

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

Álison César Rodrigues Pereira

**SISTEMA AGROFLORESTAL SINTRÓPICO: relato de experiências na Bacia
hidrográfica do rio Suaçuí , afluente do rio Doce**

São João Evangelista

2023

ÁLISSON CESAR RODRIGUES PEREIRA

**SISTEMA AGROFLORESTAL SINTRÓPICO: relato de experiências na Bacia
hidrográfica do rio Suaçuí, afluente do rio Doce**

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: Ivan da Costa Ilhéu Fontan

São João Evangelista

2023

FICHA CATALOGRÁFICA

P436s Pereira, Álisson César Rodrigues
Sistema agroflorestal sintrópico: relato de experiências na Bacia Hidrográfica do Rio Suaçuí, afluente do Rio Doce / Álisson César Rodrigues Pereira. – 2023.
34 f. : il.
Bibliografia: p. 31-34.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Florestal)
- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais,
Câmpus São João Evangelista, 2023.

Orientação: Prof. Dr. Ivan da Costa Ilhéu Fontan
Coorientação: Profa. Ma. Ana Carolina Ferraro
Profa. Dra Graziele Wolff de Almeida Carvalho

1. Agricultura sintrópica. 2. Sustentabilidade. 3. Produção de alimentos.
4. Bacias hidrográficas . I. Álisson César Rodrigues Pereira. II. Título.

CDD: 631.5

Álison Cesar Rodrigues Pereira

SISTEMA AGROFLORESTAL SINTRÓPICO: relato de experiências na Bacia
hidrográfica do rio Suaçuí , afluente do rio Doce

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.

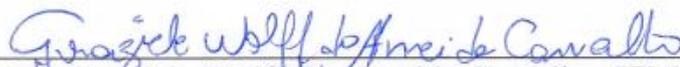
Aprovado em 04 / 07 / 2023 pela banca examinadora:



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



Prof^a Me. Ana Carolina Ferraro - IFMG



Prof^a. Dr^a. Grazielle Wolff de Almeida Carvalho- IFMG

Dedico este trabalho a Deus e a minha família, em especial a minha mãe, Maria do Carmo Rodrigues Pereira, minha rainha, e minhas fiéis queridas irmãs, Ariana Carla Rodrigues Pereira, Arilda Rodrigues Pereira.

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos ao Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista, instituição onde iniciei minha caminhada acadêmica, gostaria de agradecer a todos os funcionários: professores, administrativos e em especial os funcionários terceirizados, por vezes esquecidos.

Em especial meus sinceros agradecimentos e gratidão ao excepcional professor Ivan da Costa Ilhéu Fontan, que com o seu entusiasmo, dedicação e profissionalismo, contribuiu grandemente para que esse trabalho pudesse ser realizado.

Não poderia me esquecer dos meus fiéis amigos e companheiros de batalhas: Carlos Henrique Souto Azevedo, Milton Junior de Andrade, Daniel Inácio, Tallisson Pimenta, e por último e não menos importante, meu irmão Breno Oliveira. Esses guerreiros foram fundamentais no planejamento e execução desse projeto.

O meu muito obrigado ao proprietário da área urbana, o Sr. Niquinho (José Maria Campos) e agradecimentos ao seu prestimoso filho, meu amigo Alex Soares Campos.

E por fim, agradecer a prefeitura municipal de Peçanha pelo apoio no projeto.

RESUMO

A perspectiva de compatibilizar a recuperação florestal e a produção de alimentos trazida pela Agricultura Sintrópica despertou no autor desta monografia o interesse em estudar e praticar os princípios e técnicas desta agricultura regenerativa em sua cidade natal, o município de Peçanha, localizado na região Leste de Minas Gerais, na Bacia Hidrográfica do Rio Suaçuí, um importante afluente do Rio Doce. Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo apresentar e compartilhar com os leitores um relato de experiências vivenciadas na implantação e manejo de um sistema agroflorestal sintrópico em uma área de 1.600 m² na zona urbana de Peçanha/MG. O sistema servirá como uma unidade modelo de ocupação de lotes e terrenos baldios bem como um ambiente de educação não formal onde as pessoas possam aprender e praticar os princípios da agricultura sintrópica. A implantação e o manejo inicial do sistema agroflorestal sintrópico objeto desta monografia foi uma experiência enriquecedora e transformadora, tornando evidente o potencial dos princípios e técnicas sistematizados por Ernest Götsch no desenvolvimento de uma agricultura verdadeiramente sustentável. Espera-se que por sua localização estratégica no ambiente urbano o SAF chame a atenção das pessoas e do poder público local, e que estes possam se inspirar e agir no sentido de buscar conhecimentos e fomentar iniciativas desta natureza na região.

Palavras-chave: Agricultura sintrópica. Sustentabilidade. Produção de alimentos.

ABSTRACT

The perspective of reconciling forest recovery and food production brought about by Syntropic Agriculture aroused in the author of this monograph an interest in studying and practicing the principles and techniques of this regenerative agriculture in his hometown, the municipality of Peçanha, located in the eastern region of Minas Gerais. Gerais, in the Suaçuí River Basin, an important tributary of the Doce River. In this way, the present work aims to present and share with readers an account of experiences in the implementation and management of a syntropic agroforestry system in an area of 1,600 m² in the urban area of Peçanha/MG. The system will serve as a model unit for occupying lots and vacant lots as well as a non-formal education environment where people can learn and practice the principles of syntropic agriculture. The implementation and initial management of the syntropic agroforestry system object of this monograph was an enriching and transforming experience, making clear the potential of the principles and techniques systematized by Ernest Götsch in the development of a truly sustainable agriculture. It is hoped that, due to its strategic location in the urban environment, the SAF will attract the attention of people and the local government, and that they may be inspired and act towards seeking knowledge and promoting initiatives of this nature in the region.

Keywords: Syntropic agriculture. Sustainability. Food production.

SUMÁRIO

Sumário

1	APRESENTAÇÃO.....	9
2	DESENVOLVIMENTO DO SAF SINTRÓPICO.....	12
2.1	O insumo mais valioso é o conhecimento	12
2.2	Caracterização da área	13
2.3	Planejamento e plantio do SAF	15
2.4	Desenvolvimento e manejo inicial do SAF	26
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

1 APRESENTAÇÃO

Os impactos negativos das atividades humanas sobre o equilíbrio do planeta são uma realidade e a humanidade vive uma problemática climática e ambiental sem precedentes, sendo observados os sinais de alerta em todos os continentes e regiões da Terra (IPCC, 2021). Entre as maiores causas deste desequilíbrio global está o desmatamento ilegal, que além de promover redução da biodiversidade, favorece a emergência e disseminação de doenças zoonóticas além de agravar a violência contra povos indígenas e comunidades tradicionais (DUMMETT; BLUNDELL, 2021).

