



IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS MECANIZADOS

NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS DESCOBERTO E PARANOÁ, BRASÍLIA-DF



Secretaria do
Meio Ambiente

**GOVERNO DO
DISTRITO FEDERAL**



SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE DO DISTRITO FEDERAL
GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL

IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS MECANIZADOS

NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS DESCOBERTO E PARANOÁ, BRASÍLIA-DF

BRASÍLIA, 2022

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL

IBANEIS ROCHA BARROS JUNIOR

SECRETÁRIO DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE DO DISTRITO FEDERAL

JOSÉ SARNEY FILHO

SUBSECRETÁRIO DE GESTÃO DAS ÁGUAS E RESÍDUOS SÓLIDOS (SUGARS)

JOÃO CARLOS COUTO LÓSSIO FILHO

SUBSECRETÁRIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS (SUEST) E COORDENADORA INSTITUCIONAL DO PROJETO CITInova

MÁRCIA FERNANDES COURA

EQUIPE TÉCNICA DA SUBSECRETARIA DE GESTÃO DAS ÁGUAS E RESÍDUOS SÓLIDOS (SUGARS)

PATRÍCIA VALLS E SILVA – COORDENADORA DE RECURSOS HÍDRICOS (CRH/SUGARS)

HAMILTON FAVILLA – ASSESSOR ESPECIAL (SUGARS)

MONA GRIMOUTH BITTAR – ASSESSORA ESPECIAL (CRH)

THAIANE VANESSA MEIRA NASCENTE DOS SANTOS – ASSESSORA ESPECIAL (CRH)

PATRICIA MICHELLE FELICIANO – ASSESSORA ESPECIAL (SUGARS)

COORDENADORA TÉCNICA PROJETO CITInova/SEMA-DF

NAZARÉ SOARES

EQUIPE TÉCNICA PROJETO CITInova/SEMA-DF

ANDRÉA PAULA DE CARESTIATO COSTA

HOMEL PEDROSA MARQUES

CONSULTORIA CONTRATADA

CENTRO INTERNACIONAL DE ÁGUA E TRANSDISCIPLINARIDADE (CIRAT)

RESPONSÁVEL TÉCNICO

IGOR AMAURY AVELINE

Esta publicação é uma iniciativa da Secretaria de Meio Ambiente do Distrito Federal por meio do Projeto CITInova – Cidades Sustentáveis. Trata-se de um projeto multilateral realizado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) para a promoção da sustentabilidade nas cidades brasileiras por meio de tecnologias inovadoras e do planejamento urbano integrado. Com financiamento do Global Environment Facility (GEF), o projeto é implementado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma) e executado em parceria com a Agência Recife para Inovação e Estratégia (Aries), o Porto Digital, o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e o Programa Cidades Sustentáveis (PCS). No âmbito do Governo do Distrito Federal (GDF), o Projeto CITInova é coordenado pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Distrito Federal (Sema-DF).

PROJETO GRÁFICO, DIAGRAMAÇÃO E REVISÃO

CT COMUNICAÇÃO

REVISORA

YANA PALANKOF

LISTA DE SIGLAS

Adasa	Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal
ANA	Agência Nacional de Águas
Aries	Agência Recife para Inovação e Estratégia
CCO	Capacidade de campo operacional
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
Cirat	Centro Internacional de Água e Transdisciplinaridade
CSA	Comunidades que sustentam a agricultura
DRP	Diagnóstico rápido participativo
Emater-DF	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPI	Equipamento de proteção individual
ERS	Enxada rotativa subsoladora
GDF	Governo do Distrito Federal
GEF	Global Environment Facility
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Ibram	Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal (Instituto Brasília Ambiental)
Icraf	International Centre for Research in Agroforestry
Incra	Instituto de Colonização e Reforma Agrária
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PAA	Programa de Aquisição de Alimentos
PCS	Programa Cidades Sustentáveis
PNAE	Programa Nacional de Alimentação Escolar
PNSH	Política Nacional de Segurança Hídrica
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
SAF	Sistemas Agroflorestais
Seagri-DF	Secretaria de Agricultura do Distrito Federal
Sema-DF	Secretaria do Meio Ambiente do Distrito Federal
TR	Termo de Referência
UnB	Universidade de Brasília
UTA	Unidades Territoriais de Análise
ZEE-DF	Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal

APRESENTAÇÃO

A água é fundamental para a existência de todas as formas de vida, para o funcionamento dos ecossistemas e da vida humana, além de estar profundamente relacionada ao desenvolvimento socioeconômico das sociedades (para produção de alimentos, transformação de matérias-primas em produtos industrializados, transporte de carga, entre outras aplicações econômicas). Por sua demanda crescente e pela vulnerabilidade à poluição e à degradação de suas fontes, a água é considerada um recurso escasso e suscetível a crises.¹

Vivemos tempos de escassez de água, resultante da falta de acesso a fontes e mananciais potáveis, da ausência de planejamento hídrico, da degradação dos ecossistemas (desmatamentos, queimadas, urbanização descontrolada, pastagens mal manejadas, etc.), da impermeabilização dos solos e do uso indevido da terra. Uma grande ferramenta para conservar os recursos hídricos e melhorar sua disponibilidade é plantar florestas biodiversas, restaurando o solo e o ciclo da água.

As agroflorestas são florestas que, além de restaurar áreas degradadas e preservar os mananciais hídricos que abastecem as cidades, produzem alimentos e matérias-primas diversas, gerando emprego e renda para o agricultor. Esta cartilha tem como objetivo apresentar a experiência desenvolvida pelo Projeto CITInova em Brasília-DF com o desenvolvimento de implementos agrícolas para o ganho de escala na implantação de Sistemas Agroflorestais (SAF) e para sua utilização em ações de restauração ambiental com agricultores familiares, analisando a eficiência dos implementos e seu potencial em ações de conservação da água. A cartilha também detalha como fazer uma implantação agroflorestal, buscando orientar agricultores e gestores públicos no desenvolvimento de projetos semelhantes.

O CITInova – Cidades Sustentáveis é um projeto multilateral realizado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) para a promoção da sustentabilidade nas cidades brasileiras por meio de tecnologias inovadoras e do planejamento urbano integrado. Com financiamento do Global Environment Facility (GEF), o projeto é implementado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma) e executado em parceria com a Agência Recife para Inovação e Estratégia (Aries), o Porto Digital, o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e o Programa Cidades Sustentáveis (PCS). No âmbito do Governo

¹ AMORIM, 2015; USGS, 2018, *apud* Faustino, 2020.

do Distrito Federal (GDF), o Contrato nº 001/2019 do Projeto CITInova é coordenado pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Distrito Federal (Sema-DF).

Fazendo jus ao lema do Projeto CITInova: “Promovendo cidades sustentáveis no Brasil por meio do planejamento urbano integrado e do investimento em tecnologias inovadoras”, os objetivos do projeto são: desenvolver soluções tecnológicas inovadoras; oferecer metodologias e ferramentas de planejamento urbano integrado para apoiar gestores públicos; incentivar a participação social e promover cidades mais justas e sustentáveis.

Considerando as características e o atual contexto de degradação das bacias hidrográficas no Distrito Federal, o Projeto CITInova focou em ações voltadas ao desenvolvimento de tecnologias inovadoras para a conservação da água, contribuindo para que toda a vasta região que compreende o DF possa enfrentar desafios históricos de gestão e de boas práticas no uso dos recursos hídricos. Uma das principais frentes de trabalho foi o apoio ao desenvolvimento dos implementos agrícolas enxada rotativa subsoladora (ERS), podadora em altura e ceifadeira-enleiradeira, que permitem o ganho de escala na implantação e no manejo de sistemas agroflorestais, auxiliando em projetos de recuperação da biodiversidade e restauração do ciclo da água no abastecimento dos lençóis freáticos e na conservação de nascentes e córregos.

Trata-se de uma iniciativa que dialoga com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), especialmente o ODS 6: “Assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e saneamento para todos”, bem como o ODS 15, que objetiva: “Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade”.²

² Disponível em: <http://www.sema.df.gov.br/implantacao-de-boas-praticas-pesquisas-e-inovacoes-nas-bacias-do-descoberto-e-paranoa/>. Acesso em: 14 nov. 2021.

No âmbito do projeto, foram implantados 20ha de agroflorestas, divididos em 37 propriedades diferentes, localizadas nas bacias hidrográficas dos rios Descoberto e Paranoá durante os três anos do experimento (2019-2021). As áreas beneficiadas pelo projeto foram selecionadas segundo as etapas: chamamento, oficinas de mobilização, entrevista por telefone, visita técnica e participação em curso de formação. O desenho e a escolha dos consórcios de cada área foram elaborados por meio de uma segunda visita técnica, na qual o diagnóstico produtivo da propriedade foi construído de forma participativa com as famílias. As áreas foram implantadas de forma mecanizada, com o uso dos implementos adquiridos pelo projeto e com a utilização de trator e implementos complementares cedidos pela Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento e Desenvolvimento Rural do Distrito Federal (Seagri-DF).

Nesta publicação, descrevemos as etapas de execução do Projeto CITInova no âmbito da implantação de agroflorestas mecanizadas como solução inovadora na promoção de cidades mais justas e sustentáveis, com enfoque no processo de desenvolvimento e no uso dos maquinários agrícolas em campo e na análise de seu potencial em ações de restauração ambiental e conservação da água. Abordamos, ainda, os princípios e os fundamentos que norteiam os SAF e detalhamos o passo a passo da implantação mecanizada de uma agrofloresta biodiversa, enfatizando aprendizados e desafios encontrados ao longo da execução do projeto.

A publicação destina-se a agricultores, gestores públicos, técnicos especializados e ao público em geral, uma vez que proporciona informações para que a experiência vivida no âmbito do Projeto CITInova, com foco na implementação das agroflorestas mecanizadas, possa servir como fonte de inspiração, de modo que seja multiplicada e replicada, reeditada e adaptada às diferentes condições locais e regionais.

Descrevemos a importância das agroflorestas para o cuidado com a água e apresentamos outras vantagens (econômicas, sociais e ambientais) para o uso da tecnologia. De igual modo, tratamos dos processos de preparação para a implementação das agroflorestas (parcerias, mobilização, sensibilização, diagnóstico, planejamento), de informações técnico-científicas relacionadas à implantação e ao manejo das agroflorestas, incluindo aspectos relacionados à mecanização, com lições aprendidas no processo de implementação do projeto e recomendações para o estabelecimento de políticas públicas socioambientais.

Na introdução, abordamos a realidade da escassez de água no campo e na cidade, inclusive na capital do Brasil, e de como esse problema pode ser minimizado a partir da implementação de sistemas agroflorestais mecanizados em áreas ambientalmente degradadas, além da caracterização dos territórios-alvo do projeto, seu contexto e escolha das bacias hidrográficas de atuação.

0 Capítulo 1 – Mecanização em sistemas agroflorestais – apresenta o contexto da mecanização em sistemas agroflorestais e a descrição dos implementos agrícolas adquiridos pelo projeto (enxada rotativa subsoladora, ceifadeira-enleiradeira e podadora em altura) para o ganho de escala em ações de recuperação ambiental. Neste capítulo descrevemos os resultados comparados dos testes de eficiência realizados com os três implementos.

0 Capítulo 2 – A execução do projeto – mostra o passo a passo para a execução de cada etapa do projeto: a mobilização comunitária, a seleção dos beneficiários, a aplicação dos cursos e seus conteúdos, a elaboração dos diagnósticos produtivos, a implementação das agroflorestas.

0 Capítulo 3 – Monitoramento – expõe a síntese dos dados do monitoramento das áreas experimentais, dividida entre os aspectos socioeconômicos e ambientais, descrevendo de forma sistematizada seus resultados e apresentando a conclusão dos testes de infiltração nas áreas experimentais.

0 Capítulo 4 – Recomendações – exhibe dicas da equipe técnica para agricultores e a sociedade em geral, sintetizando aprendizados e recomendações técnicas a fim de propiciar o fortalecimento de iniciativas semelhantes e a multiplicação de projetos dessa natureza.

0 Capítulo 5 – Lições aprendidas e contribuições – aborda as lições aprendidas durante os três anos da iniciativa e destaca as contribuições para os gestores públicos que podem se refletir em outros setores da sociedade.

Por fim, **o Capítulo 6** – Considerações finais – apresenta as conclusões sobre o processo de manutenção e sistematização das experiências de implantação de 20 hectares de agrofloresta mecanizada durante os três anos do projeto.

Com isso, esperamos que esta publicação possa servir como legado para outras iniciativas que almejam estender um olhar ao mesmo tempo sensível e estratégico no trato das bacias hidrográficas e das regiões circundantes para que os benefícios socioeconômicos possam caminhar lado a lado com os ambientais, favorecendo a tudo e a todos, indistintamente.

