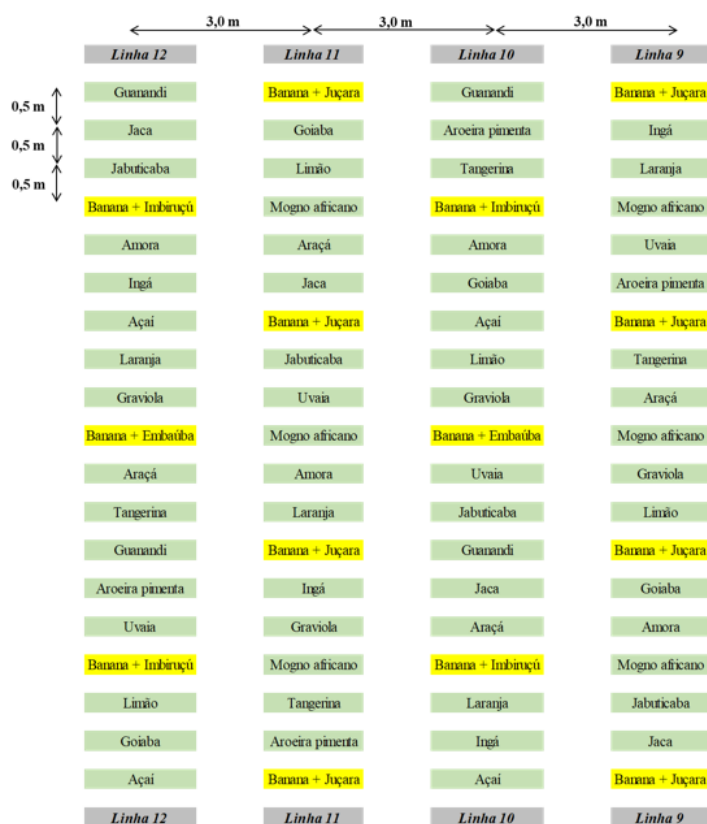
Figura 22. Plantio das sementes com plantadeira manual sem necessidade de remoção da camada vegetal de cobertura sobre o solo.



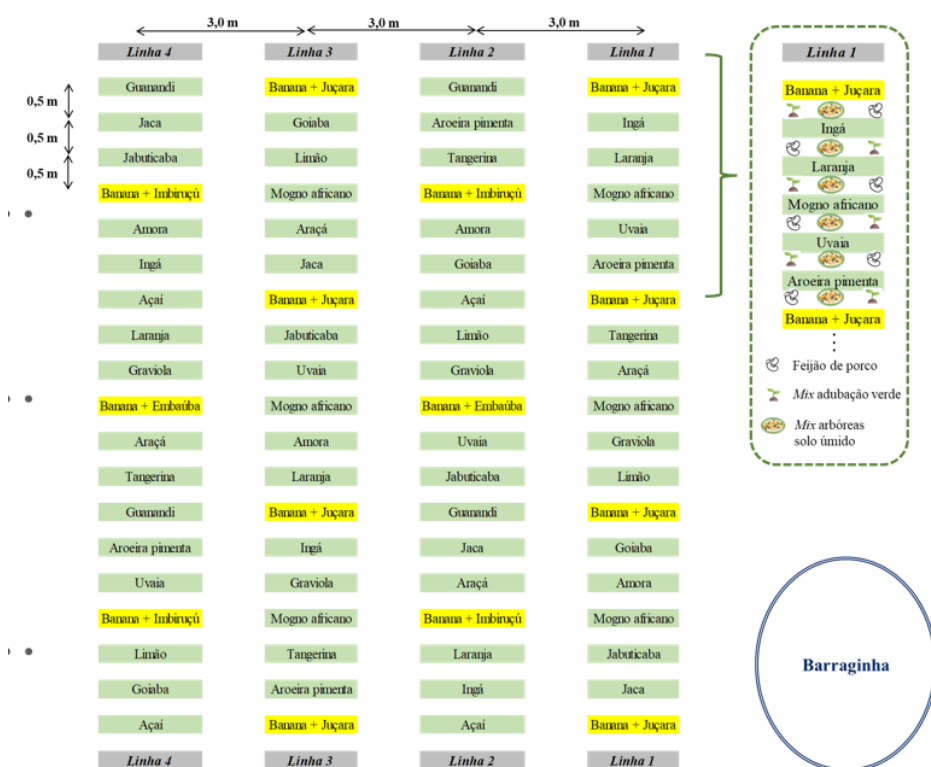
Fonte: Elaborado pela autora, 2024;