No Brasil, assim como no resto do mundo, os principais problemas ambientais estão associados à degradação dos remanescentes florestais, especialmente para a implantação de sistemas de produção agropecuária baseados em práticas inadequadas de manejo do solo e da água. Os atuais modelos de produção agrícola dominantes são insustentáveis sob vários aspectos, na medida em que utilizam fertilizantes, agrotóxicos e outros insumos sintéticos oriundos de fontes não renováveis (YOUNGBERG; DEMUTH, 2013), promovem poluição do ar, do solo e da água (MATSON *et al.*, 1997; PRIMAVESI, 2002), subordinam agricultores familiares às cadeias agroindustriais e contribuem com o êxodo rural (ROMEIRO, 1998).

Este cenário de degradação pode ser potencialmente agravado mantendo-se os atuais sistemas de produção, uma vez que as estimativas apontam para uma necessidade de aumentar a produção agrícola entre 70 e 100% até 2050 para suprir a demanda alimentar de uma população de mais de 9 bilhões de habitantes (GODFRAY *et al.*, 2010). Desta forma produtores de alimentos de todo o planeta deverão responder aos desafios de otimizar a produtividade agrícola ao mesmo tempo em que reduzem o consumo de água e energia, investindo em paisagens mais complexas de produção, de desenvolvimento rural, ambiental, social, e de padrão de consumo alimentar (PRETTY, 2008; PASINI, 2017).

Os sistemas agroflorestais (SAFs) apresentam-se neste contexto como importantes alternativas para o desenvolvimento de atividades agropecuárias que compatibilizam a produção com a conservação ambiental. Os SAFs podem ser entendidos como “sistemas de uso e ocupação do solo em que plantas lenhosas perenes são manejadas em associação com plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas, culturas agrícolas, forrageiras em uma mesma unidade de manejo, de acordo com arranjo espacial e temporal, com alta diversidade de espécies e interações entre estes componentes” (BRASIL, 2011).

Dentre as diversas iniciativas de SAFs que têm buscado compatibilizar a recuperação e conservação ambiental com produção agrícola e pecuária, destaque deve ser dado ao trabalho do agricultor e pesquisador suíço Ernst Götsch, que há quatro décadas vem desenvolvendo no Brasil uma atividade agrícola baseada em um conjunto de princípios e técnicas que viabilizam a integração da produção de produtos agrícolas à dinâmica de regeneração natural de florestas, conhecida e divulgada atualmente como Agricultura Sintrópica (ANDRADE; PASINI, 2014; GREGIO, 2020).

Os SAFs convencionais referem-se aos consórcios de árvores nativas e/ou exóticas com culturas anuais, podendo ainda inserir animais de pequeno, médio ou grande porte, enquanto os SAFs sintópicos são modelos de produção mais complexos alinhados com a dinâmica da sucessão dos ambientes florestais (REBELLO; SAKAMOTO, 2021).

Trata-se de um sistema agroflorestal (SAF) cujo nome cunhado por Götsch deriva da complementação ao termo *entropia*, entendido aqui como a degradação da matéria que resulta em dissipação de energia, e define um dos princípios fundamentais de sua agricultura, que visa o balanço energético positivo, medido pelo aumento da quantidade de vida consolidada e favorecimento dos processos de sucessão nos locais de intervenção (GÖTSCH, 1996; PASINI, 2017). O conceito de sintropia resulta da intenção de Ernst Götsch nomear a tendência ao aumento da organização e da complexidade nos seres vivos obtidos a partir do manejo sistematizado das plantas, que têm como principal característica a capacidade de transformar, organizar e otimizar fatores como água, minerais e a energia solar em sistemas de vida (GÖTSCH, 1997; MONTE, 2013).

A perspectiva de compatibilizar a recuperação florestal e a produção de alimentos trazida pela Agricultura Sintrópica despertou no autor desta monografia o interesse em estudar e praticar os princípios e técnicas desta agricultura regenerativa em sua cidade natal, o município de Peçanha, localizado na região Leste de Minas Gerais, na Bacia Hidrográfica do Rio Suaçuí, um importante afluente do Rio Doce.

Desta forma, a presente monografia tem por objetivo apresentar e compartilhar com os leitores um relato de experiências vivenciadas na implantação e manejo de um sistema agroflorestal sintrópico em Peçanha/MG, esperando com isto inspirar e auxiliar possíveis interessados em desenvolver sistemas mais sustentáveis de produção agrícola na região. O sistema agroflorestal objeto deste trabalho foi planejado e implementado buscando atender os seguintes objetivos específicos:

- Servir como uma unidade modelo de ocupação de lotes e terrenos baldios em áreas urbanas onde os princípios da agrosintropia possam ser aplicados com vistas à melhoria ambiental desses locais, bem como à produção de alimentos saudáveis.
- Identificar espécies vegetais (arbóreas, herbáceas, cactácea, etc) que apresentem melhor desenvolvimento em condições de solo compactado, declivoso e com pouca disponibilidade de nutrientes e água, para que possam ser recomendadas em sistemas sintrópicos que venham a ser estabelecidos em condições similares.
- Servir como um ambiente de educação não formal (“laboratório a céu aberto”) onde estudantes, agricultores e interessados possam aprender e praticar os princípios da agricultura sintrópica.

2 DESENVOLVIMENTO DO SAF SINTRÓPICO

2.1 O insumo mais valioso é o conhecimento

A Agricultura Sintrópica surgiu de um sistema de conhecimento desenvolvido ao longo de mais de quarenta anos pelo agricultor Ernst Götsch. Apesar do viés científico esse sistema de conhecimento não surgiu na academia, tão pouco pode ser considerado indígena ou local, pois, foi concebido pela vivência de seu idealizador suíço em diversos países do mundo. Na realidade trata-se de um conhecimento potencialmente inovador e multicultural, mas aparentemente personalista e essencialmente prático (PASINI, 2017).

Os sistemas agroflorestais, em especial aqueles baseados na agricultura sintrópica, previnem a degradação do solo ao mesmo tempo em que potencializam a produção agrícola, ou seja, representam uma reconciliação entre a as ciências ecológicas e agronômicas (GLIESSMAN, 2001; MICCOLIS et al., 2016).

Neste sentido o desafio do estabelecimento destes sistemas é integrar conjuntos de conhecimentos e práticas que reflitam a complexidade dos ecossistemas e suas dinâmicas. Em outras palavras, apenas com conhecimento é possível fazer uma agricultura menos dependente de insumos externos, baseada nas leis naturais, funções e processos envolvidos na sucessão florestal. Diante disto, o primeiro passo para estabelecer o SAF sintrópico que será descrito nesta monografia foi buscar conhecimento.

Felizmente contamos hoje com uma grande facilidade de acessar informações por meio da *internet*, e foi por meio desta que foram obtidos inúmeros materiais de leitura (artigos científicos, dissertações e monografias) sobre a Agricultura Sintrópica de Ernst Götsch. Além disto, por meio de plataformas digitais e redes sociais como *Youtube* e *Instagram* diversos “discípulos” de Ernst têm disponibilizado materiais audiovisuais de excelente conteúdo e qualidade sobre a aplicação prática dos fundamentos da agricultura sintrópica. Merecem destaque aqui as seguintes iniciativas e/ou perfis: Agenda Götsch; Cepeas; Antônio Gomides; Sítio Das Mangueiras, Namastê Messerschmidt, Agro Sintropia, Ecoar Agrofloresta, Hudson Anauá, Coringa Agrofloresta e Mata Do Lobo.