SUMÁRIO

> 1 INTRODUÇÃO	10
> 1.1 Contextualização	13
> 1.2 O que são sistemas agroflorestais e por que são indicados como alternativa viável contra a vulnerabilidade hídrica?	15
> 1.3 Caracterização territorial	16
> 1.4 A escolha das bacias hidrográficas	18
> 2 MECANIZAÇÃO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS	20
> 2.1 Tecnologias inovadoras: os implementos agrícolas	21
> 2.2 Eficiência dos implementos: comparando métodos	25
> 3 IMPLANTANDO UM SISTEMA AGROFLORESTAL	30
> 3.1 Chamamento, oficinas de mobilização e seleção dos beneficiários	31
> 3.2 Curso de capacitação	31
> 3.3 Diagnóstico participativo do potencial produtivo	38
> 3.4 A importância do planejamento	39
> 3.5 Metodologia de implantação	40

>	4 MONITORAMENTO	50
>	4.1 Resultado do monitoramento	52
>	5 RECOMENDAÇÕES	58
>	6 LIÇÕES APRENDIDAS E CONTRIBUIÇÕES	62
>	7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	66

1. INTRODUÇÃO



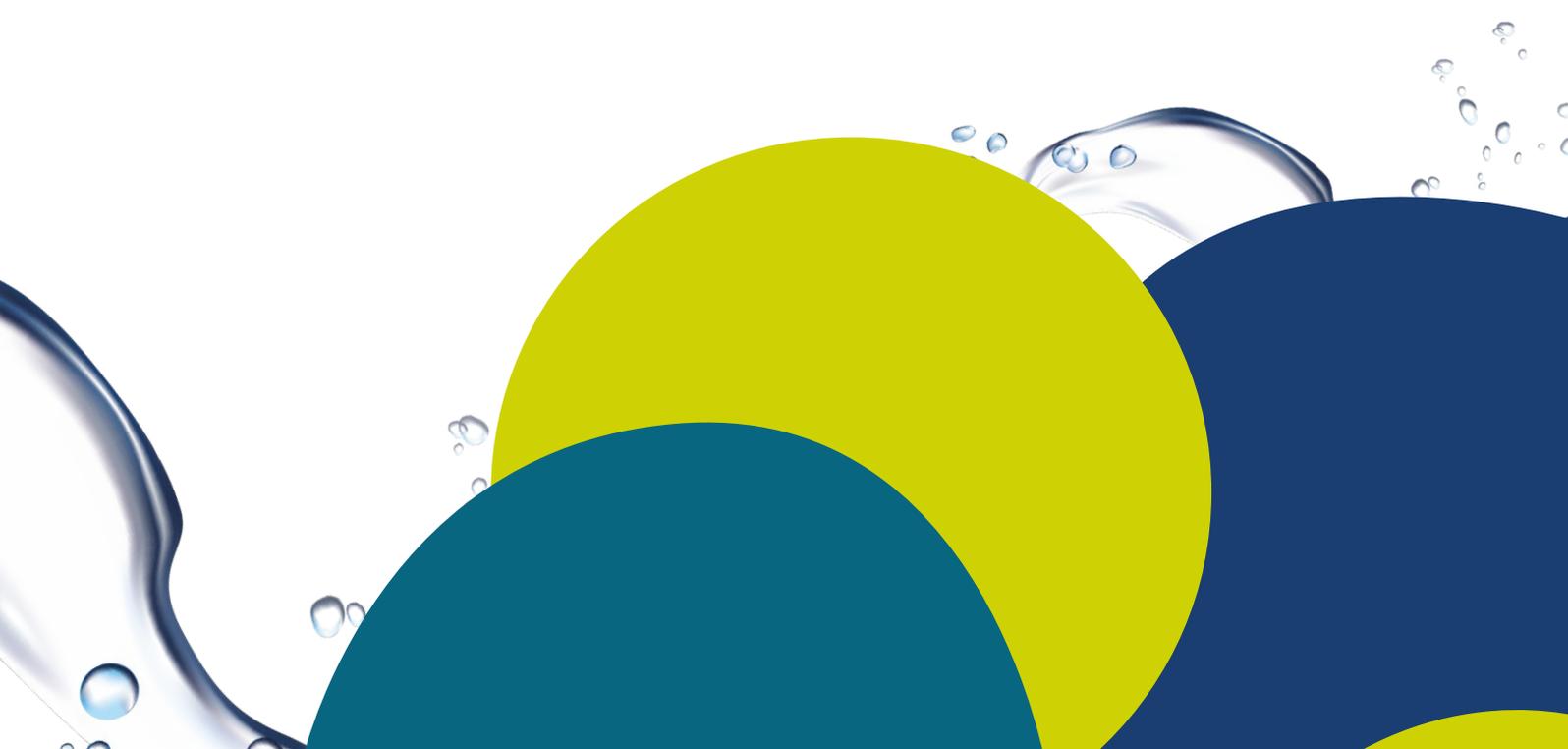
O Projeto CITInova abrange uma série de ações no Brasil com o intuito de desenvolver soluções tecnológicas inovadoras e oferecer metodologias e ferramentas de planejamento urbano integrado para apoiar gestores públicos, incentivar a participação social e promover cidades mais justas e sustentáveis. No Distrito Federal, foram desenvolvidas diversas atividades ao longo de três anos, organizadas nos eixos: oficinas de mobilização; diagnóstico socioambiental; sistemas agroflorestais (SAF) mecanizados; índice de sustentabilidade de bacias; e água estruturada. No tocante às oficinas de mobilização, avaliação e conscientização, foram realizadas: a) oficinas de mobilização comunitária nas bacias hidrográficas dos rios Descoberto e Paranoá, com a utilização da metodologia “Oficina de futuro”; b) oficinas de avaliação do andamento e dos resultados da iniciativa, com realinhamento de estratégias e ações nas referidas bacias hidrográficas; e c) oficinas: “Água, gênero e pertencimento: cidadania para o uso e a governança sustentável da água nas bacias do Descoberto e do Paranoá no Distrito Federal”.

O diagnóstico socioambiental, que incluiu a elaboração de plano de implementação de boas práticas agrícolas, apresentou um relato objetivo de todas as práticas e sistemas conservacionistas recomendados para cada gleba da propriedade, tanto para prevenção quanto para recuperação, com as respectivas descrições das culturas a serem instaladas. Nesse sentido, o objetivo geral desta frente foi realizar diagnósticos de 23 propriedades rurais localizadas nas bacias hidrográficas dos rios Descoberto e Paranoá com o intuito de identificar a necessidade de implementação de boas práticas agrícolas conservacionistas de solo e água.

No âmbito dos SAF mecanizados foram implantadas agroflorestas, como boas práticas agrícolas, em 37 propriedades, com um total de 20 hectares, e realizados quatro módulos de capacitações dos beneficiários. Além disso, foram desenvolvidos implementos agrícolas para a mecanização de SAF, gerando alimento saudável e renda para os agricultores, além de contribuir para a produção de água nas bacias, com o aumento da capacidade de infiltração de água no solo.

Logo, o projeto atuou em duas frentes de ação: planejamento urbano integrado e investimento em tecnologias. Esta publicação apresenta a sistematização das metodologias e dos resultados das boas práticas de campo e aprendizados com o uso das inovações desenvolvidas e implementadas pelo Projeto CITInova no Distrito Federal.

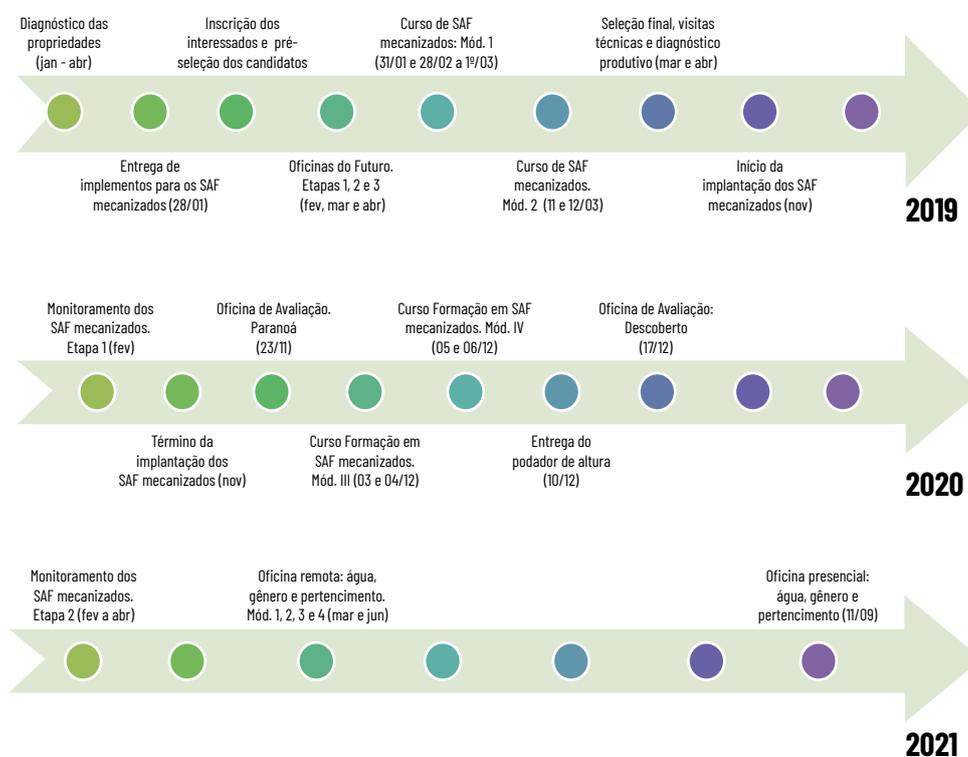
Esta publicação explica o que são os SAF e os motivos pelos quais são indicados como alternativa de combate à vulnerabilidade hídrica, além de discorrer sobre a importância do desenvolvimento de implementos agrícolas para o ganho de escala e a qualidade das iniciativas de restauração ambiental com SAF. Apresenta ainda a caracterização dos territórios-alvo do projeto e o motivo da escolha de cada



bacia hidrográfica. O passo a passo que reflete o processo de execução das ações de SAF Mecanizados do projeto foi:

- diálogo com agricultores e lideranças locais das bacias para apresentar o projeto e planejar coletivamente os critérios de participação com base na realidade local;
- organização de oficinas de mobilização, conscientização e apresentação da proposta de agrofloresta como estratégia de conservação da água e produção agrícola sustentável;
- inscrição dos interessados em participar do projeto como produtor agroflorestal;
- pré-seleção dos candidatos a partir de entrevista semiestruturada por telefone;
- curso: Introdução à Agrofloresta;
- seleção final dos candidatos com base em visita técnica às propriedades para comprovação dos critérios de participação, assinatura do Termo de Adesão, desenvolvimento do diagnóstico produtivo e desenho participativo do SAF a ser implantado;
- implantação das agroflorestas com a utilização de máquinas, adubos, mudas, sementes, apoio técnico e mutirão comunitário;
- monitoramento das agroflorestas;
- sistematização das experiências para socialização dos resultados e aprendizados.

FIGURA 1. LINHA DO TEMPO DO COMPONENTE DE BOAS PRÁTICAS DO PROJETO CITINOVA NO DF (2019-2021)



Fonte: Acervo Projeto CITinova

Ao longo desta publicação apresentamos a metodologia de ensino utilizada no curso de capacitação, além dos tópicos dos conteúdos abordados, detalhando conceitos, princípios e fundamentos dos SAF e técnicas de planejamento, plantio e manejo tanto em relação às operações manuais quanto às mecanizadas. Durante todo o curso, a equipe do projeto procurou unir teoria e prática, fazer perguntas de estímulo, realizar visitas guiadas e fazer observações práticas em campo, lançando mão do método “aprender fazendo” ao realizar implantações e manejos práticos “sem” e “com” o uso dos implementos adquiridos pelo projeto. Palestras dialogadas, síntese e avaliação conclusiva também foram métodos empregados ao longo do curso e descritos nesta cartilha.

A participação no curso foi obrigatória para o produtor ser selecionado para receber o SAF em sua propriedade, pois foi com base nos conhecimentos adquiridos na formação que o referido diagnóstico participativo foi elaborado, tendo o agricultor como protagonista de seu próprio sonho, aplicando princípios e fundamentos dos sistemas agroflorestais em seu desenvolvimento.

Com as áreas implantadas e os agricultores colhendo os benefícios de suas agroflorestas, foi feito o trabalho de monitoramento com o objetivo de observar os impactos socioeconômicos e ambientais gerados. A sistematização dos resultados do monitoramento é descrita no Capítulo 3 – Monitoramento, que aborda o sucesso dos SAF implantados e a percepção dos beneficiários a respeito de diversos aspectos do projeto. O monitoramento foi feito a partir de visitas a campo, constituídas em quatro etapas: realização de entrevista semiestruturada; contagem das mudas com os agricultores; levantamento de indivíduos de espécies arbóreas e caracterização da cobertura do solo nos canteiros com base em faixas amostrais; e realização de teste de infiltração.