Para facilitar o planejamento e a operacionalização das atividades de plantio, foi definido um desenho com a posição das mudas de cada espécie nas quatro primeiras linhas. Este mesmo padrão foi repetido para os outros dois grupos de quatro linhas (Linhas 5, 6, 7 e 8; Linhas 9, 10, 11 e 12). O desenho do SAF com a representação da disposição das espécies arbóreas estabelecidas por meio do plantio de mudas e dos locais de plantio das sementes pode ser observado na Figura 23 a seguir

Figura 23 . Croqui do SAF representando a disposição das espécies arbóreas estabelecidas por meio do plantio de mudas (espaçamento 3,0 x 0,5 m), bem como os locais de plantio das sementes (feijão de porco, *mix* de adubação verde e *mix* de arbóreas de solo úmido).



Fonte: Fontan, 2025;



Fonte: Fontan, 2025;

3. DESENVOLVIMENTO INICIAL DO SAF

Neste tópico serão apresentadas as observações referentes ao desenvolvimento inicial do SAF bem como as primeiras atividades de manejo realizadas na área. Nos meses posteriores ao plantio até o término do projeto (novembro a fevereiro) concentram-se as chuvas na região, o que possibilitou evidenciar a importância das práticas mecânicas de conservação adotadas. Visivelmente a construção de terraços em nível, a instalação de paliçadas e a construção da barraginha, reduziram a quantidade de sedimentos depositados na porção mais baixa da APP, incluindo a própria nascente, e proporcionaram maior infiltração da água. O resultado foi a retomada do fluxo de água na nascente, que apresentou aspecto visual geral pouco turvo, sugerindo alguma melhoria na qualidade hídrica e ambiental local (Figura 24).

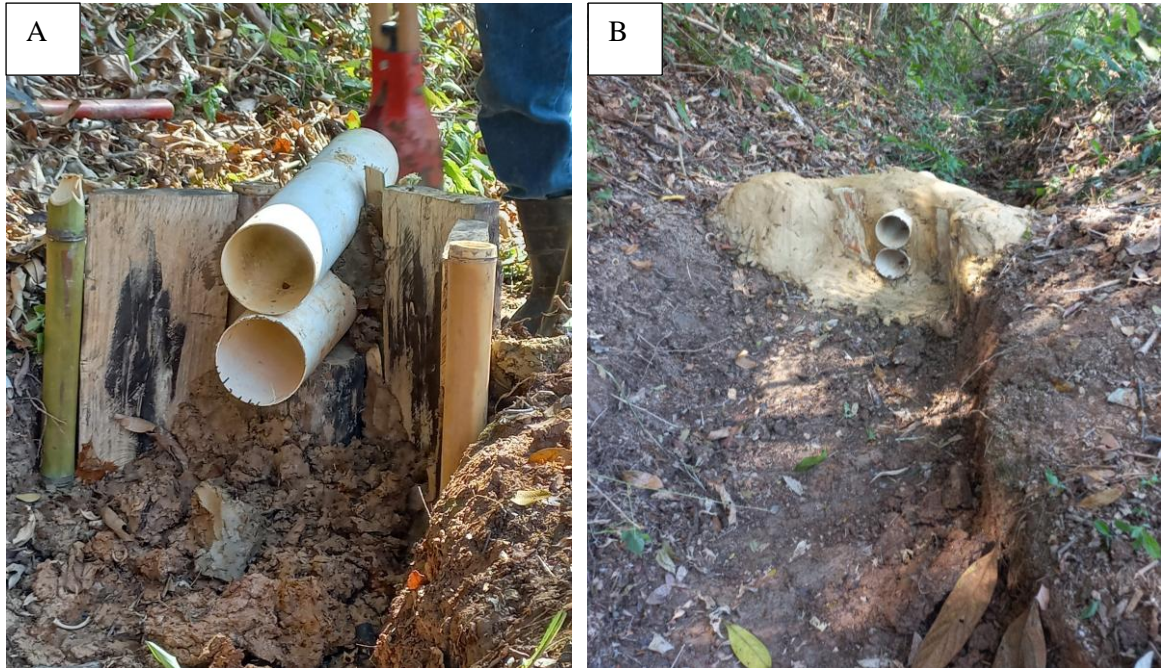
Figura 24. Aspecto geral da nascente antes (A) e depois (B) da implantação do SAF.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024;