Recentemente foram lançados dois livros que também foram utilizados como fonte de informação no contínuo processo de aprendizagem pelo qual tenho passado nos últimos anos. Tratam-se das publicações “Agricultura sintrópica segundo Ernst Götsch” (REBELLO; SAKAMOTO, 2021) e “Vida em sintropia: agricultura sintrópica de Ernst Götsch explicada” (ANDRADE; PASINI, 2022).

Após esta etapa inicial de estudos e capacitação foi chegada a hora de colocar a “mão-na-massa” e experimentar na prática os desafios e encantos da agricultura sintrópica. Assim, nas próximas páginas buscarei descrever as atividades realizadas e as experiências vividas na implantação do SAF sintrópico na minha terra natal, Peçanha, Minas Gerais.

2.2 Caracterização da área

O presente trabalho foi desenvolvido no município de Peçanha, Minas Gerais, localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Suaçuí que ocupa uma área de 21.555 km², apresentando uma população em torno de 591 mil pessoas, constituindo-se a maior unidade de planejamento e gestão da bacia do Rio Doce em termos de área (CBH-Suaçuí, 2013). Porém ao invés de contribuir de forma efetiva e eficiente na captação e conservação dos recursos hídricos, esta bacia hidrográfica é uma das mais degradadas da região apresentando problemas crônicos de erosão do solo e assoreamento dos cursos hídricos provocados por desmatamentos ilegais, queimadas e atividades econômicas como pecuária extensiva e mineração.

O clima da região é do tipo Cwa, segundo a classificação internacional de Köppen, e a área se encontra sob o domínio da Mata Atlântica, todavia, em 74% da área a vegetação original já foi degradada pela ação humana (CBH-Suaçuí, 2013). O SAF foi estabelecido na zona urbana do município (coordenadas 18°32'22.44"S; 42°33'42.61"W), em uma área de pouco mais de 1.600 m² situada a 676 m acima do nível do mar (Figura 1).

Figura 1 – Visão geral da área de implantação do SAF em Peçanha/MG.



Fonte: Acervo pessoal do autor (2023).

A declividade média do terreno é de 26° e o solo apresentava as seguintes características químicas e físicas antes de se iniciarem as atividades na área (Tabela 1).

Tabela 1: Caracterização química e textural inicial do solo na área do SAF.

Atributo	Unidade	Valores
pH água	-	5,11
P	mg. dm ⁻³	2,53
K	mg. dm ⁻³	128
Ca ²⁺	cmolc. dm ⁻³	2,98
Mg ²⁺	cmolc. dm ⁻³	1,33
Al ³⁺	cmolc. dm ⁻³	0,05
H+Al	cmolc. dm ⁻³	3,7
SB	cmolc. dm ⁻³	4,64
T	cmolc. dm ⁻³	8,34
V	%	55,63
m	%	1,07
Cu	mg.dm ⁻³	5,4
Fe	mg.dm ⁻³	268,9
Mn	mg.dm ⁻³	39,3
Zn	mg.dm ⁻³	8,1
MO	dag. kg ⁻¹	2,87
Areia	dag. kg ⁻¹	42,5
Silte	dag. kg ⁻¹	11,9
Argila	dag. kg ⁻¹	45,6

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 Walkey-Black. Areia, silte e argila: Método da pipeta. Fonte: O autor (2023)

Analisando os atributos do complexo de troca catiônica da amostra observa-se que o solo se encontra em uma condição de fertilidade classificada entre média e boa segundo o manual de recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação (ALVAREZ *et al.*, 1999).

Primavesi (2017) considera que uma saturação por bases entre 40% e 60% representa uma fertilidade média, condição essa favorável ao aparecimento de capim Colômbio (*Panicum maximum* cv). Contudo, na área predominava *Brachiaria decumbens* espécie de baixa exigência que geralmente se desenvolve em solos de fertilidade muito baixa a baixa. Assim, na condição inicial da área do SAF podemos considerar que os aspectos físicos do solo estavam sendo mais limitantes ao desenvolvimento de espécies vegetais mais exigentes, dada a compactação excessiva encontrada no início dos trabalhos.

2.3 Planejamento e plantio do SAF

Inicialmente foi realizado um diagnóstico da área, sendo avaliadas as características edáficas e topográficas, bem como a presença de plantas espontâneas no local. Predominavam na área o capim braquiária e indivíduos arbustivo-arbóreos conhecidos popularmente na região como Gadueiro ou Louro pardo (gênero *Cordia*) (Figura 2).

Figura 2 – Situação da área antes da implantação do SAF em Peçanha/MG



Fonte: Acervo pessoal do autor (2022).

Em janeiro de 2022 foi realizada a roçada semi-mecanizada com roçadeira costal com Lâmina de 3 Pontas Stihl 300 mm x 20mm, bem como o manejo dos indivíduos de Louro pardo, por meio do raleamento da copa das plantas (Figura 3).

Houve uma elevada dificuldade na realização da roçada uma vez que o capim braquiária se encontrava envelhecido e muito denso. Assim, para garantir um corte mais preciso e danificar o mínimo possível o capim, permitindo sua rebrota mais vigorosa, foram necessárias diversas pausas na operação para realização de afiação das lâminas. A preocupação com o corte se dá pela intenção de utilizar a própria braquiária como fonte de biomassa para cobrir o solo e fornecer nutrientes ao sistema.

No mês de fevereiro de 2022 iniciou-se a marcação das curvas de nível de modo a estabelecer as linhas de plantio perpendiculares ao sentido da declividade, como tradicionalmente recomenda-se fazer o preparo de solo em terrenos declivosos. A marcação

ocorreu com o auxílio do nível de mangueira, equipamento simples que consiste de duas fitas métricas fixadas cada uma em uma ripa de madeira, unidas por uma mangueira de nível de pedreiro.

Figura 3 – Roçada da vegetação gramíneo-herbácea e manejo dos indivíduos de *Cordia* sp. pré-existentes na área do SAF.



Fonte: Acervo pessoal do autor (2022).

No terreno do SAF a necessidade de se adotar práticas que minimizem o escoamento superficial é ainda mais importante devido à elevada declividade de 26° e à compactação excessiva do solo provocada pelo pisoteio de bovinos ao longo de 50 anos.

Segundo relatos de vizinhos em um passado mais recente a área foi também queimada e capinada com o objetivo de se estabelecer plantio de milho e feijão, porém as culturas não se desenvolveram bem e a área deixou de ser utilizada, permitindo o crescimento das plantas espontâneas observadas no início do estabelecimento do SAF.

Após a marcação do nível do terreno faixas de 1 m foram abertas onde inicialmente seriam estabelecidas as linhas de plantio do SAF. Em cada uma das entrelinhas foi preservada uma faixa de 1 m de largura de braquiária para reduzir o escoamento de água no período das chuvas e servir de biomassa para alimentar o sistema após roçadas planejadas (Figura 4). Durante a atividade de capina para retirada da braquiária percebeu-se o quanto o solo estava compactado, e o quanto a braquiária com seu sistema radicular fasciculado contribui para estabilização do solo. Nessa atividade além da enxada e enxadao foi necessário o uso da picareta, devido à compactação excessiva do solo anteriormente relatada.