Os aspectos socioeconômicos levantados no monitoramento foram: rendimento de produção das áreas, envolvimento e aprendizados dos agricultores, incentivos oferecidos pela instituição executora e contrapartida dos agricultores. Com relação aos aspectos ambientais, foram analisados: taxas de mortalidade e vigor das mudas plantadas, qualidade dos capins nas entrelinhas, quantidade e qualidade da matéria orgânica sobre o solo nos canteiros, melhoria da permeabilidade do solo e percepção do beneficiado sobre a realidade da dinâmica hídrica local e as alterações causadas pelo projeto. Apresentamos ainda o teste de infiltração e as evoluções relativas à questão hídrica nas agroflorestas, utilizando o método de teste rápido de infiltração do cilindro único (ROOSE *et al.*, 1993) e caracterizando as áreas dos testes hídricos com uma descrição das condições das propriedades no momento dos testes e dos locais onde foram aplicados.

No monitoramento, os plantios foram analisados e as percepções dos agricultores coletadas. O objetivo foi acompanhar o estabelecimento e o desenvolvimento das espécies, o manejo dado pelos agricultores, a produção e o retorno financeiro das áreas a fim de indicar orientações técnicas para a manutenção das agroflorestas, entender a percepção dos beneficiários acerca das mudanças relativas aos recursos hídricos e avaliar o índice de infiltração da água e a compactação do solo.

Os dados sistematizados, aprendizados e recomendações foram apresentados em formato de textos, quadros e tabelas, buscando tornar a informação mais acessível.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

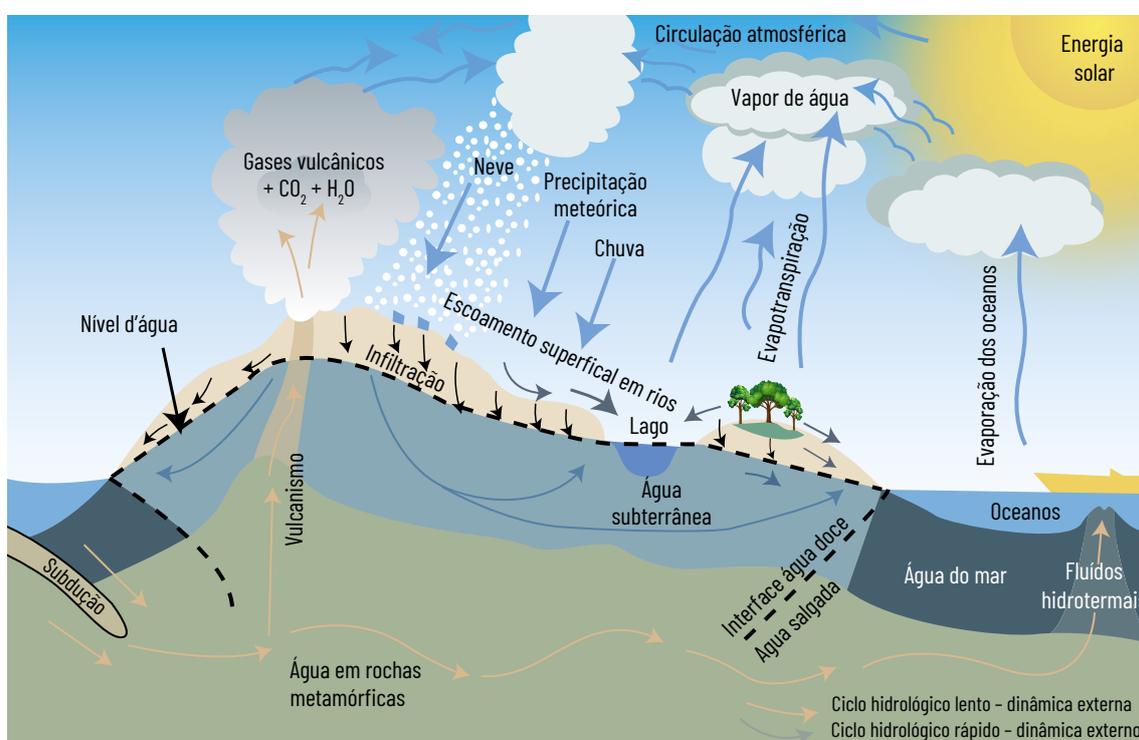
A água doce corresponde a apenas 3% de todo o recurso hídrico do planeta, e essa pequena parte está distribuída da seguinte maneira: 71% na forma de gelo nas calotas polares; o restante pode ser encontrado em rios e lagos (7%), na umidade do ar (4%) e em águas subterrâneas (18%).³

³ Disponível em: <https://www.unbciencia.unb.br/exatas/45-geociencias/598-solucao-para-a-crise-hidrica-do-df-pode-estar-abaixo-do-solo>. Acesso em: 20 jul. 2021.

A agricultura irrigada é responsável pela maior demanda por água doce no país, chegando a 70% da utilizada. A irrigação é feita, em geral, para suplementar o regime de chuvas e viabilizar o cultivo (principalmente de espécies agrícolas anuais ou de ciclo curto) em regiões em que há longos períodos de seca, como ocorre nas regiões de Cerrado e Caatinga. “Estima-se atualmente um total de 7,3 milhões de hectares de área irrigada no Brasil” (ANA, 2019b, p. 34).

Portanto, a água doce para o consumo humano demanda cuidados para sua correta manutenção, para que esteja sempre disponível em quantidade e qualidade, uma vez que se trata de um recurso fundamental, sensível à contaminação e sujeito à indisponibilidade. A água doce para consumo humano pode ser proveniente de águas subterrâneas e superficiais. Os mananciais de água doce são alimentados por infiltração da água da chuva, que, em vez de escorrer em enxurrada e assorear cursos d’água, penetra no solo e alimenta os lençóis freáticos. A Figura 2 apresenta esquema de como funciona o ciclo hidrológico.

FIGURA 2. ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO DO CICLO HIDROLÓGICO



Fonte: TEIXEIRA et al., 2000, cap. 7

Quando esse ciclo entra em crise, ocorre o que se conhece como *vulnerabilidade hídrica*, realidade muito presente em praticamente todos os municípios do país. Pelo fato de estar inserida em uma realidade muito comum a todos os estados da Federação, Brasília também não está alheia ao fenômeno, que, segundo especialistas, é condicionado por múltiplas variáveis.

Demandas expressivas dos grandes aglomerados urbanos, além da poluição das águas, causada principalmente por esgotos domésticos sem tratamento adequado, levam à baixa segurança hídrica nas regiões metropolitanas, como é o caso do Distrito Federal e de seu entorno (ANA, 2019a).

Por essa razão, a segurança hídrica pode ser entendida como ter água suficiente, em quantidade e qualidade, para atender às necessidades humanas como saúde, subsistência e atividade produtiva e à conservação dos ecossistemas, acompanhada da capacidade de acesso e aproveitamento da água

como recurso, de resolver conflitos e de gerir riscos associados à água, incluindo inundações, secas e acidentes ambientais.⁴

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), a Política Nacional de Segurança Hídrica (PNSH) aponta quatro dimensões de segurança hídrica: humana, econômica, ecossistêmica e de resiliência. O uso da terra impacta essas quatro dimensões. Para o PNSH, foi feito um estudo com base em grupamentos de bacias hidrográficas para possibilitar a delimitação de áreas específicas denominadas Unidades Territoriais de Análise (UTA). Ao se realizar a análise integrada, em que se cotejaram problemas de segurança hídrica e intervenções de oferta de água, foram identificadas as necessidades de soluções estratégicas que respondessem às demandas concretas dos territórios e atendessem aos requisitos da política.

As UTA consideradas críticas são aquelas nas quais os valores em risco dos indicadores das dimensões humana e econômica são expressivos em relação ao valor total em risco da respectiva Unidade da Federação. O Distrito Federal é a UTA mais crítica, pois aponta para 100% de risco projetada para o ano de 2035 (ANA, 2019a).

1.2 O QUE SÃO SISTEMAS AGROFLORESTAIS E POR QUE SÃO INDICADOS COMO ALTERNATIVA VIÁVEL CONTRA A VULNERABILIDADE HÍDRICA?

Sistema agroflorestal (SAF) é uma técnica de agricultura de baixo impacto ambiental que vem sendo bastante difundida no Brasil por agricultores familiares. Os SAF vêm ganhando cada vez mais espaço nas áreas agricultáveis do Brasil porque constituem uma prática que associa produtividade e economia de insumos e oferece serviços ecossistêmicos, sendo caracterizada como uma agricultura que permite a regeneração do meio ambiente.

Os SAF funcionam pela combinação de espécies agrícolas com árvores, no espaço ou no tempo, uma prática milenar presente em culturas ancestrais. Podem-se incluir animais no sistema de produção e, nesse caso, pastos com árvores formam sistemas chamados *silvipastoris*. A agricultura itinerante, de corte e queima, é considerada um sistema agroflorestal sequencial, pois se planta num mesmo espaço, ao mesmo tempo, consórcios de espécies agrícolas e florestais, objetivando interações positivas entre as espécies. A principal característica da agricultura itinerante é a intercalação de espécies florestais e áreas com cultivos agrícolas, que, depois da produção agrícola, são deixadas em pousio para a recuperação da sua fertilidade pela floresta, que voltará a se desenvolver nas áreas.

Para uma boa combinação das espécies, geralmente se consideram as necessidades ecofisiológicas das plantas (luz, umidade e condições do solo). Ao consorciar espécies, há melhor aproveitamento do espaço e dos recursos para a vida (luz, água, nutrientes), além das interações benéficas entre espécies, como as relações simbióticas. Plantar agrofloresta é ação estratégica importante para a segurança hídrica em todos os territórios, especialmente no entorno de grandes centros urbanos, a fim de garantir o abastecimento de água das cidades. Agroflorestas podem desempenhar importante função socioambiental, promovendo serviços ecossistêmicos.

⁴ Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/ar-agua-e-solo/seguranca-hidrica/o-que-e/>. Acesso em: 20 jul. 2021.

Os SAF podem ajudar a proteger e alimentar a biodiversidade, mitigar as mudanças climáticas e aumentar a capacidade de adaptação a seus efeitos. Podem promover, ainda, a regulação do ciclo hidrológico, controle da erosão e do assoreamento, ciclagem de nutrientes e, portanto, aumento da fertilidade do solo, melhorando suas propriedades físicas, biológicas e químicas (MICCOLIS *et al.*, 2017, p. 29).

Sabe-se que os sistemas agroflorestais influenciam diretamente a recarga das águas subterrâneas, gerando impacto positivo sobre as propriedades hídricas do solo. O plantio de vegetação florestal, de maneira estratificada e com dinâmica no manejo de matéria orgânica, que promove a cobertura do solo, pode causar impacto positivo na proteção dos recursos hídricos ao favorecer a infiltração de água da chuva e reduzir o escoamento superficial, evitando a erosão e o assoreamento dos cursos d'água. Nos biomas nos quais ocorre um período de seca prolongado, como o Cerrado e a Caatinga, essa influência é ainda mais perceptível (MICCOLIS *et al.*, 2017).

1.3 CARACTERIZAÇÃO TERRITORIAL

Situada no bioma Cerrado, Brasília possui muitas áreas em estado de degradação, principalmente por incêndios frequentes, desmatamento e pastoreio extensivo. Pelo fato de o DF estar localizado no coração do Brasil, em região de planalto, muitas nascentes de grande parte das bacias hidrográficas do território nacional nascem nessa região. Por isso, dizem que é a “caixa d'água do Brasil”. O índice pluviométrico da região varia de 1.200 a 1.800 mm, e o período chuvoso está concentrado de outubro a abril.⁵

⁵ Disponível em: <https://moma-se.ehr.ufmg.br/lagos-paranoa-e-descoberto/>. Acesso em: 20 jul. 2021.

FIGURA 3. MAPA DOS BIOMAS BRASILEIROS. O DF ESTÁ SITUADO NO BIOMA CERRADO, REPRESENTADO EM VERDE



Fonte: GONÇALVES, 2019

O Distrito Federal apresenta um ritmo de crescimento acelerado, com aumento populacional de 24,9% em dez anos (IBGE, 2010). A tendência é o aumento da impermeabilização de terrenos pela expansão urbana e o crescimento de áreas desmatadas.

Estima-se redução de 20% (nos próximos vinte anos) a 30% (até 2070) no índice de precipitação de chuvas no Distrito Federal (segundo o pesquisador Henrique Leite Chaves, da Universidade de Brasília). Isso porque o DF conta com grande contribuição de umidade das Regiões Norte e Sul, e por estar situado no bioma Cerrado fica mais vulnerável às mudanças climáticas, o que aumenta os riscos de escassez hídrica.

A Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal (Adasa), em um de seus estudos, aponta para um crescimento de 22% na demanda urbana de abastecimento de água no DF até 2040.⁶ Esse cenário não diz respeito somente ao DF. Muitas regiões próximas aos centros urbanos em todo o território nacional estão sujeitas a maior risco de crise hídrica, seja pelo aquecimento global seja pelas condições de degradação ambiental acarretada pelo mau uso do solo.