Neste ponto vale registrar que no final do mês de setembro de 2024 foi construída uma estrutura de madeira e argila para represar e acumular a água da nascente (Figura 25), de modo a permitir a medição direta da vazão pelo método volumétrico. Este método envolve o direcionamento do fluxo para um único local onde é possível coletar o volume de água (V) em um recipiente ao longo de um determinado tempo (t), calculando a vazão pela razão entre o volume e o tempo (V/t). Esta estrutura permitirá que a vazão da nascente seja monitorada ao longo do tempo, servindo como um dos indicadores das práticas de manejo adotadas na APP

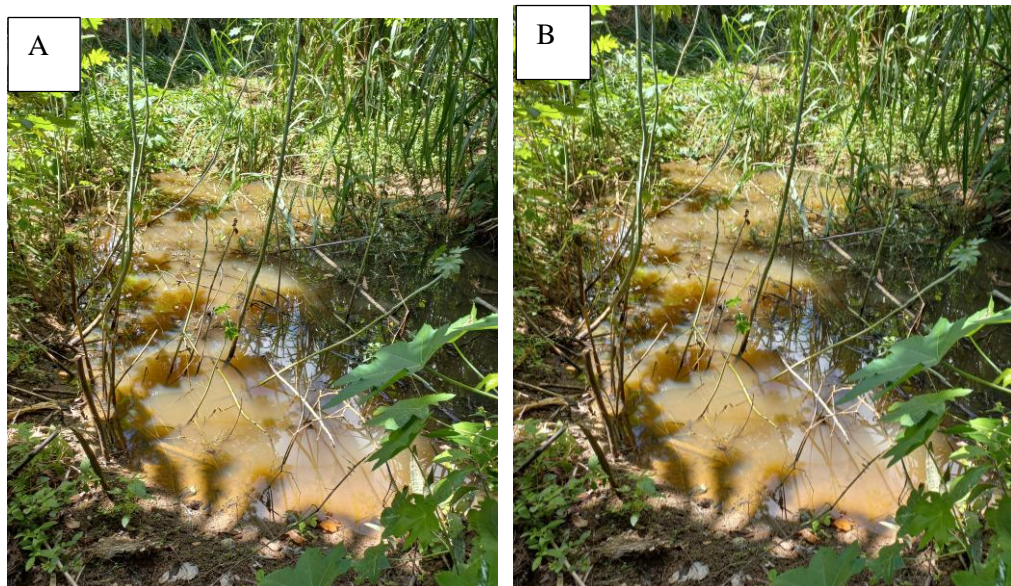
Figura 25. Construção de estrutura para represar e acumular a água da nascente, permitindo medições diretas de vazão



Fonte: Elaborado pela autora, 2024;

Especialmente no final do mês de dezembro e início de janeiro, registrou-se um aumento expressivo nos índices pluviométricos, o que resultou no completo enchimento da barragem, que cumpriu sua função de reter sedimentos, reduzir a velocidade da água de escoamento superficial e favorecer a infiltração (Figura 26).

Figura 26. Armazenamento de água na caixa de contenção



Fonte: Elaborado pela autora, 2024;

No que se refere aos plantios realizados no SAF, verificou-se de forma geral um desenvolvimento inicial satisfatório das espécies introduzidas na área, sejam elas nas linhas (canteiros) ou nas entrelinhas, indicando boa adaptação às condições locais. Em visita de acompanhamento realizada no dia 29/11/2024 (cerca de 50 dias após o plantio nas entrelinhas e 25 dias após o plantio nas linhas) observou-se que as entrelinhas apresentavam boa cobertura de plantas vivas e vigorosas (plantadas e espontâneas), gerando boa expectativa de produção das espécies agrícolas e grande oferta de biomassa para ser usada na cobertura do solo (Figura 27-A). Já nas linhas, nesta mesma ocasião (25 dias após o plantio), praticamente não foi observada mortalidade das mudas plantadas, e as sementes de adubação verde haviam germinado satisfatoriamente (Figura 27-B).