Figura 4 – Faixas capinadas intercaladas com faixas de manutenção do capim braquiária respeitando as curvas de nível do terreno de implantação do SAF.



Fonte: Acervo pessoal do autor (2022).

Em março de 2022 as faixas já estavam capinadas e o intuito até então era implantar o SAF em curva de nível. Porém, durante a realização do curso “Viva vida agroflorestal” ministrado pelo agroflorestor Antônio Gomides (@antonio_floresta) participei de uma

discussão que consistia numa grande quebra de paradigma: estabelecer as linhas de plantio do SAF no sentido da declividade do terreno!

Segundo inúmeras experiências vivenciadas pelo Antônio na implantação de SAFs biodiversos estabelecer as linhas “morro abaixo” facilita sobremaneira o manejo das plantas devido aos aspectos ergonômicos (realização das práticas e movimentação dos agroflorestores na área). No entanto é preciso manter o solo permanentemente coberto (cobertura morta e plantas vivas), além de planejar a organização dos materiais lenhosos (troncos e galhos) ao longo do tempo de forma a formar patamares de acúmulo de biomassa entre as linhas “amarrando/travando” as madeiras em nível com o auxílio das espécies arbóreas existentes e/ou plantadas nas linhas.

Assim, foi feita a opção por estabelecer as linhas do SAF com as espécies madeireiras e frutíferas no sentido da declividade, enquanto que nas entrelinhas foram estabelecidas as plantas de cobertura e culturas de ciclo anual (plantas de “roça”) seguindo as curvas de nível.

O preparo de solo foi realizado de maneira semi-mecanizada no mês de novembro de 2022 (após a ocorrência das primeiras chuvas significativas na área) com auxílio de um perfurador a gasolina com broca helicoidal de 200 mm de diâmetro, 800 mm de comprimento, com bitola de encaixe da broca de 20 mm.

Com a finalidade de aumentar a eficiência e a durabilidade da broca foi sugerido por operadores mais experientes a fixação de um fragmento de bedame de videira, uma ferramenta de corte e desbasta utilizada em processos de usinagem constituída por partículas duras de carboneto de tungstênio incorporadas à uma matriz metálica. Desta forma, considerando o nível de compactação do solo o bedame de videira foi adaptado na broca para diminuir seu desgaste e aumentar sua vida útil.

As perfurações foram realizadas com profundidade de 40 cm em nível com linhas triplas e duplas, sendo o espaçamento entre os “berços” de 10 a 20 cm (a contar da borda de cada “berço”), com pequenas variações nessa distância devido a presença de pedras e raízes (Figura 5). Vale salientar aqui que a realização desta atividade nas condições descritas requer cuidados especiais do operador como realizar a perfuração afundando levemente a máquina, sem forçar a abertura dos berços com o peso do operador, evitando assim desgastes excessivos da máquina/broca, e principalmente lesões nos responsáveis pela atividade.

Embora o trabalho de perfuração tenha sido iniciado apenas após as primeiras chuvas, a compactação excessiva do solo causou dificuldade para executar a operação. Assim, com intuito de proporcionar maior firmeza na ponta da broca e permitir a execução das

perfurações com maior segurança e menor desgaste, foi necessário fazer uma descompactação prévia com auxílio de enxada nos locais de abertura dos “berços” (“pique” superficial de demarcação).

Figura 5 – Preparo de solo semi-mecanizado na área do SAF.



Fonte: Acervo pessoal do autor (2022).

Como já mencionado, as linhas com as espécies arbóreas do SAF foram estabelecidas no sentido da declividade, e desta forma, o preparo de solo nas linhas seguiu o mesmo sentido (Figura 6A). Porém, devido à inclinação do terreno e à compactação inicial do solo optou-se por realizar as perfurações para estabelecer as espécies das entrelinhas do SAF respeitando as curvas de nível, de modo a aumentar a infiltração de água no sistema e reduzir processos erosivos na área (Figura 6B).

O preparo de solo com a broca helicoidal utilizada, retira boa parte da terra durante a operação de perfuração e por este motivo foi necessário preencher os locais perfurados com o solo removido utilizando uma enxada, de modo a formar os “berços” em formato côncavo (afundado no meio com as bordas elevadas), facilitando assim o acúmulo de água e nutrientes.

Durante a realização das perfurações foi detectada a presença de cupins e formigas cortadeiras. Na perspectiva da agricultura sintrópica estes insetos são tratados como “fiscais”, demonstrando os desequilíbrios nos sistemas. Segundo Andrade e Pasini (2022), Ernest Götsch propõe que as pragas sejam chamadas de *agentes de fiscalização do departamento de*

otimização de processos de vida, e sugere que as atenções dos agricultores sejam voltadas para a identificação e correção das condições de desequilíbrio que propiciaram o estabelecimento das ditas pragas (verdadeiras causas), e não no combate puro e simples destes organismos (considerados nesta ótica como os sintomas).

Figura 6 – Preparo de solo nas linhas (A) e entrelinhas (B) do SAF em Peçanha/MG.



Fonte: Acervo pessoal do autor (2022).

Durante a realização das perfurações foi detectada a presença de cupins e formigas cortadeiras. Na perspectiva da agricultura sintrópica estes insetos são tratados como “fiscais”, demonstrando os desequilíbrios nos sistemas. Segundo Andrade e Pasini (2022), Ernest Götsch propõe que as pragas sejam chamadas de *agentes de fiscalização do departamento de otimização de processos de vida*, e sugere que as atenções dos agricultores sejam voltadas para a identificação e correção das condições de desequilíbrio que propiciaram o estabelecimento das ditas pragas (verdadeiras causas), e não no combate puro e simples destes organismos (considerados nesta ótica como os sintomas).

Após as atividades de limpeza de área e preparo de solo descritas anteriormente iniciou-se o plantio das espécies vegetais, realizado entre os meses de novembro e dezembro de 2022. Nas entrelinhas do SAF, cujo preparo de solo consistiu do coveamento semi-mecanizado em nível, foram semeadas espécies de “roça” (milho e feijão carioca) e plantas de adubação verde e produção de biomassa para o sistema (feijão de porco, mamona e moringa). O plantio das sementes foi realizado em covetas abertas nos berços (Figura 7A) com auxílio de

um “chucho” (ferramenta manual de plantio que consiste de um cabo de madeira com um tubete plástico na extremidade utilizada para abrir covetas no solo), e também no solo capinado entre os “berços”, com auxílio de uma “matraca” (plantadeira manual) (Figura 7B).

Figura 7 – Plantio de sementes nas entrelinhas em covetas abertas nos “berços” (A) e com auxílio de “matraca” (B) no SAF em Peçanha/MG.



Fonte: Acervo pessoal do autor (2022).