Sabe-se da importância da manutenção de reservatórios, poços e nascentes para o abastecimento de água da cidade. Por sua vez, o abastecimento de água depende da saúde das bacias que alimentam esses mananciais. O uso da terra tem efeito direto na saúde das bacias. Solos impermeabilizados, compactados e desflorestados não permitem a infiltração da água da chuva; ao contrário, levam a enxurradas intensas, que causam erosão e carregam sedimentos, assoreando os cursos d'água e os reservatórios. Solos permeáveis, com vegetação florestal, permitem a infiltração da água da chuva e evitam a erosão.

O uso deliberado de agrotóxicos pela agricultura impacta diretamente a qualidade da água, contaminando-a. Por sua vez, a quantidade de água é diretamente afetada por demandas como a irrigação (responsável pelo uso de 70% dos recursos hídricos em nosso país) e o uso da terra, que não beneficia a infiltração de água para o abastecimento dos mananciais, mas, ao contrário, a impede, como é o caso da maior parte das atividades agropecuárias, degradadoras, desenvolvidas no território brasileiro.

1.4 A ESCOLHA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

Na região do DF optou-se por trabalhar nas bacias hidrográficas do rio Descoberto, que contempla o alto rio Descoberto, o ribeirão Rodeador e o ribeirão das Pedras; e do rio Paranoá, que abrange o lago Paranoá, onde se insere a serrinha do Paranoá e a Arie Granja do Ipê.⁷ Ambas as bacias são fundamentais para a segurança hídrica da população do DF, além de serem polos produtivos que abastecem a capital e outras cidades em seu entorno com hortifrutigranjeiros.

O lago Descoberto é responsável pelo abastecimento de cerca de 65% da população do Distrito Federal. A bacia onde está inserido “vem sofrendo com o desmatamento predatório da vegetação típica do Cerrado, com captações clandestinas de água e ocupações irregulares, que ocasionam a impermeabilização do solo e o assoreamento de mananciais e nascentes”.⁸

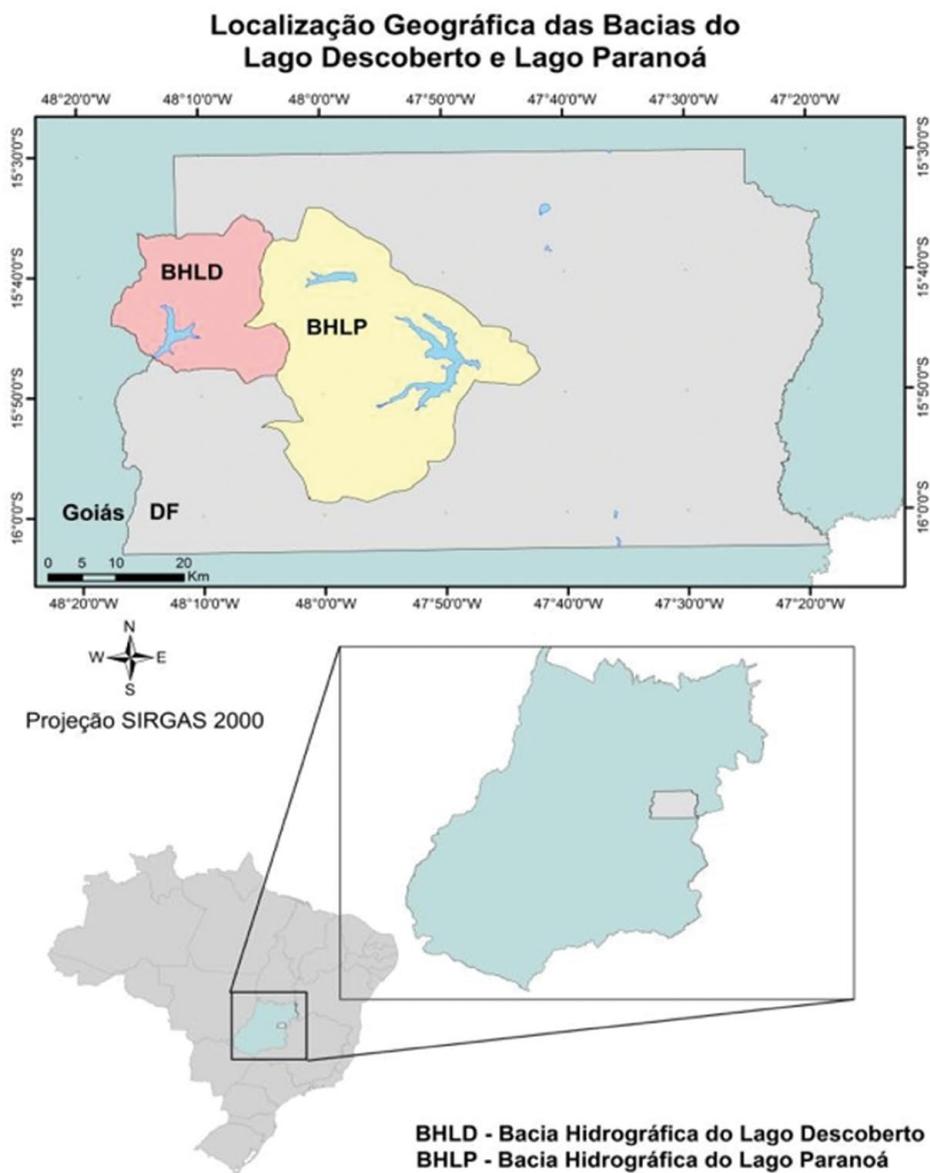
O lago Paranoá é visto como alternativa para complementar o abastecimento de água da população do DF diante da expectativa de crescente demanda hídrica. O lago, cartão de visita de Brasília, criado originalmente para a regulação do microclima da cidade e a geração de energia elétrica como parte do projeto urbanista, hoje é também usado como manancial.

⁶ Disponível em: <https://g1.globo.com/df/distrito-federal/noticia/2020/12/15/chuvas-no-df-podem-diminuir-20percent-ate-2040-diz-pesquisa.ghtml>. Acesso em: 20 jul. 2021.

⁷ Disponível em: <http://www.sema.df.gov.br/implantacao-de-boas-praticas-pesquisas-e-inovacoes-nas-bacias-do-descoberto-e-paranoa/>. Acesso em: 20 jul. 2021.

⁸ Disponível em: <https://g1.globo.com/df/distrito-federal/noticia/2020/12/15/chuvas-no-df-podem-diminuir-20percent-ate-2040-diz-pesquisa.ghtml>. Acesso em: 20 jul. 2021.

FIGURA 4. LOCALIZAÇÃO GEGRÁFICA DOS LAGOS DESCOBERTO E PARANOÁ NO DISTRITO FEDERAL



Fonte: UFMG, 2017⁹

Após a escolha do território de atuação do projeto, o próximo passo foi mobilizar as pessoas que poderiam se interessar em aderir à iniciativa de agroflorestar as bacias hidrográficas dos rios Paranoá e Descoberto.

⁹ Disponível em: https://moma-se.ehr.ufmg.br/wp-content/uploads/2017/08/Lagos-paranoa-escoberto_foto1-1.png. Acesso em: 20 jul. 2021.

2. MECANIZAÇÃO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS



Este projeto é considerado inovador em razão do cuidado com a água por meio das agroflorestas, visando à garantia de abastecimento de água das cidades mediante a manutenção e mesmo a revitalização dos mananciais de água. Além disso, traz inovação pela abordagem em mecanização na implementação das agroflorestas e pelo uso de implementos adaptados a fim de ampliar a escala dos plantios e viabilizar o manejo em grandes áreas.

A agricultura industrial utiliza máquinas pesadas para viabilizar o plantio em larga escala e aumentar a eficiência da mão de obra: o trator com barra de tomada de força usada para acoplar e fazer funcionar implementos agrícolas, como grade, arado, roçadeira, subsolador, dentre outros. E, atualmente, utilizam-se muitas máquinas grandes, autopropelidas, para colher, semear e pulverizar.

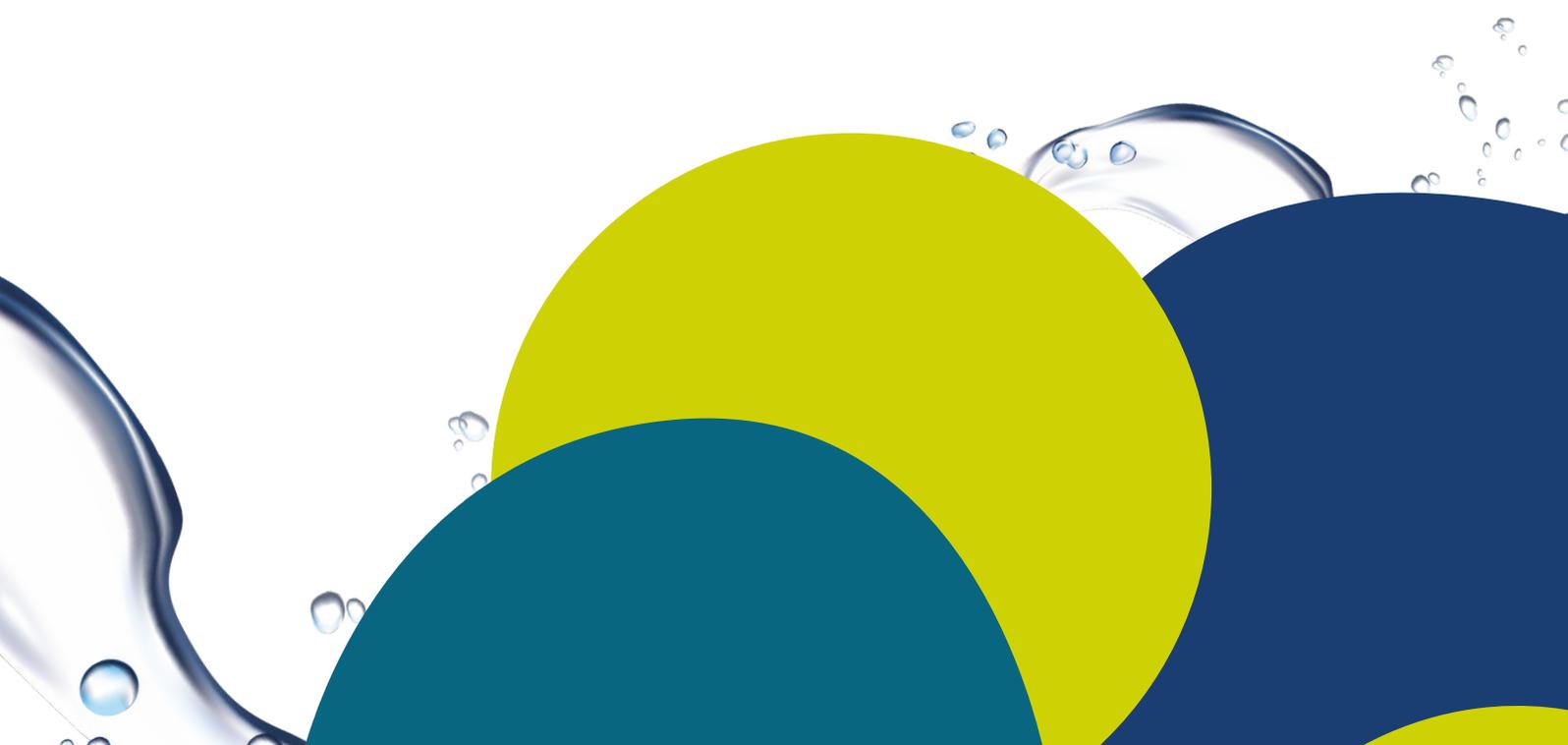
A proposta de utilizar máquinas e implementos adaptados para o uso em agroflorestas, que são sistemas complexos, é voltada para viabilizar o aumento de escala, maior eficiência do trabalho, bem-estar do agricultor e qualidade das operações.

2.1 TECNOLOGIAS INOVADORAS: OS IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS

O Projeto CITInova adquiriu três implementos voltados à implantação e ao manejo de agroflorestas em larga escala, a saber: a enxada rotativa subsoladora (ERS), a ceifadeira-enleiradeira e a podadora em altura. A ERS foi adquirida para a implantação dos sistemas produtivos, e os implementos ceifadeira-enleiradeira e podadora em altura foram adquiridos para o manejo futuro das áreas.

2.1.1 Enxada rotativa subsoladora (ERS)

A ERS é a união de dois implementos: a enxada rotativa e o subsolador. Dessa forma, é possível em uma só operação incorporar o adubo e descompactar o solo em profundidade, economizando combustível, tempo e número de passagens do trator e evitando a compactação pela roda do trator nas laterais da linha de plantio das árvores.