Figura 27. Aspecto geral do vigor e crescimento inicial das plantas na entrelinha (A) e na linha de plantio (B) do SAF sintrópico em área de APP no IFMG-SJE.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024;

Uma situação que merece destaque refere-se ao recobrimento do solo nas linhas de plantio uma vez que a farta cobertura nos canteiros proporcionou excelente controle de plantas espontâneas indesejáveis nos locais onde foram estabelecidas as mudas. No dia 20/12/2024, ou seja, cerca de 45 dias após o plantio das mudas das espécies arbóreas, praticamente não existiam plantas espontâneas nos canteiros, reduzindo a competição e favorecendo o crescimento das plantas de interesse no SAF (Figura 28).

Figura 28. Situação do SAF 45 dias após o plantio das mudas arbóreas destacando o efeito da cobertura do solo nos canteiros sobre o controle de plantas espontâneas indesejáveis.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024;

Nesta ocasião (20/12/2024) foram realizadas as primeiras atividades de manejo do SAF (Figura 29), e todo material vegetal gerado foi usado para reforçar a cobertura do solo nos canteiros. Nas linhas de plantio foi realizada a capina manual seletiva, para remoção de plantas espontâneas indesejáveis. Segundo Rebello e Sakamoto (2021) no contexto dos sistemas sintrópicos a capina seletiva representa a retirada de plantas que já cumpriram sua função, e naturalmente encontram-se com sistema radicular enfraquecido e dificuldades de crescimento.

Na prática esta capina representa a seleção e eliminação de plantas que estejam se desenvolvendo em locais indesejados ou que apresentem crescimento ou vigor comprometidos, ou seja, plantas que estejam cooperando pouco para a saúde e desenvolvimento do sistema. De acordo com Arantes, Lopes e Oliveira (2023) esta atividade requer conhecimento, porque para selecionar o que fica, é preciso conhecer as plantas, qual as funções estão cumprindo no sistema, o que estão indicando e por quanto tempo podemos mantê-las no sistema.

Nas entrelinhas realizou-se uma roçada semi-mecanizada seletiva, para redução da altura do capim-elefante e uma poda de manutenção em plantas de mamona que nasceram espontaneamente na área. As podas constituem um dos princípios fundamentais para o desenvolvimento dos sistemas sintrópicos, consideradas o motor propulsor que acelera a ciclagem de nutrientes e a sucessão natural das espécies (REBELLO; SAKAMOTO, 2021).

Figura 29. Primeiras atividades de manutenção do SAF



Fonte: Elaborado pela autora, 2024;

Apesar do bom crescimento inicial descrito anteriormente, nos dois últimos meses do projeto (janeiro e fevereiro) parte das plantas teve o desenvolvimento comprometido pelo excesso de água, resultado das chuvas frequentes e intensas do período. A área mais baixa da APP, próxima à nascente, permaneceu alagada, o que impediu a germinação de sementes arbóreas, causou elevada mortalidade de mudas e reduziu o crescimento das plantas sobreviventes, incluindo as espécies de adubação verde plantadas nas linhas e as culturas agrícolas (milho e feijão) plantadas nas entrelinhas (Figura 30).

Em solos saturados, os poros ficam preenchidos por água, reduzindo drasticamente a difusão de oxigênio e provocando hipóxia ou anóxia radicular, o que compromete a respiração celular e a disponibilidade de energia para o metabolismo vegetal. Essa condição pode levar ao acúmulo de compostos tóxicos resultantes da respiração anaeróbia, ao aumento da concentração de íons potencialmente nocivos (Fe^{2+} e Mn^{2+}) e à redução temporária na disponibilidade de nutrientes essenciais, fatores que combinados resultam em clorose, queda da taxa fotossintética, crescimento limitado e mortalidade das plantas (LORETI; VEEN; PERATA, 2016; TAIZ *et al.*, 2017; UMATHE *et al.*, 2025).

Figura 30. Área alagada na porção mais baixa da APP e efeitos negativos sobre as plantas



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024;

Felizmente a situação de alagamento relatada concentrou-se nas linhas e entrelinhas centrais da APP, sendo que no restante da área plantada houve boa sobrevivência e crescimento das plantas estabelecidas. No último mês do projeto (fevereiro de 2025) foi realizado o segundo manejo do SAF (Figura 31), que nas entrelinhas contemplou as atividades de colheita das culturas agrícolas (milho e feijão) com posterior roçada semi-mecanizada, tomando o cuidado de preservar os pés de mamona e outros indivíduos arbóreos em regeneração. Posteriormente procedeu-se ao raleamento (eliminação de indivíduos em excesso) e poda da mamona.