O feijão de porco (*Canavalia ensiformis* DC) é uma leguminosa anual, herbácea, de porte ereto, folhas grandes, de crescimento inicial rápido pouco exigente em condições de fertilidade do solo (LOPES, 1998). São plantas cujas raízes se associam com bactérias fixadoras de nitrogênio, além de apresentarem grande capacidade de regeneração da biomassa aérea após o manejo. Tais características tornam esta espécie muito útil nos SAFs, especialmente durante a fase inicial de estabelecimento dos sistemas.

A moringa (*Moringa oleifera* L.) é uma espécie arbórea de médio porte originária da Índia e Paquistão que apresenta crescimento rápido e bom desenvolvimento em climas tropicais e subtropicais, adaptando-se em ambientes com ampla variação de solos, altitude e disponibilidade hídrica (RAJA *et al.*, 2016; GANDJI *et al.*, 2018). Características como adaptabilidade a diferentes ambientes, notória tolerância à seca e grande capacidade de rebrota após cortes sucessivos, associadas às inúmeras possibilidades de uso tornam a moringa uma planta com grande potencial de cultivo (FONTAN, 2022), especialmente no contexto dos sistemas agroflorestais.

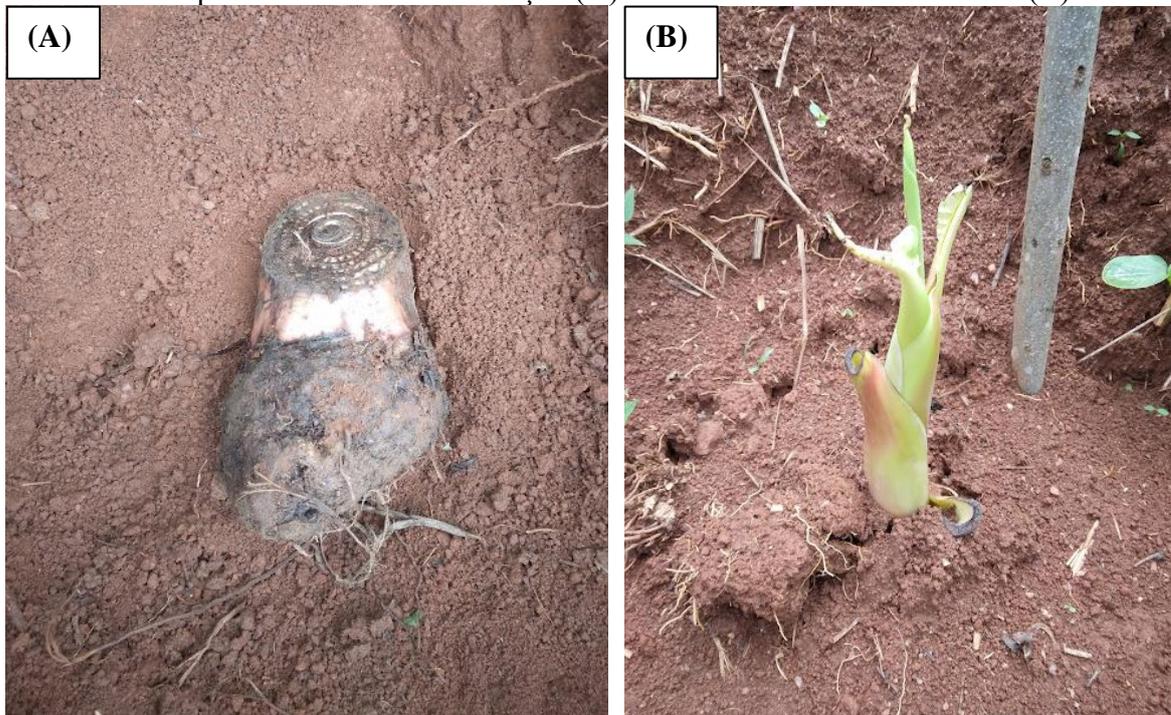
A mamona (*Ricinus communis* L.) é uma espécie de origem tropical, cujo principal centro de diversidade localiza-se na Etiópia, leste da África. Trata-se de uma planta cultivada comercialmente em mais de 15 países, incluindo o Brasil, especialmente para extração do óleo de suas sementes, que pode ser utilizado em numerosos processos industriais (produção de anticoagulantes de combustíveis de aeronaves e espaçonaves, lubrificantes, resinas, tintas, cosméticos, etc) bem como na produção de biodiesel (WREGE *et al.*, 2007). É uma planta tolerante ao déficit hídrico no solo, que possui sistema radicular vigoroso e profundo, folhas grandes e caules suculentos. Apresenta crescimento rápido e facilidade de rebrota após o corte, tornando-a atrativa para o cultivo em sistemas agroflorestais como planta de serviço, produtora de biomassa para contribuir com a cobertura do solo.

Nas linhas do SAF a primeira espécie estabelecida foi a banana (*Musa* spp.), comumente conhecida entre os agroflorestores como “mãe-nana”, visto que assume um papel importante na “criação” de outras espécies no sistema, proporcionando sombra às plantas do estrato baixo, além de produzir grande quantidade de biomassa especialmente úmida, utilizada na cobertura do solo. Foram utilizadas mudas do tipo “rizoma”, plantadas horizontalmente nos “berços” de formato côncavos (como mencionado na descrição do preparo de solo, de forma que as bordas sejam mais elevadas para concentrar água e nutrientes), respeitando uma distância de 3 metros entre as linhas de fruta/árvores e 3 m entre mudas de banana.

De modo a favorecer a formação e o crescimento inicial das raízes o plantio dos rizomas foi realizado sobre uma porção de solo descompactada no fundo do “berço” (Figura 8A). Uma estaca de madeira foi estabelecida em cada um dos “berços” em posição oposta ao sistema radicular (Figura 8B), de forma a demarcar a posição de emergência da parte aérea e evitar danos ao rizoma durante os plantios de outras espécies nas linhas do SAF. Além da demarcação das mudas de banana propriamente dita, espera-se que as estacas de margaridão enraízem e emitam brotações, dando origem a um arbusto muito útil na cobertura do solo e produção de biomassa nos SAFs sintrópicos.

A espécie *Tithonia diversifolia* popularmente conhecida como girassol mexicano ou margaridão é originária do México, porém encontra-se amplamente distribuída nos trópicos úmidos e subúmidos nas Américas, Ásia e África (JAMA *et al.*, 2000). Trata-se de uma espécie tolerante ao calor e à seca, que tem sido usada como adubação verde em sistemas de pousio ou em sistemas agroflorestais biodiversos, restaurando a fertilidade do solo devido à sua alta concentração foliar de N, P e K associado ao fato destes nutrientes serem rapidamente liberados em formas disponíveis pela decomposição acelerada de seus resíduos (JORGE-MUSTONEN, OELBERMANN e KASS, 2015; RADOMSKI; OLIVEIRA, 2018).

Figura 8 – Muda de banana do tipo “rizoma” plantada sobre uma camada de solo descompactada no fundo do “berço” (A) e estaca demarcando as mudas (B).



Fonte: Acervo pessoal do autor (2022).