FIGURAS 5 E 6. ENXADA ROTATIVA SUBSOLADORA PARA PREPARO DOS CANTEIROS, IMPLEMENTO ADQUIRIDO PELO PROJETO. ENXADA ROTATIVA SUBSOLADORA EM AÇÃO, PREPARANDO OS CANTEIROS



Fonte: Acervo Projeto CITInova

O trator precisa ter no mínimo 50cv para operar a ERS, que subsola em uma profundidade de 60 cm no centro e 30 cm nas laterais e incorpora o adubo com a enxada rotativa na profundidade de 20 cm. Cada garfo escarificador é feito de ferro, com a ponteira de aço e possui um pino (fusível) de segurança que se rompe se a força exercida pelo solo sobre o garfo for superior à capacidade de resistência do implemento, soltando o garfo e impedindo algum dano em sua estrutura. Os pinos são de aço, com densidade de 8 g/cm^3 , e possuem 8 mm. A ERS pode ocasionalmente ter seus pinos rompidos, por isso é importante ter pinos extras para repor, fixando novamente o garfo subsolador ao implemento.

2.1.2 Ceifadeira-enleiradeira

O implemento da ceifadeira-enleiradeira objetiva a otimização das operações de adubação verde em sistemas agroflorestais plantados em linhas. A ceifadeira não atua como as roçadeiras comuns: ela possui lâminas sobrepostas que ceifam o capim sem danificá-lo no corte, melhorando o rebrote e o crescimento do capim após o manejo, tendo em vista que o objetivo é a máxima produtividade do capim em produção de biomassa. A enleiradeira é composta por ganchos giratórios que arrastam o capim ceifado para sua lateral, cobrindo a borda do canteiro agroflorestal.

FIGURAS 7 E 8. CEIFADEIRA A SER ACOPLADA NO TRATOR E DETALHE DAS LÂMINAS PARA CEIFAR O CAPIM



Fonte: Acervo Projeto CITInova

FIGURAS 9 E 10. ENLEIRADEIRA DE CAPIM E DETALHE DOS GANCHOS ENLEIRADORES



Fonte: Acervo Projeto CITInova

Os dois implementos podem ser usados separadamente e, inclusive, nas etapas de implantação, organizando o capim para a posterior cobertura dos canteiros. Contudo, uma fragilidade dos implementos é que ambos não funcionam bem se o terreno não estiver devidamente nivelado, pois tocos de árvores e plantas mais lenhosas, bem como pedras, podem danificá-los.

O trator precisa ter potência mínima de 70 cv para operar a ceifadeira com a enleiradeira. Os dois implementos são feitos de ferro fundido, com ganchos de aço. Devem-se fazer revisões periódicas para verificar se os ganchos estão corretamente fixados, pois seu atrito ocasional com o solo ou algum outro obstáculo pode desajustá-los e iniciar um atrito indesejável dos ganchos com a estrutura do próprio implemento. A largura de roçagem e enleiramento é de 2,2 metros.

2.1.3 Podadora em altura

A podadora em altura é uma plataforma hidráulica que funciona como uma torre ou um elevador acoplado ao trator, que suspende uma cesta com o operador para que ele possa executar, com segurança, podas utilizando motosserra ou tesoura hidráulica. Assim, não é necessário utilizar escadas, cordas ou quaisquer equipamentos de escalada para executar a poda em altura.

O tratorista regula a injeção de óleo nas mangueiras de transmissão e posiciona o trator no lugar mais adequado. O operador guia o braço mecânico de dentro do implemento, direcionando sua posição de forma estratégica para efetuar a poda. Deve-se usar equipamento de proteção individual (EPI) e estar muito atento no momento das podas, buscando prever onde o galho vai cair para não se machucar e não danificar plantas, o implemento e o próprio trator.

O trator precisa se movimentar no espaço entre as linhas de árvores (entrelinha). Esse espaço deve ter no mínimo quatro metros para que o trator não tenha dificuldades de se movimentar e, ao final das linhas de árvores, possua margem de manobra para o trator se posicionar e entrar ao lado de cada linha a ser podada.

FIGURAS 11 E 12. PODADORA DE ALTURA POSICIONADA PARA O OPERADOR EFETUAR A PODA DO EUCALIPTO. O OPERADOR PODE OPERAR A MOTOSSERRA OU TESOURA HIDRÁULICA EM SEGURANÇA



Fonte: Acervo Projeto CITinova

FIGURAS 13 E 14. DETALHE DA CESTA NA QUAL O OPERADOR É SUSPENSO PARA EFETUAR A PODA. DETALHE DA CAIXA DE COMANDO DA PODADORA EM ALTURA



Fonte: Acervo Projeto CITinova

A podadora em altura foi demonstrada em curso, mas não foi utilizada nas agroflorestas dos agricultores porque as árvores ainda não haviam chegado a uma altura favorável (no mínimo quatro metros) para o uso do implemento, o que deve ocorrer em 2023.

2.2 EFICIÊNCIA DOS IMPLEMENTOS: COMPARANDO MÉTODOS

Os implementos foram submetidos a testes a fim de compará-los com outras formas de realizar as operações, mais comumente adotadas pelos agricultores. Essa atividade teve o apoio do pesquisador Lucas Francisco de Dominicis, doutorando da Universidade de Brasília (UnB).

2.2.1 Testes com o implemento ceifadeira-enleiradeira

Os testes iniciais do implemento ceifadeira-enleiradeira tiveram o objetivo de fazer um primeiro levantamento da eficiência e da produtividade no uso do implemento de manejo de SAF, voltado para roçagem e enleiramento da matéria orgânica, em comparação com processos manuais ou semimecanizados.

QUADRO 1. TRATAMENTOS UTILIZADOS NO EXPERIMENTO COM USO DE CEIFADEIRA-ENLEIRADEIRA

Nº DO TRATAMENTO	DENOMINAÇÃO DO TRATAMENTO	EQUIPAMENTOS UTILIZADOS
1	Manual	Foice e rastelo
2	Semimecanizado	Roçadeira costal e rastelo
3	Mecanizado	Ceifadeira e enleiradeira

Fonte: Informações do Projeto CITInova

Foram realizados três tratamentos, caracterizados pelas diferentes formas de roçagem e enleiramento. Para cada tratamento houve quatro repetições em distintas áreas no SAF e depois foi calculada a média dos valores obtidos nas repetições para cada tratamento com relação ao tempo dispendido para efetuar a operação. Para calcular o desempenho e a eficiência de campo da operação utilizou-se a capacidade de campo operacional (CCO), mediante a qual é calculado o tamanho da área em relação ao tempo gasto para determinada operação (no caso, a roçagem e o eleiramento do capim).

O valor obtido para o Tratamento 1 (para o qual se propôs analisar a força de trabalho de um homem em atividade manual de roçagem com foice e de eleiramento do capim com rastelo) foi de 220 m²/h. O Tratamento 2 caracterizou-se pelo uso de roçadeira costal para o corte do capim e de rastelo para o eleiramento. Foi obtido o valor de 360 m²/hora, valor esperado pelo trabalho a ser realizado de forma semimecanizada, otimizando-se o trabalho no campo.

O Tratamento 3 foi realizado com trator New Holland TL 75, em marchas primeira reduzida e primeira normal, em rotação de 1.500 rpm (rotações por minuto). Nessa operação, o valor encontrado foi de 1.300 m²/h. Os dados de produtividade dos tratamentos são apresentados no Quadro 2.

FIGURA 15. ENLEIRADEIRA EM OPERAÇÃO

Fonte: Acervo Projeto CITInova

QUADRO 2. RESULTADOS DA CAPACIDADE DE CAMPO OPERACIONAL (CCO) OBTIDOS PARA OS DIFERENTES TRATAMENTOS RELATIVOS À OPERAÇÃO DE ADUBAÇÃO VERDE DA AGROFLORESTA POR MEIO DE ROÇAGEM DO CAPIM E DE ENLEIRAMENTO

TRATAMENTO	EQUIPAMENTOS UTILIZADOS	PRODUTIVIDADE - CCO (M ² /HORA)
1. Manual	Foice e rastelo	220
2. Semimecanizado	Roçadeira costal e rastelo	360
3. Mecanizado	Ceifadeira e enleiradeira	1.300

Fonte: Informações do Projeto CITInova

A CCO obtida revelou um considerável aumento na otimização do tempo em operações de roçagem e enleiramento para acumular biomassa em linhas de plantio de árvores com espécies agrícolas dos sistemas agroflorestais. A operação mecanizada mostrou-se 3,5 vezes mais eficiente do que a semimecanizada e 5,9 vezes mais eficiente do que a manual. A semimecanizada é, por sua vez, 1,6 vez mais eficiente do que a manual. Vale considerar que com o tempo o trabalhador vai “ficando cansado” e sua produtividade cai.

2.2.2 Testes com o implemento enxada rotativa subsoladora (ERS)

Os testes iniciais do implemento ERS tiveram o objetivo de fazer um primeiro levantamento da eficiência de produtividade no uso do implemento de preparo do solo do SAF em comparação com processos manuais e mecanizados usualmente realizados na agricultura familiar, ou seja, o uso de enxada rotativa em um microtrator Tobata.

Foram realizados três tratamentos diferentes para a operação de preparo dos canteiros, caracterizando tratamentos distintos. Para cada tratamento houve três repetições. Em seguida, foi calculada a média dos valores obtidos nas repetições para cada tratamento com relação ao tempo gasto para efetuar cada operação.

QUADRO 3. TRATAMENTOS DO TESTE DA EFICIÊNCIA DO IMPLEMENTO ENXADA ROTATIVA COM SUBSOLADOR EM COMPARAÇÃO COM OUTROS MÉTODOS DE PREPARO DO SOLO

NO DO TRATAMENTO	DENOMINAÇÃO DO TRATAMENTO	EQUIPAMENTOS UTILIZADOS
1	Manual	Enxada e enxadão
2	Mecanizado	Enxada rotativa em microtrator Tobata
3	Mecanizado	Enxada rotativa subsoladora

Fonte: Informações do Projeto CITInova

A metodologia utilizada para a coleta de dados foi a de tempo contínuo, em que um cronômetro é disparado no início da operação e segue até atingir o tempo predefinido para o final da operação, obtendo-se o tempo efetivo de trabalho das operações para cada repetição. Com essa metodologia de tempo contínuo obtém-se a capacidade de campo operacional (CCO), resultado que mostra a eficiência dos trabalhos realizados nos três tratamentos adotados no teste.

O Tratamento 1 (T1) foi o preparo manual do canteiro (com capina e afofamento da terra, simulando a preparação de canteiro), feito braçalmente com enxada. Somando-se o tempo de capina com o de afofamento para um homem preparar área de 1.000 m² de canteiros, foram gastas 21 horas, 23 minutos e 27 segundos. Considerando-se que um dia de trabalho seria de oito horas, então, para essa operação, um trabalhador gastaria aproximadamente 26 dias e seis horas. A seguir, a Figura 16 apresenta a área preparada no T1.

FIGURA 16. ÁREA APÓS PREPARO MANUAL DOS CANTEIROS (INCLUINDO CAPINA E AFOFAMENTO)



Fonte: Acervo Projeto CITInova

O Tratamento 2 (T2), mecanizado, caracterizou-se pelo uso da enxada rotativa em um microtrator Tobata Yanmar TC 14. Para esse tratamento houve três repetições. O tempo gasto, em média, para o preparo de 1.000 m² de área foi de 3 horas, 7 minutos e 58 segundos.

Para o Tratamento 3 (T3), foi feito o uso de enxada rotativa subsoladora (ERS) acoplada a trator New Holland de 75cv. Foram feitas também três repetições, resultando em tempo médio da operação de 37 minutos e 47 segundos para 1.000 m². A seguir, as Figuras 17 e 18 mostram imagens da área preparada no T3.

FIGURAS 17 E 18. ÁREA PREPARADA NO TRATAMENTO 3



Fonte: Acervo Projeto CITinova

Foram obtidos, assim, os dados apresentados a seguir para se preparar o solo para a área de 1 hectare (Quadro 4).

QUADRO 4. COMPARAÇÃO DO TEMPO GASTO PARA PREPARO DO SOLO EM 1 HECTARE EM TRÊS TRATAMENTOS

TRATAMENTO	TEMPO GASTO	COMPARAÇÃO (QUANTIDADE DE VEZES DE GASTO DE TEMPO)
Preparo manual (capina e afofamento)	26 dias* e 6 horas	34
Preparo com enxada rotativa em Tobata	3 dias* e 7 horas	5
Preparo com ERS	6 horas e 18 minutos	1

Nota: * = considera um dia de trabalho de 8 horas.

Fonte: Informações do Projeto CITinova

A CCO obtida para a operação com utilização da ERS trouxe um considerável aumento na otimização do tempo, tendo o uso da ERS se mostrado cinco vezes mais eficiente do que a operação mecanizada com enxada rotativa em Tobata e 34 vezes mais eficiente do que a manual. É importante considerar que a qualidade da operação com o uso da ERS é superior, uma vez que o solo é descompactado em profundidade superior à das outras operações, o que é benéfico para o bom desenvolvimento do sistema radicular das plantas, especialmente das árvores.

2.2.3 Testes com o implemento podadora em altura

Os testes iniciais do implemento da podadora em altura tiveram o objetivo de fazer um primeiro levantamento da eficiência e da produtividade no uso do implemento de manejo de SAF, voltado para a poda, em comparação com processos manuais ou semimecanizados.