Nas linhas de plantio realizou-se o manejo do feijão de porco, que consistiu basicamente em podas para redução da massa foliar e para a retirada das porções terminais das plantas, de forma a permitir a entrada de luz para as mudas e plântulas das espécies arbóreas e estimular a rebrota do próprio feijão de porco. As podas das plantas são os distúrbios necessários para impulsionar a sucessão florestal, estimulando a produção de hormônios de crescimento e brotações, rejuvenescendo todo o sistema (REBELLO; SAKAMOTO, 2021).

Deste momento em diante outros manejos se farão necessários na área, e deverão ser realizados com base na observação criteriosa do desenvolvimento do sistema, de forma a potencializar o processo de fotossíntese e acelerar a sucessão florestal.

Figura 31. Segundo manejo geral do SAF, realizado em fevereiro de 2025



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024;

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O planejamento e a implementação do Sistema Agroflorestal voltado para a recuperação da nascente, objeto desta monografia, configuraram-se como uma experiência singular e profundamente enriquecedora, motivo de grande orgulho para todos os envolvidos no projeto. Disseminar os princípios da Agricultura Sintrópica representa não apenas a prática agrícola, mas também o compromisso com um futuro mais sustentável e resiliente.

Ernst Götsch afirmava que “água se planta” e que não é a planta que deve se adaptar ao ambiente, mas sim o ambiente que deve ser manejado para atender às necessidades das plantas. Essa perspectiva se confirmou na prática, evidenciando o potencial transformador dessa abordagem.

A realização deste projeto foi de extrema relevância para minha formação profissional e para a de todos os participantes, proporcionando uma sólida base de conhecimento teórico, aprimoramento de técnicas e práticas agrícolas e florestais, além de capacitação e segurança para a inserção no mercado de trabalho.

Diante disso, espera-se que iniciativas experimentais como esta alcancem maior visibilidade e credibilidade, incentivando agricultores, instituições de ensino e órgãos ambientais a reconhecerem a importância dessas práticas. Assim, projetos similares poderão ser replicados e ampliados, contribuindo significativamente para a recuperação ambiental, a conservação da água e a promoção de sistemas produtivos mais equilibrados e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

- BREMENKAMP, C. A.; *et al.* **Barraginhas**: conservação do solo e recuperação hídrica em propriedades rurais. Vitória, ES: Incaper, 2021. 24 p. (Série Documentos, n. 279). Disponível em: <https://www.incaper.es.gov.br>. Acesso em: 15 jul. 2025.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006**. Disponível em: <https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5486>. Acesso em: 15 jul. 2025.
- FINK, J. R.; TIECHER, T. **Manejo e recuperação de áreas degradadas**. Curitiba, PR: IFPR, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Tales-Tiecher/publication/334041533_Manejo_e_recuperacao_de_areas_degradadas/links/5d137ae1458515c11cfb42c0/Manejo-e-recuperacao-de-areas-degradadas.pdf. Acesso em: 15 jul. 2025.
- GREGIO, J. V. Da degradação à floresta: A Agricultura Sintrópica de Ernst Götsch e sua aplicação nas Fazendas Olhos D'Água e Santa Teresinha, Pirai do Norte/BA. **AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política**, v. 2, n. 2, 2020. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/ambientes/article/view/26585>. Acesso em: 15 jul. 2025.
- GUIMARÃES, L. A. O. P. G.; MENDONÇA, G. C. Agricultura sintrópica (agrofloresta sucessional): fundamentos e técnicas para uma agricultura efetivamente sustentável. **Incaper em Revista**, v. 10, p. 6–21, 2019. Disponível em: <https://revista.incaper.es.gov.br/index.php/ojs/article/view/1>. Acesso em: 15 jul. 2025.
- KHAN, K.; HUSSAIN, A.; JAMIL, M. A.; DUAN, W.; CHEN, L.; KHAN, A. Alteration in Forest Soil Biogeochemistry through Coarse Wood Debris in Northeast China. **Forests**, v. 13, n. 11, p. 1861, 2022. DOI: 10.3390/f13111861. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1999-4907/13/11/1861>. Acesso em: 15 jul. 2025.
- LÔBO, R. L.; SIQUEIRA, T. M.; MARTINS, E. S.; LIMA, A. S.; CUNHA, A. C. Sistemas agroflorestais na recuperação de áreas degradadas. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 28139–28153, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n3-017. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/28139>. Acesso em: 15 jul. 2025.
- LORETI, E. **Plant responses to flooding stress**. **Environmental and Experimental Botany**, v. 121, p. 103–109, 2016. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2015.08.002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1369526616300887>. Acesso em: 15 jul. 2025.
- PICCOLO, A.; DROSOS, M. The essential role of humified organic matter in preserving soil health. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v. 13, n. 1, p. 1–9, 2025. DOI: 10.1186/s40538-025-00112-3. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/389067596_The_essential_role_of_humified_organic_matter_in_preserving_soil_health. Acesso em: 15 jul. 2025.
- PASINI, F. S. **A Agricultura Sintrópica de Ernst Götsch**: história, fundamentos e seu nicho no universo da Agricultura Sustentável. 2017. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciências

Ambientais e Conservação) – UFRJ, 2017. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/389276703/A-Agricultura-Sintropica-de-Ernst-Gotsch>. Acesso em: 15 jul. 2025.

PEREIRA, Á. C. R. **Diagnóstico e monitoramento hidrológico das nascentes e cursos d'água de uma microbacia do rio São Nicolau, afluente do rio Doce. São João Evangelista, MG: IFMG – Campus SJE**, 2018. Disponível em: <https://www.sje.ifmg.edu.br/>. Acesso em: 15 jul. 2025.

PEREIRA, Á. C. R. **Sistema agroflorestal sintrópico: relato de experiências na Bacia Hidrográfica do rio Suaçuí, afluente do rio Doce. São João Evangelista, MG: IFMG – Campus SJE**, 2023. Disponível em: <https://www.sje.ifmg.edu.br/>. Acesso em: 15 jul. 2025.

RESCK, D. V. S. **A conservação da água via terraceamento em sistemas de plantio direto e convencional no Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 22 p. (Circular Técnica, 22). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/559652/1/cirtec22.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2025.

REBELLO, J. F. dos S.; SAKAMOTO, D. G. **Princípios de Agricultura Sintrópica segundo Ernst Götsch**. Disponível em: <https://www.ecoagri.com.br/>. Acesso em: 15 jul. 2025.

REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. In: CERETTA, C. A.; SILVA, L. S.; REICHERT, J. M. (org.). **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 5, p. 49–134. Viçosa: SBCS, 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/>. Acesso em: 15 jul. 2025.

SILVA, G. B. G. **Implantação de um sistema agroflorestal em São João Evangelista-MG: uma experiência com agricultura sintrópica. São João Evangelista, MG: IFMG – Campus SJE**, 2022. Disponível em: <http://hdl.handle.net/20.500.14387/1378>. Acesso em: 15 jul. 2025.

SOKOŁOWSKI, K.; GAWRYŚ, R.; BŁOŃSKA, E. **The falling of a tree in the forest is the beginning of significant changes in the soil. Plant and Soil**, v. 507, p. 383–396, 2025. DOI: 10.1007/s11104-024-06737-0. Disponível em: <https://link.springer.com/>. Acesso em: 15 jul. 2025.

SOUZA, C. M.; VIEIRA, G.; FARIA, A. L. L.; LEITE, M.; FILHO, E. I. F. **Análise multicritério e algoritmo de aprendizado de máquina para definição de áreas de barraginhas**. Caminhos de Geografia, v. 22, n. 84, p. 1–13, dez. 2021. DOI: 10.14393/RCG228455309. Disponível em: <https://seer.ufu.br/>. Acesso em: 15 jul. 2025.

TONDATI, M. M. **Bacias de infiltração (Barraginhas)**. Brazilian Journal of Development, v. 11, n. 4, p. e78892, mar. 2025. DOI: 10.34117/bjdv11n4-017. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/>. Acesso em: 15 jul. 2025.

VERDUM, R.; VIEIRA, C. L.; CANEPPELE, J. C. G. **Métodos e técnicas para o controle da erosão e conservação do solo**. Porto Alegre: IGeo/UFRGS, 2016. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/189684/001007309.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2025.