Vale aqui registrar que no caso do plantio do margaridão por meio de estacas deve-se atentar para a recomendação de plantá-las no mesmo dia em que forem coletadas, de modo a evitar sua desidratação excessiva, que pode comprometer seu enraizamento em campo. Além disto, para evitar a formação de bolsões de ar nos locais de plantio e aumentar a superfície de contato da casca com o solo favorecendo o enraizamento, as estacas devem ser plantadas a uma profundidade mínima de 20cm e o solo ao redor das mesmas deve ser levemente compactado deixando-as firmes no solo. Visando aumentar a cobertura sobre o solo, estacas de margaridão foram plantadas também nas entrelinhas do SAF, nos berços que haviam sido semeadas as espécies de “roça” e as plantas de adubação verde e produção de biomassa para o sistema.

Posteriormente nas linhas do SAF foram abertos sulcos (10-15 cm profundidade e 20 cm de largura) entre os “berços” das bananas onde foi realizada a semeadura direta de uma muvuca de sementes (aproximadamente 140 g por metro linear) (Figura 9). Muvuca refere-se a um método particular de semeadura direta onde são plantadas de forma manual ou mecanizada misturas de sementes de espécies arbóreas nativas e espécies herbáceas anuais exóticas não invasoras (feijão de porco, feijão guandu, crotalária, etc.), preferencialmente com algum substrato (terra, areia, serragem, etc.), de forma a acelerar o processo de cobertura do solo e

valorizar uma maior riqueza de espécies (PIETRO-SOUZA; SILVA, 2014; SILVA *et al.*, 2015).

Figura 9 – Muvuca de sementes utilizada em semeadura direta na linha do SAF.



Fonte: Acervo pessoal do autor (2022).

Estratégias de recuperação de ambientes naturais utilizando a semeadura direta têm sido recomendadas devido às suas vantagens econômicas (menor custo) e ecológicas (maior densidade de plantas e riqueza de espécies), sendo seu potencial para restauração de ecossistemas florestais e savanas cada vez mais estudados (CAMPOS-FILHO *et al.*, 2013; GROSSNICKLE; IVETIĆ, 2017; PELLIZZARO *et al.*, 2017; SILVA, VIEIRA, 2017; MELI *et al.*, 2018; FREITAS *et al.*, 2019; RAUPP *et al.*, 2020; LEÃO *et al.*, 2022).

Nas laterais das linhas (canteiros) foram plantados também sementes de feijão, crotalária e milheto com o objetivo de cobrir o mais rapidamente possível o solo, tendo em vista se tratar de uma área declivosa. Dentro dos limites das linhas foram plantadas mudas de piteira (bulbilhos), palma forrageira, abacaxi, além de manivas de mandioca. A opção por estas espécies se deu por sua maior tolerância à seca, permitindo que mesmo durante o período de estiagem existam plantas “vivas e verdes”, cobrindo o solo e realizando fotossíntese, tal como preconizado para o sistema sintrópico.

Como relatado até aqui ficou claro o esforço realizado no sentido de proporcionar a maior diversidade de espécies bem como a maior densidade de indivíduos possível no SAF. Essa preocupação se deve ao fato de que a diversidade e a densidade de plantas são as premissas para buscar a maximização da fotossíntese e permitir a sucessão natural e a estratificação no sistema, que consistem nos princípios básicos da agricultura sintrópica. Para facilitar a

visualização do leitor a respeito da diversidade de plantas do SAF, as espécies utilizadas são apresentadas na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 – Listagem de espécies utilizadas no SAF em Peçanha, Minas Gerais.

Nome popular	Nome científico	Ciclo de vida	Estrato	Forma de plantio
Abacaxi	<i>Ananas spp.</i>	Anual	Baixo	Muda
Palma forrageira	<i>Opuntia ficus-indica (L.)</i>	Perene	Médio	Cladódios ou raquetes
Manga	<i>Mangifera indica</i>	Perene	Alto	Semente
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	Perene	Emergente	Semente
Saboneteira	<i>Sapindus saponaria L.</i>	Perene	Alto	Semente
Crotalária	<i>Crotalaria sp.</i>	Anual	Emergente	Semente
Eucalipto	<i>Eucaliptus sp</i>	Perene	Emergente	Semente
Feijão de porco	<i>Canavalia ensiformis</i>	Anual	Baixo	Semente
Ingá	<i>Inga edulis</i>	Perene	Alto	Semente
Laranja	<i>Citrus sinensis</i>	Perene	Médio	Semente
Moringa	<i>Moringa oleífera</i>	Perene	Emergente	Semente
Goiaba	<i>Psidium guajava L.</i>	Perene	Alto	Semente
Ipê Rosa	<i>Handroanthus Sp.</i>	Perene	Emergente	Semente
Ipê amarelo	<i>Handroanthus sp.</i>	Perene	Emergente	Semente
Leucena	<i>Leucaena leucocephala</i>	Perene	Emergente	Semente
Jacarandá-do-litoral	<i>Platymiscium floribundum</i>	Perene	Emergente	Semente
Mulungu	<i>Erythrina sp.</i>	Perene	Emergente	Semente
Feijão Guandu	<i>Cajanus cajan</i>	Perene	Emergente	Semente
Mamão	<i>Carica sp.</i>	Perene	Emergente	Semente
Urucum	<i>Bixa orellana</i>	Perene	Alto	Semente
Piteira	<i>Furcraea foetida</i>	Perene	Baixo	Bulbilhos
Araribá	<i>Centrolobium tomentosum</i>	Perene	Emergente	Semente
Cinamomo	<i>Melia azedarach</i>	Perene	Alto	Semente
Aroeira Pimenteira	<i>Schinus terebinthifolia</i>	Perene	Médio	Semente
Flamboyant	<i>Delonix regia</i>	Perene	Emergente	Semente
Sobreiro de vaca	<i>Clitoria fairchildiana</i>	Perene	Emergente	Semente
Gliricidia	<i>Gliricidia sepium</i>	Perene	Emergente	Semente
Margaridão	<i>Tithonia diversifolia</i>	Perene	Emergente	Semente

Fonte: O autor (2023).

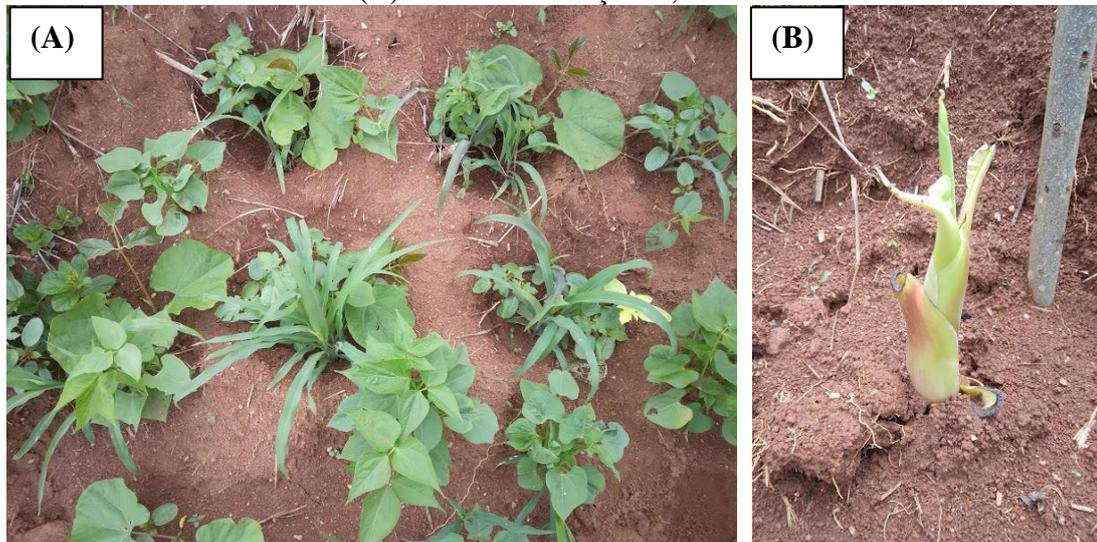
2.4 Desenvolvimento e manejo inicial do SAF