QUADRO 5. TRATAMENTOS DO EXPERIMENTO DE TESTE DA EFICIÊNCIA DA PODADORA EM ALTURA

Nº DO TRATAMENTO	DENOMINAÇÃO DO TRATAMENTO	EQUIPAMENTOS UTILIZADOS
1	Manual	Escada e serra de poda
2	Semimecanizado	Escada e motosserra
3	Mecanizado	Podadora em altura (torre de elevação) e motosserra

Fonte: Informações do Projeto CITInova

Foram realizados três tratamentos diferentes para efetuar a operação de poda. Para cada tratamento houve duas repetições. Em seguida, foi calculada a média dos valores obtidos nas repetições para cada tratamento com relação ao número de indivíduos podados pelo tempo predeterminado para se efetuar a operação.

O Tratamento 1 foi a poda manual, com a utilização de serra de poda e de escada para o operador ter acesso à copa do eucalipto a ser podado. Apenas um homem podava e carregava a escada de árvore para árvore. Para calcular o desempenho e a eficiência de campo da operação utilizou-se a capacidade de campo operacional (CCO), por meio da qual foi calculado o número de indivíduos pelo período de tempo estabelecido para a operação (no caso, 20 minutos).

Dessa forma, o valor obtido para o tratamento que objetivava analisar a força de trabalho de um homem em atividade manual de poda com serra e escada foi, em média, de 2,58 indivíduos para eucaliptos de 14,3 cm de diâmetro médio, a 5 m de altura, em 20 minutos, resultando, por extrapolação, em 7,75 indivíduos por hora. O Tratamento 2 caracterizou-se pelo uso da escada e da motosserra Still 195 para a poda dos eucaliptos. Para esse tratamento, o número médio de indivíduos podados em 20 minutos foi de cinco unidades, caso se extrapole, chega-se a 15 indivíduos por hora.

O Tratamento 3 foi realizado com trator John Deere 5075, com o elevador. O trator posicionou-se ao longo da linha das árvores para, então, elevar o operador de poda até a altura de 5 m, de onde ele realizou a operação com a motosserra Still 195. O número médio de indivíduos podados no tempo preestabelecido de 20 minutos foi de 17,5, com diâmetro médio de 12,2 cm. Assim, deduz-se que o operador, com o auxílio da podadora em altura, poderia 52,5 indivíduos de eucalipto por hora. Os dados de produtividade dos tratamentos são apresentados na Quadro 6.

QUADRO 6. CAPACIDADE DE CAMPO OPERACIONAL (CCO) EM DIFERENTES TRATAMENTOS RELATIVOS À OPERAÇÃO DE PODA DO EUCALIPTO EM LINHAS DE AGROFLORESTA

TRATAMENTOS	EQUIPAMENTOS UTILIZADOS	PRODUTIVIDADE - CCO (ÁRVORES PODADAS/HORA)
1. Manual	Escada e serra de poda	7,75
2. Semimecanizado	Escada e motosserra	15
3. Mecanizado	Podadora em altura e motosserra	52,5

Fonte: Informações do Projeto CITInova

A CCO obtida revelou um considerável aumento na otimização do tempo em operação de poda em altura para acumular biomassa nas linhas de plantio. A operação mecanizada mostrou-se 3,5 vezes mais eficiente do que a semimecanizada e 6,8 vezes mais eficiente do que a manual. A semimecanizada é, por sua vez, praticamente o dobro (1,94 vez) mais eficiente do que a manual.

3. IMPLANTANDO UM SISTEMA AGROFLORESTAL



3.1 CHAMAMENTO, OFICINAS DE MOBILIZAÇÃO E SELEÇÃO DOS BENEFICIÁRIOS

Para mobilizar os possíveis interessados, foi inicialmente realizado diálogo com atores locais das bacias: lideranças locais, sociedade civil e agentes governamentais, que ajudaram a definir os critérios de seleção e indicaram agricultores locais para participar das oficinas. Os convites ao público-alvo foram feitos com o auxílio de faixas, carros de som, redes sociais, rádio comunitária, cartazes e filipetas.

Nas regiões do Alto Descoberto e do Rodeador (bacia do Descoberto) e da Serrinha do Paranoá e da Arie Granja do Ipê (bacia do Paranoá) foram realizadas as oficinas sobre o tema Água e Agrofloresta. Em cada uma delas foi apresentado o projeto a fim de: gerar reflexão sobre a relação do uso da terra e o cuidado com a água; tratar da importância da agrofloresta para os serviços ambientais; apresentar a proposta do projeto; e cadastrar os interessados em participar como beneficiários do projeto.

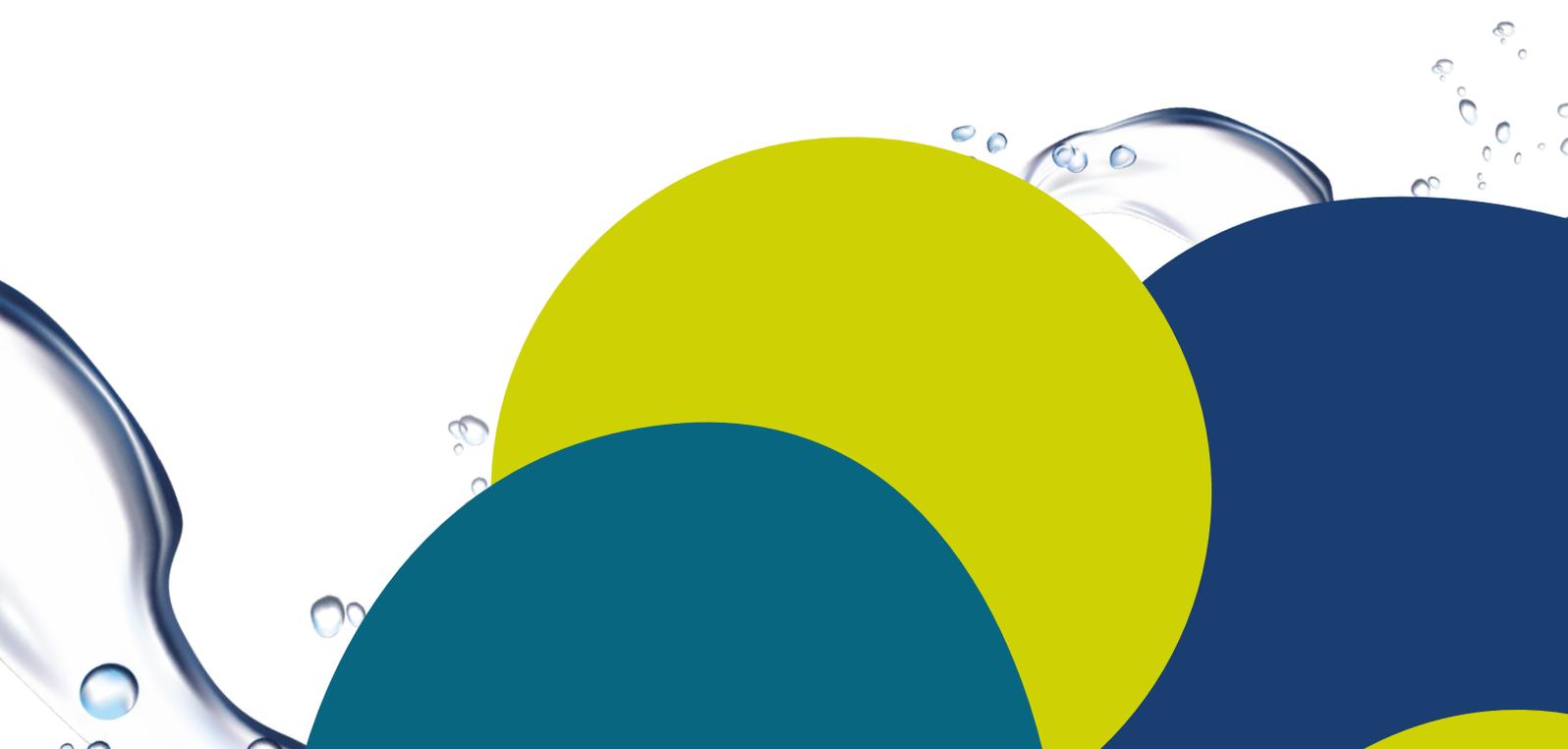
Como resultado das oficinas obteve-se uma lista de pessoas interessadas em implementar SAF com o suporte do projeto. As pessoas foram selecionadas com base em critérios definidos com parceiros institucionais e lideranças locais.

Para ser contemplado era necessário estar na área de abrangência do projeto, possuir no mínimo meio hectare passível de implantar um SAF de forma mecanizada, comprometer-se a participar da capacitação, irrigar as plantas nas épocas de estiagem, manter o manejo em dia e reproduzir uma agricultura orgânica e agroflorestal na área indicada.

A seleção iniciou-se com entrevistas por telefone seguidas de visita técnica à propriedade e de assinatura de Termo de Adesão.

3.2 CURSO DE CAPACITAÇÃO

Após o encerramento das fases preparatórias ocorreu o curso propriamente dito, ministrado por Ernst Götsch, Fabiana Mongeli Peneireiro, Juã Pereira, Igor Aveline e Tatiane Yumi Parralego.



3.2.1 Organização do curso em módulos

O curso de capacitação foi organizado em quatro módulos: o primeiro de introdução à agrofloresta; o segundo e o terceiro trataram da implantação das agroflorestas com o uso das máquinas adquiridas pelo projeto; e o quarto módulo foi sobre manejo, também com o uso dos implementos que facilitam a poda em altura, a roçagem e a organização da matéria orgânica no SAF. Seguem os módulos com os respectivos temas:

- Módulo I – Introdução à agrofloresta;
- Módulos II e III – Técnicas de plantio e implantação de SAF mecanizado;
- Módulo IV – Manejo em agrofloresta mecanizada.

Ementas dos módulos do curso

0 Módulo I – Introdução à agrofloresta, com duração de dois dias, teve como principais objetivos pedagógicos:

1) Contextualizar a proposta de sistemas agrofloretais sucessionais em uma abordagem agroecológica com relação à produção de alimentos e outras matérias-primas aliadas à promoção de serviços ambientais, como manutenção dos recursos hídricos, da fertilidade do solo, da proteção à biodiversidade, da adaptação e da mitigação às mudanças climáticas.

2) Promover conhecimento a respeito dos princípios que fundamentam a prática agroflorestral.

3) Promover o conhecimento sobre a implantação dos SAF com especificidades das técnicas de plantio.

Foram trabalhados princípios, como sucessão ecológica, ciclagem de nutrientes, equilíbrio ecológico, otimização da energia solar por meio da estratificação e estímulo ao crescimento por meio de poda. Relacionados às técnicas de plantio, foram tratados os temas: plantio adensado, semeadura direta, quebra de dormência de sementes, organização da matéria orgânica, plantio de estacas e organização das espécies no campo em função dos grupos sucessionais e dos estratos.

Os Módulos II e III – Técnicas de plantio e Implantação de SAF mecanizado, com duração de dois dias, tiveram como principal objetivo pedagógico:

1) Promover o aprendizado dos participantes a respeito do plantio e da implantação de sistemas agrofloretais mecanizados.

Ao implantarem uma área de sistema agroflorestral, os participantes vivenciaram os processos de preparo mecanizado do solo (com uma das máquinas adquiridas pelo projeto), adubação, plantio de sementes, mudas e estacas. Foram reforçados os princípios trabalhados no Módulo I a partir da análise do planejamento da área e das práticas de implantação no campo.

Ao praticarem as operações de plantio, os participantes puderam consolidar os conhecimentos adquiridos no Módulo I e aprofundar seus conhecimentos, quando dirimiram suas dúvidas e tiveram a área implantada no curso como referência para outras áreas a serem implantadas durante o decorrer do Projeto.

0 Módulo IV – Manejo em agrofloresta mecanizada, com duração de quatro dias, teve como principais objetivos pedagógicos:

1) Trabalhar fundamentos para o manejo de agroflorestas de pequena, média e larga escalas.

2) Promover o conhecimento sobre manejo dos SAF (capina seletiva, desbaste, poda, adubação verde, manejo de biomassa, enriquecimento), aliando teoria e prática, de forma participativa, incluindo o uso da máquina para poda em altura.

Os princípios e os fundamentos que orientam o manejo agroflorestal – como sucessão ecológica, ciclagem de nutrientes, estratificação, estímulo ao crescimento por meio de poda e enriquecimento – foram temas presentes nas dinâmicas de ensino-aprendizagem sobre formas e técnicas de manejo. Foram tratados, também, temas sobre tipos de poda (poda de estratificação, poda para frutificação e poda para o fuste) e, de maneira transversal, ao longo do curso, sobre organização da biomassa como cobertura do solo, além de dicas para o manuseio e cuidados com as ferramentas envolvidas no manejo.

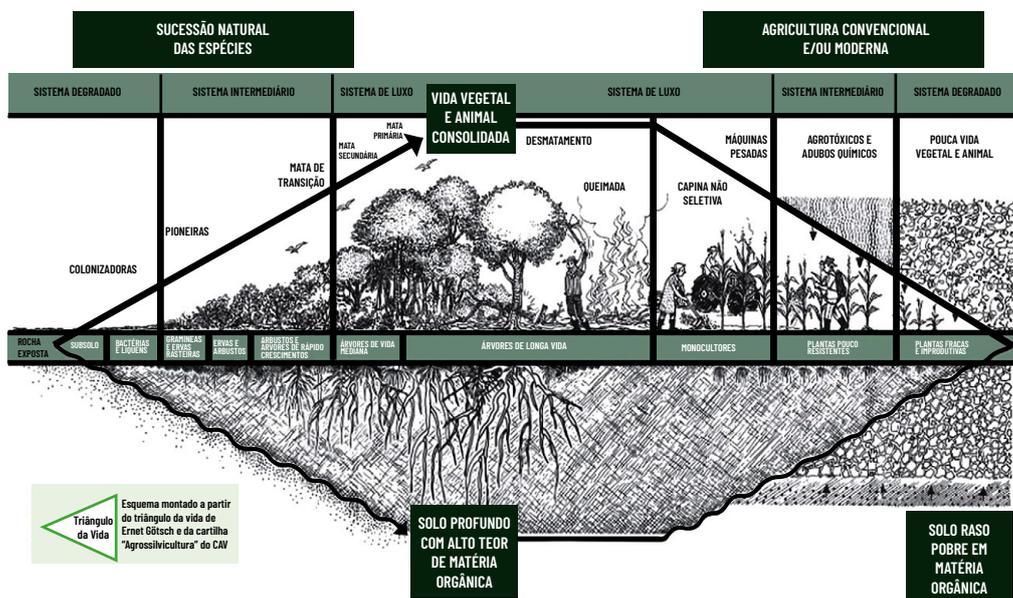
A seguir, destacamos alguns dos principais conteúdos abordados no curso.

- **Sucessão ecológica**

A vegetação desenvolve-se na natureza em consórcios (combinação de espécies) que se modificam ao longo do tempo. Plantas de ciclo de vida mais curto antecedem as espécies de ciclo de vida mais longo. Todas as espécies se desenvolvem juntas e vão melhorando o lugar com seu metabolismo e sua relação com as outras.

Se a agricultura for feita sempre no mesmo lugar, sem avançar na sucessão ecológica, os recursos para a vida na região vão se esgotando e, então, o ser humano precisa lançar mão de insumos externos, como adubos (fertilizantes sintéticos ou orgânicos) e praguicidas (agrotóxicos ou caldas), para manter artificialmente a produtividade do sistema.

FIGURA 19. A AGRICULTURA QUE NÃO AVANÇA NA SUCESSÃO ESGOTA OS RECURSOS E DEPENDE DE INSUMOS EXTERNOS. ESQUEMA FEITO COM BASE NO TRIÂNGULO DA VIDA, DE ERNST GÖTSCH, E DA CARTILHA AGROSSILVICULTURA, DO CAV



Fonte: SOUSA, 2016

Quando uma área está degradada e é deixada em pousio, “descansando”, ela, após anos, recupera sua fertilidade. Quem faz isso são os milhares de seres vivos envolvidos: as chamadas “plantas daninhas” ou “mato”, bem como os insetos tidos como “pragas”, os fungos, as bactérias... Afinal, segundo as palavras de Ernst Götsch (2019),

Não existe solo pobre, existe solo maltratado, degradado. O ser humano, quando diz que a terra é fraca, é ácida, não tem água [...], está colhendo o resultado da degradação que ele mesmo causou, geração após geração.¹⁰

A agricultura de processos busca fazer com que a vida melhore o lugar e gere mais saúde para as plantas, o solo, todo o sistema. Se houver poucos recursos e mais tempo é possível fazer um excelente trabalho de produção aliado à recuperação do ambiente. Com intervenções de manejo, as plantas vão melhorando o solo e, então, é possível plantar, no futuro, as plantas mais exigentes.

Nesse processo, a cobertura do solo com matéria orgânica é fundamental. É a fonte de energia para a vida do solo, que agrega as partículas do solo e cria poros por onde circula o ar para uma boa respiração das raízes.

- **Estratificação**

Na floresta encontramos uma ótima ocupação do espaço vertical e, assim, o melhor aproveitamento da energia do sol. Cada espécie ocupa um estrato, o equivalente a um andar na vegetação, que se refere à sua altura em relação às outras plantas e reflete a necessidade da espécie por luz solar. Existem espécies que vivem bem a pleno sol, enquanto outras precisam de luz filtrada para viverem saudáveis.

Plantas do estrato emergente necessitam de luz direta durante o dia inteiro em grande extensão da copa, ao passo que plantas do estrato alto toleram sombras ocasionais por alguns momentos do dia. Plantas de estrato médio toleram um pouco mais de sombreamento, e as do estrato baixo vão bem com sombreamento mais intenso, sendo capazes de realizar a fotossíntese com luz filtrada pelas plantas dos estratos mais altos (MICCOLIS *et al.*, 2016; CORRÊA NETO *et al.*, 2016; REBELLO; SAKAMOTO, 2021).

Para organizar a estratificação de uma agrofloresta podemos considerar uma visão mais simplificada dos estratos e levar em conta a cobertura de área, como mostra a Figura 20.

FIGURA 20. ESTRATIFICAÇÃO DA FLORESTA E PERCENTUAL DE SOMBRA DE CADA ESTRATO, SEGUNDO ERNST GÖTSCH



Fonte: REBELLO; SAKAMOTO, 2021

¹⁰ Citação de Ernst Götsch proferida durante o curso de SAF (2019).

No Quadro 7 apresenta-se uma relação das espécies plantadas nas agroflorestas implantadas no Projeto CITInova e de seus respectivos estratos.

QUADRO 7. RELAÇÃO DE ESPÉCIES ARBÓREAS PLANTADAS POR MUDAS NAS AGROFLORESTAS IMPLANTADAS NO PROJETO CITINOVA E SEUS RESPECTIVOS ESTRATOS

NOMES POPULARES	NOMES CIENTÍFICOS	ESTRATOS
Abacate	<i>Persea americana</i>	Alto
Acerola	<i>Malpighia emarginata</i>	Alto
Amora	<i>Morus alba</i>	Alto
Buriti	<i>Mauritia flexuosa</i>	Emergente
Café	<i>Coffea arabica</i>	Baixo
Cajá-manga	<i>Spondias dulcis</i>	Emergente
Eucalipto	<i>Eucalyptus sp.</i>	Emergente
Goiaba	<i>Psidium guajava</i>	Alto
Ipê-roxo	<i>Handroanthus impetiginosus</i>	Emergente
Jabuticaba	<i>Plinia cauliflora</i>	Baixo
Limão-taiti	<i>Citrus latifolia</i>	Médio
Limão-siciliano	<i>Citrus volkameriana</i>	Baixo
Longan	<i>Dimocarpus longan</i>	Médio
Manga	<i>Mangifera indica</i>	Alto
Mexerica ponkan	<i>Citrus reticulata</i>	Médio
Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i>	Alto
Mutamba	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Emergente

Fonte: Informações do Projeto CITInova

As mudas de árvores frutíferas foram plantadas no campo de acordo com o espaçamento recomendado para a cultura. As árvores adubadeiras, como mutamba e eucalipto, foram plantadas de forma mais adensada, aproximadamente a cada 1,5 m. Outras espécies foram introduzidas por sementes e contribuíram para aumentar ainda mais a diversidade do sistema, principalmente com espécies nativas.

- **Técnicas de plantio demonstradas no curso**

Quando o canteiro está pronto, com a terra fofa e adubada, chega o momento de plantar. Em primeiro lugar foi feito o plantio das plantas cuja operação mexe mais com o solo, como é o caso das bananeiras (mudas de rizoma ou em saquinhos) e árvores (mudas em saquinho). Depois, cobre-se o solo e plantam-se mudas de tubete, estacas e, por fim, mudinhas de hortaliças e sementes.

a) Plantio de bananeira

As bananeiras também podem ser plantadas por meio de mudas em saquinho ou em tubetes, conforme mostram as Figuras 21 a 26, apresentadas a seguir.

FIGURAS 21, 22, 23, 24, 25 E 26. EXPLICAÇÃO SOBRE O PASSO A PASSO NO PLANTIO DE BANANEIRA, POR JUÃ PEREIRA, NO SÍTIO SEMENTE, EM BRASÍLIA-DF, NO MÓDULO I DO CURSO DE AGROFLORESTA MECANIZADA



Fonte: Acervo Projeto CITInova

Notas:

- 1) escolher uma boa muda;
- 2) preparo da muda: cortar as raízes de forma rente ao rizoma;
- 3) cortar a parte aérea na direção correta;
- 4) colocar o rizoma no berço preparado e adubado com a parte que o ligava à planta-mãe para cima e à gema principal para a lateral, que deve ficar no máximo a 10 cm abaixo da superfície;
- 5) pressionar ligeiramente em volta do torrão para retirar bolsas de ar;
- 6) marcar com uma vara o local onde foi plantada a bananeira. A parte aérea da muda pode ser cortada ao meio para cobrir o solo.

b) Plantio de muda de árvore

A qualidade da muda e a maneira de plantar vão se refletir no desenvolvimento da árvore. Cortar o fundo do saquinho garante que a raiz não estará enovelada e não se estrangulará quando engrossar; assim,

poderá crescer nova e vigorosa, buscando água nas camadas mais profundas do solo. Plantar de forma a não abalar o torrão mantém a integridade das raízes. Cortar as folhas pela metade logo após o plantio propicia que se reduza a perda de água pela planta até que ela esteja bem enraizada no campo. Esses são alguns detalhes que fazem a diferença e ajudam a planta a crescer forte.

FIGURAS 27, 28, 29 E 30. PASSO A PASSO PARA O PLANTIO DE MUDA DE ÁRVORE EM SAQUINHO, DEMONSTRADO POR JUÃ PEREIRA, NO SÍTIO SEMENTE, EM BRASÍLIA-DF, NO MÓDULO I DO CURSO DE AGROFLORESTA MECANIZADA



Fonte: Acervo Projeto CITinova

Notas:

- 1) cortar a base do saquinho;
- 2) fazer chegar terra ao torrão;
- 3) retirar o saquinho e firmar a terra ao redor do torrão, retirando bolsas de ar;
- 4) cortar as folhas pela metade.

c) Cobertura dos canteiros

A cobertura das linhas de árvores com matéria orgânica, seja com capim roçado, folhas de árvores ou madeira triturada (apara de poda), é fundamental para conservar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, além de manter a umidade e tornar a produção menos dependente de irrigação. A matéria orgânica de cobertura deve ser abundante (entre 10 e 30 cm de altura).

FIGURA 31. COBERTURA DO CANTEIRO COM CAPIM ROÇADO



Fonte: Acervo Projeto CITInova

As mudas em tubetes, muvuca de sementes e hortaliças são plantadas depois que o canteiro já foi coberto com palha ou apara de poda, buscando consorciá-las, sempre respeitando o espaçamento adequado entre cada muda e observando a sucessão ecológica e a estratificação.

3.3 DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO DO POTENCIAL PRODUTIVO

O diagnóstico é uma atividade fundamental para o planejamento de qualquer SAF a ser implantado e é realizado a partir de uma visita técnica a cada família beneficiária. Nesse momento é aplicada entrevista semiestruturada guiada por roteiro com base no qual são levantadas informações sobre os objetivos do SAF, os anseios do agricultor, o acesso a mercado, as espécies de interesse e o histórico da área. Dessa forma, a proposta de desenho produtivo é construída de forma participativa com base nos fundamentos e nos princípios aprendidos no curso. Na oportunidade também são conhecidas as áreas potenciais para implantação do SAF e suas características ambientais, delimitando com o proprietário a área a ser implantada.

O referido diagnóstico baseou-se na publicação *Restauração ecológica com sistemas agroflorestais: como conciliar conservação com produção. Opções para Cerrado e Caatinga*, de Andrew Miccolis et al. Brasília: Instituto Sociedade População e Natureza – ISPN/Centro Internacional de Pesquisa – Icrif, 2016.

FIGURA 32. ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA DURANTE CAMINHADA DE CAMPO, PROPRIEDADE DE RICARDO, BACIA DO RIO DESCOBERTO.