Nos primeiros 3 meses após o plantio (novembro/2022, dezembro/2022 e janeiro/2023) ocorreram chuvas significativas no local do SAF, sendo registrada precipitação de 96, 320 e 208 mm por mês, respectivamente esse volume de chuva foi registrado por um pluviômetro do tipo cunha, instalado no ponto central da área.

A ocorrência de grandes volumes de chuva neste período evidenciou a importância da adoção do formato côncavo nos “berços” e linhas/faixas de plantio, estratégia que possibilitou melhor aproveitamento da água, que se acumulou e infiltrou de maneira mais lenta no solo, reduzindo processos erosivos.

Aos 10 dias após o plantio observou-se a germinação e emergência das plântulas de feijão carioca, milho e feijão de porco (Figura 10A). As bananeiras demoraram entre 18 e 30 dias para emergirem do solo (Figura 10B), e tal variação está associada ao tamanho e vigor dos rizomas plantados.

Figura 10 – Emergência das primeiras plantas de feijão carioca, milho e feijão de porco (A) e banana (B) no SAF em Peçanha, Minas Gerais



Fonte: Acervo pessoal do autor (2023).

Cerca de 40 dias após o plantio das espécies de roça, foi realizada uma roçada no capim braquiária presente na área, para contribuir com a cobertura do solo e estimular a brotação do capim, visando roçadas futuras. Nesta ocasião todas as plantas do sistema apresentavam-se vigorosas, situação estreitamente relacionada com as chuvas abundantes na área (Figura 11).

Figura 11 – Plantas vigorosas no SAF durante o período de chuvas.



Fonte: Acervo pessoal do autor (2023).

No entanto, findado o mês de janeiro de 2023 não ocorreram mais chuvas na área do SAF e as plantas começaram a manifestar de forma distinta os sintomas do déficit hídrico. Neste sentido observou-se claramente que boa parte das plantas de roça apresentaram sintomas mais severos de falta de água no solo, situação que pode ter sido agravada pelo fato de terem sido utilizadas sementes convencionais “industrializadas”, ou seja, sementes obtidas de plantas adaptadas a condições bem distintas daquelas observadas no local de plantio.

Nos sistemas agroflorestais sintrópicos deve-se priorizar o uso de sementes “crioulas”, que são variedades desenvolvidas, adaptadas e produzidas por agricultores familiares, quilombolas ou indígenas, com características bem determinadas e reconhecidas pelas respectivas comunidades. As variedades de plantas crioulas são selecionadas ao longo dos anos, passando de geração em geração, agregando um grande potencial nutricional aos alimentos, além de apresentarem vantagens como melhor adaptação às condições locais, menor dependência dos insumos externos e menor custo de produção. Porém essas variedades são de difícil acesso na região, consideradas verdadeiras preciosidades, legítimos tesouros, que carregam além do fator genético, toda uma história e legado de sucessivas gerações de populações tradicionais.

Ao acompanhar o desenvolvimento inicial do SAF observou-se que os resíduos vegetais utilizados para cobrir o solo foram rapidamente degradados e que a biomassa existente na área não seria suficiente para manter o solo satisfatoriamente coberto. Esta é uma situação comum em sistemas recém estabelecidos, especialmente em locais com pouca biomassa disponível. Desta forma, até que o sistema possa ser autossustentável na produção de biomassa para cobrir o solo e favorecer a ciclagem de nutrientes é preciso “importar” a biomassa (trazer resíduos vegetais de outros locais).

Neste contexto foram obtidos resíduos de podas de árvores urbanas junto à Prefeitura local para serem utilizados no SAF. Os troncos e galhos mais grossos foram cortados com motosserra (pedaços de 0,5 a 1,0 m de comprimento) e depositados nas laterais das linhas do SAF, em contato direto com o solo (Figura 12A), de modo a facilitar os processos de degradação/decomposição e reforçar o formato côncavo do canteiro. O restante do material (folhas e galhos finos) foi picado em pedaços menores com auxílio de facão e foice e depositado sobre os galhos grossos e sobre o solo nos limites internos dos canteiros (Figura 12B).

Figura 12 – Material de poda de árvores urbanas processados e depositados sobre o solo nas linhas do SAF em Peçanha, Minas Gerais.



Fonte: Acervo pessoal do autor (2023).

Outra fonte de biomassa externa utilizada foram os resíduos da roçada dos lotes vizinhos ao SAF, constituídos basicamente de capim braquiária. Este material foi depositado sobre os resíduos das podas de árvores urbanas (Figura 13) de modo a aumentar a espessura da camada de proteção sobre o solo e reforçar ainda mais o formato côncavo dos canteiros, esperando com isso garantir que a umidade seja mantida por mais tempo no solo e que os processos de decomposição e mineralização da matéria orgânica sejam potencializados.

Figura 13 – Material de roçada dos lotes vizinhos depositados sobre os resíduos de poda nas linhas do SAF em Peçanha, Minas Gerais.



Fonte: Acervo pessoal do autor (2023).

Com o avançar do tempo serão realizadas as atividades de manutenção do sistema, comumente denominadas “manejo do SAF”, que segundo os agroflorestores devem representar a esmagadora maioria do tempo e esforço dedicados aos sistemas sintrópicos (5-10% plantio e 90-95% manejo). O manejo será realizado por meio de capinas seletivas, roçadas e podas, que irão acelerar o processo de sucessão no percurso preconizado por Ernest Götsch (Sistemas de colonização → Sistemas de acumulação → Sistemas de abundância).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implantação e o manejo inicial do sistema agroflorestal sintrópico objeto desta monografia foi uma experiência enriquecedora e transformadora, tornando evidente o potencial dos princípios e técnicas sistematizados por Ernest Götsch no desenvolvimento de uma agricultura verdadeiramente sustentável.

Espera-se que por sua localização estratégica no ambiente urbano o SAF chame a atenção das pessoas e do poder público local, e que estes possam se inspirar e agir no sentido de buscar conhecimentos e fomentar iniciativas desta natureza na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIERI, M. A. Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 2, n. 1, p. 35–42, 2004.

ALVAREZ V, V. H. *et al.* Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999, p. 25-32.

ANDRADE, D.; PASINI, F. **Vida em sintropia**: agricultura sintrópica de Ernest Götsch explicada. São Paulo: Labrador, 2022. 256p.

ANDRADE, P. D. V.; PASINI, F. dos S. Implantação e manejo de agroecossistema segundo os métodos da agricultura sintrópica de Ernst Götsch. **Cuadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, p. 1– 12, 2014.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 429, de 28 de fevereiro de 2011**. Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente - APPs. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/CONAMA/RE0429-280211.PDF>>. Acesso em: 14 abr. 2023.

CAMPOS-FILHO, E. M. *et al.* Mechanized Direct-Seeding of Native Forests in Xingu, Central Brazil. **Journal of Sustainable Forestry**, Philadelphia, v. 32, n. 7, p. 702–727, 2013.

CBH-SUAÇUÍ. **Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Suaçuí: CBH-Suaçuí**, 2013. Disponível em: <<http://www.cbhsuacui.org.br/a-bacia>>. Acesso em 07 de Janeiro de 2023.

DUMMETT, C.; BLUNDELL, A. Illicit Harvest, Complicit Goods: the state of ilegal deforestation for agriculture. **Forest Trends**, mai 2021. Disponível em: https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2021/05/Illicit-Harvest-Complicit-Goods_rev.pdf. Acesso em: 14 abr. 2023.

FONTAN, I. C. I. **Adubação NPK para cultivo de *Moringa oleifera* Lam.** 2022. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2022.

FREITAS, M. G. *et al.* Forest ecology and management evaluating the success of direct seeding for tropical forest restoration over ten years. **For. Ecol. Manag.** 438, 224–232, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.02.024>

GANDJI, K *et al.* Moringa oleifera: A review on its importance and research avenues. **Afr Crop Sci J.**, 26: 137–156, 2018.

GLIESSMAN, Stephen R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. Editora da Universidade UFRGS, 2001.

GODFRAY, H. C. J. *et al.* Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. **Science**, v. 327, n. 5967, p. 812–818, 2010.

GÖTSCH, Ernst. **O Renascer da Agricultura**. 2.ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1996. 24p. (Cadernos de T.A.).

GÖTSCH, Ernst. **Homem e natureza: Cultura na agricultura**. 2ed. Recife: Recife Gráfica Editora, 1997. 12p.

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**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 106, 2020. DOI: 10.48075/amb.v2i2.26585.

GROSSNICKLE, S. C.; IVETIĆ, V. Direct seeding in performance review—a reforestation field. **Reforesta**, v. 4, p. 94-142, 2017.

IPCC, 2021: **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y.

JAMA, B. *et al.* Tithonia diversifolia as a green manure for soil fertility improvement in western Kenya: A review. **Agroforestry Systems**, v. 49, p. 201-221, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1006339025728>.

JORGE-MUSTONEN, P. S.; OELBERMANN, M.; KASS, D. C. L. Biomass production and phosphorus use efficiency in two Tithonia diversifolia (Hemsl.) gray genotypes. **Journal of Plant Nutrition**, v. 38, p. 1083-1096, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2014.957397>.

LEÃO, B. M. *et al.* Restauração ecológica em área de pastagem por semeadura direta. **Ciência Florestal**, [S. l.], v. 32, n. 4, p. 1928–1947, 2022. DOI: 10.5902/1980509863831. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/63831>. Acesso em: 14 mar. 2023.

LOPES, O. M. N. **Feijão-de-porco**: leguminosa para adubação verde e cobertura de solo. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1998. 4p. (Recomendações Básicas 37).

MATSON, P. A. *et al.* Agricultural intensification and ecosystem properties. **Science**, v. 277, n. 5325, p. 504-509, 1997.

MELI, P. *et al.* Optimizing seeding density of fast-growing native trees for restoring the Brazilian Atlantic Forest. **Restor. Ecol.** 1–8, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/rec.12567>.

MICCOLIS, A. *et al.* **Restauração ecológica em sistemas agroflorestais**: como conciliar conservação com produção. Opções para Cerrado e Caatinga. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza – ISPN / Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal – ICRAF. 266p. 2016.

MONTE, André Luis Zanela. **Sintropia em agroecossistemas: subsídios para uma análise bioeconômica**. 2013. 121p. Dissertação (Mestrado Profissional em Desenvolvimento Sustentável), Universidade de Brasília, Brasília.

PASINI, Felipe. **A Agricultura Sintrópica de Ernst Göstch: história, fundamentos e seu nicho no universo da Agricultura Sustentável**. 2017. 37p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Conservação) – Campus da UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, Rio de Janeiro.

PELLIZZARO, K. F. *et al.* “Cerrado” restoration by direct seeding: field establishment and initial growth of 75 trees, shrubs and grass species. **Brazilian Journal of Botany** 40, 681–693, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40415-017-0371-6>.

PIETRO-SOUZA, W.; SILVA, N. M. da. Plantio manual de muvuca de sementes no contexto da restauração ecológica de áreas de preservação permanente degradadas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, 2015. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/rbagroecologia/article/view/15350>. Acesso em: 10 mar. 2023

PRETTY, J. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 363, n. 1491, p. 447–465, 2008.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. NBL Editora, 2002.

PRIMAVESI, A. **Algumas plantas indicadoras: como reconhecer os problemas de um solo**. São Paulo: Expressão Popular, 2017. 48 p.

RADOMSKI, M. I.; OLIVEIRA, B. T. **Produção de biomassa aérea e teor de nutrientes de *Erythrina speciosa* e *Tithonia diversifolia* cultivadas em Morretes, PR: resultados iniciais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2018, 15p (Comunicado Técnico 422).

RAJA, R.R. *et al.* *Moringa Oleifera*-An Overview. **RA Journal of Applied Research**. vol. 2, n. 9, p. 620-624, 2016.

RAUPP, P. P. *et al.* Direct seeding reduces the costs of tree planting for forest and savanna restoration. **Ecological Engineering**, v. 148, p. 105788, 2020.

REBELLO, J. R. S.; SAKAMOTO, D. G. **Agricultura sintrópica segundo Ernst Götsch**. Rio de Janeiro: Reviver, 2021.

ROMEIRO, A. R. **Meio ambiente e dinâmica de inovações na agricultura**. São Paulo: Annablume: FAPESP, 1998. 272p.

SILVA, R. R. P. *et al.* Direct seeding of Brazilian savanna trees: effects of plant cover and fertilization on seedling establishment and growth. **Restoration Ecology**, v. 23, n. 4, p. 393-401, 2015.

SILVA, R. R. P.; VIEIRA, D. L. M. Direct seeding of 16 Brazilian savanna trees: responses to seed burial, mulching and an invasive grass. **Appl. Veg. Sci.** 20, 410–421, 2017 DOI: <https://doi.org/10.1111/ijlh.12426>.

WREGGE, M. S. *et al.* **Zoneamento agroclimático para mamona no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007.

YOUNGBERG, G.; DEMUTH, S. P. Organic agriculture in the United States: A 30-year retrospective. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 28, n. 4, p. 294-328, 2013.