Fonte: Acervo Projeto CITinova

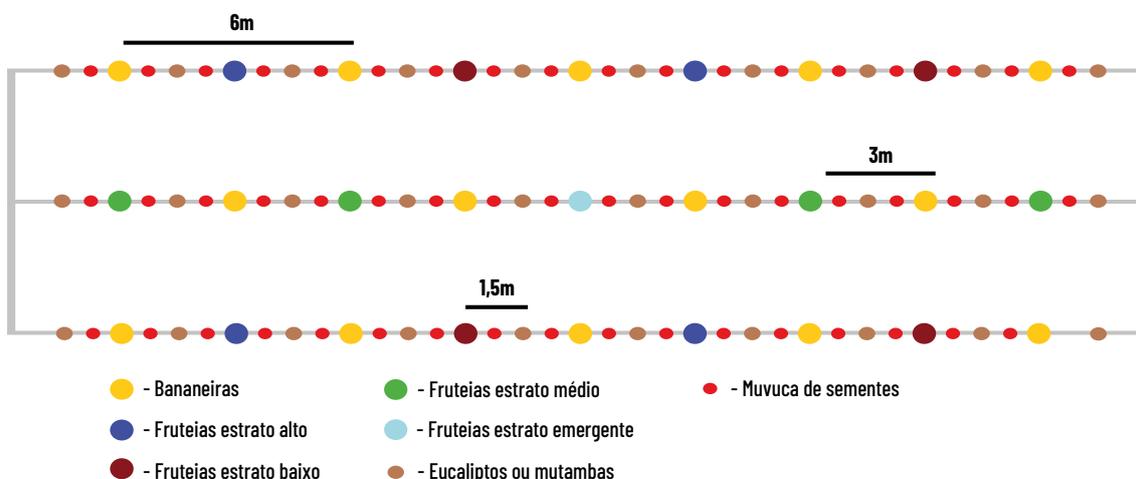
3.4 A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO

O desenho da agrofloresta (croqui) e a escolha das espécies e suas combinações dependem de vários fatores. O planejamento do plantio agroflorestral é resultado do diagnóstico participativo e busca equilibrar funções sociais, econômicas e ambientais ao combinar espécies de interesse econômico e alimentar com outras que contribuem para o bom funcionamento do sistema, como as produtoras de biomassa, submetidas a podas periódicas, por exemplo. As espécies a serem plantadas são escolhidas de acordo com a necessidade e a vontade de cada agricultor. Por esse motivo, a quantidade e a variedade de espécies são particulares para cada SAF.

Na busca de maior eficiência no manejo e na colheita e também para viabilizar a implantação e o manejo de forma mecanizada, o desenho escolhido para a implantação da agrofloresta foi de linhas de árvores (frutíferas, madeireiras e adubadeiras) em canteiros intercalados por faixas (entrelinhas) de capim, que servem para adubação verde, mediante cortes periódicos e acúmulo de biomassa nas linhas das árvores.

A seguir, apresenta-se o croqui básico utilizado para as implantações, com variação das espécies de acordo com a vontade da família agricultora, o objetivo do SAF, a oportunidade de mercado e as características ambientais.

FIGURA 33. CROQUI DE REFERÊNCIA UTILIZADO NO PLANEJAMENTO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS



Fonte: Informações do Projeto CITInova

O croqui apresentado pode sofrer modificações segundo cada situação. Por exemplo, se o beneficiário quiser o foco de sua produção em bananeiras, pode plantar as árvores frutíferas de 7 em 7 metros (em vez de 6 metros) e plantar duas bananeiras, distando 2,3 metros entre elas e das frutíferas. Outra possibilidade: se o beneficiário tiver condições de complementar o número de mudas a serem usadas na área, deve diminuir o espaçamento geral entre as mudas. Assim, em vez de plantar a cada 3 metros as bananeiras e as árvores frutíferas, pode plantar a cada 2,5 metros. Com isso haverá distância de 5 metros entre as bananeiras e de 5 metros entre os diferentes estratos em linha.

Os eucaliptos podem ser substituídos por árvores de mutamba (*Guazuma ulmifolia*), árvore nativa do Cerrado que cumpre a mesma função do eucalipto, pois é também emergente e apresenta crescimento rápido para a produção de biomassa e cobertura dos canteiros por meio de podas regulares. Entre cada eucalipto ou mutamba é plantada uma mistura de sementes de árvores nativas, conhecida como "muvuca", para enriquecer o sistema. Dentro de cada "muvuca" podem vingar diferentes plantas, de modo que, no futuro, o agricultor poderá escolher quais irão compor o sistema produtivo florestal.

3.5 METODOLOGIA DE IMPLANTAÇÃO

Com a área planejada, o croqui definido e a lista das espécies com as respectivas quantidades, o próximo passo foi providenciar os insumos (mudas, sementes, adubo e equipamentos) e agendar os mutirões de implantação de acordo com as possibilidades dos agricultores e dos operadores de máquina da Secretaria de Agricultura do Distrito Federal (Seagri-DF), importante parceira desse processo e do projeto como um todo.

Além dos três implementos adquiridos pelo projeto, foram utilizados trator e outros equipamentos, cedidos pela Seagri-DF, para uso conforme a necessidade, considerando-se a especificidade de cada implemento. As máquinas e os implementos utilizados para a implantação das áreas de agrofloresta foram os seguintes:

- I. trator com tomada de força de setenta cavalos: para tracionar e fazer funcionarem os implementos que dependem da tomada de força do trator, como a ERS, a enxada rotativa, a roçadeira, o triturador, a calcareadeira e a perfuratriz;
- II. roçadeira ou triturador triton: para roçar o capim presente na localidade, tanto no preparo da área quanto no manejo, caso as condições do terreno não sejam adequadas ao funcionamento da ceifadeira-enleiradeira;
- III. calcareadeira: implemento utilizado para distribuir a mistura de pó de rocha e esterco nos canteiros e na área total, caso necessário;
- IV. perfuratriz de solo para trator: para ser utilizada para abrir buracos para o plantio de mudas em solos pedregosos, onde não é possível preparar canteiros com o uso do subsolador e nem da enxada rotativa ou mesmo quando o intuito é enriquecer uma área na qual já existe vegetação que não se quer retirar;
- V. enxada rotativa-subsoladora (ERS): adquirida pelo projeto, permite preparar o canteiro com características excelentes para o bom desenvolvimento das plantas, especialmente das árvores. Com apenas uma passada (dependendo do solo), duas operações já são realizadas: a subsolação e o preparo do solo com incorporação do adubo com a enxada rotativa. Nos casos em que a ERS estava impossibilitada de ser utilizada, foram usados separadamente o subsolador e a enxada rotativa.

Em relação aos insumos, o projeto disponibilizou mudas de espécies arbóreas com valor comercial, cama de frango e pó de rocha para adubação, além de sementes de árvores. Outros materiais, como ramas de mandioca e estacas, foram disponibilizados pelos agricultores beneficiários de acordo com o diagnóstico produtivo.

A principal contrapartida dos beneficiários foi a mão de obra para a implantação e o manejo, que o agricultor deveria providenciar organizando mutirões com vizinhos, amigos e familiares ou mesmo contratando diaristas. O projeto apoiou as implantações, ainda, com assistência técnica e seis diárias de mão de obra para cada 0,5 hectare implantado.

3.5.1 Preparo do terreno: roçagem e definição dos canteiros

Roçagem com o implemento triton, roçadeira ou com a ceifadeira-enleiradeira, o que facilita o acesso para delimitação da área de plantio e marcação das linhas de produção. Esse é o início do preparo da área que disponibiliza a biomassa vegetal para posterior organização sobre as linhas a serem plantadas.

FIGURAS 34 E 35. ROÇAGEM DO CAPIM PARA PREPARO DA ÁREA DE PLANTIO. CAPIM ROÇADO COBRINDO TODA A ÁREA



Fonte: Acervo Projeto CITinova

A calagem geral da área com grade pode ser recomendada se houver necessidade. Porém, a gradagem suprime o capim, que serviria de cobertura das linhas de árvores. Por isso, deve-se observar a real necessidade da calagem.

Evite aplicar calcário sem ter necessidade, pois o solo pode se tornar alcalino, prejudicar a saúde das plantas e a disponibilidade de nutrientes no solo.

A operação da organização da biomassa vegetal para as laterais dos canteiros com a enleiradeira pode ser feita com ancinhos ou rastelos. O objetivo é retirar a biomassa de capim roçada da faixa onde passará a enxada rotativa subsoladora (ERS) para que a biomassa possa ser utilizada posteriormente como cobertura nos canteiros e não atrapalhe o funcionamento da ERS.

FIGURAS 36 E 37. MATÉRIA ORGÂNICA ORGANIZADA MANUALMENTE. MATÉRIA ORGÂNICA ORGANIZADA COM A ENLEIRADEIRA



Fonte: Acervo Projeto CITinova

3.5.2 Preparo e distribuição do adubo

Nesta etapa foi feita a marcação das futuras linhas arbóreas, com preparo do adubo. A mistura dos adubos foi feita manualmente na área, sendo 16 partes de cama de frango para uma parte de pó de rocha. Com a mistura preparada, a calcareadeira foi carregada.

A distribuição do adubo com a calcareadeira foi feita por meio da combinação entre a regulagem da quantidade que seria depositada sobre as linhas (vazão) e a velocidade de distribuição. Foram utilizadas seis toneladas da mistura de cama de frango com pó de rocha por hectare.

FIGURAS 38 E 39. PREPARO DA MISTURA DE ADUBO E DISTRIBUIÇÃO DA MISTURA DE ADUBO NOS CANTEIROS



Fonte: Acervo Projeto CITinova

“A rochagem é uma técnica que busca rejuvenescer e remineralizar os solos agrícolas por meio da adição de determinados tipos de rochas moídas. Tais rochas costumam conter vários minerais (multinutrientes) importantíssimos para o desenvolvimento das plantas” (THEODORO, 2020).

3.5.3 Preparo do solo: subsolagem com afofamento e mistura do adubo

Nesta etapa foi feita a incorporação do adubo nos canteiros onde se plantaram árvores, sementes e estacas, simultaneamente, com rompimento das camadas compactadas, com subsolador.

FIGURAS 40 E 41. PREPARO DO CANTEIRO E DAS ÁREAS COM CANTEIROS PREPARADOS



Fonte: Acervo Projeto CITinova

FIGURA 42. INCORPORAÇÃO DOS ADUBOS COM A ENXADA ROTATIVA



Fonte: Acervo Projeto CITinova

Em locais com afloramentos rochosos e solo com bastante cascalho, bem como em solos que encharcam, a enxada rotativa com o subsolador não consegue operar com eficiência e em profundidade. Nesse contexto, pode ser utilizada a perfuratriz. Com a ajuda desse implemento, foi possível enriquecer áreas sensíveis à erosão por águas pluviais com mudas nativas do Cerrado.

FIGURA 43. PERFURATRIZ PERFURANDO O SOLO PARA O PLANTIO DE MUDAS EM ÁREA COM PRESENÇA DE PEDRAS



Fonte: Acervo Projeto CITinova

3.5.4 Plantio das mudas e cobertura dos canteiros

Após preparada a área com mecanização, mudas de árvores foram distribuídas conforme o croqui preparado no planejamento da área.

FIGURAS 44 E 45. DISTRIBUIÇÃO DAS MUDAS NOS CANTEIROS



Fonte: Acervo Projeto CITInova

As mudas de árvores grandes são plantadas nos canteiros, que são cobertos depois com palha para o plantio das mudas menores, das estacas e das sementes. A ERS incorpora o adubo e subsola em profundidade, não havendo a necessidade de abertura de berços (covas) para o plantio das mudas.

FIGURAS 46 E 47. PLANTIO DAS MUDAS DE ÁRVORES E BANANEIRAS NOS CANTEIROS PREPARADOS



Fonte: Acervo Projeto CITInova

FIGURAS 48 E 49. COBERTURA DOS CANTEIROS COM PALHA DEPOIS DO PLANTIO DAS MUDAS GRANDES



Fonte: Acervo Projeto CITInova

A cobertura dos canteiros com matéria orgânica é fundamental para incrementar e preservar os nutrientes do solo, além de melhorar sua permeabilidade e capacidade de retenção e conservação da água.

Plantio das manivas

Depois das mudas de árvores plantadas e dos canteiros cobertos com palha, são plantadas as manivas de mandioca e as mudas menores.

FIGURA 50. PLANTIO DAS MANIVAS DE MANDIOCA ENTRE AS MUDAS DE ÁRVORES E BANANEIRAS



Fonte: Acervo Projeto CITInova

3.5.5 Semeadura das sementes de árvores

Nesta etapa foi hora de enriquecer o SAF com biodiversidade e mais produção para o futuro. Para finalizar o plantio nos canteiros foram incluídas sementes de árvores (Quadro 8) misturadas com terra. As sementes das árvores foram dispostas entre as manivas de mandioca e as mudas de árvores e bananeiras. A introdução de muitas espécies utilizando-se sementes garante a maior biodiversidade da agrofloresta e ajuda a completar a estratificação e a produção de biomassa, aumentando assim a complexidade das interações ecológicas no SAF (Quadro 8).

QUADRO 8. ESPÉCIES (NOMES POPULARES E CIENTÍFICOS) DAS SEMENTES DE ÁRVORES PLANTADAS

NOMES CIENTÍFICOS	NOMES POPULARES	NOMES CIENTÍFICOS	NOMES POPULARES
<i>Pterogyne nitens</i>	Amendoim bravo	<i>Dalbergia nigra</i>	Jacarandá-da-bahia
<i>Senegalia sp</i>	Angico	<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Aroeira	<i>Caricacpapaya</i>	Mamão
<i>Schinus terebinthifolia</i>	Aroeira pimenteira	<i>Buchenavia tomentosa</i>	Mirindiba
<i>Dipteryx alata</i>	Baru	<i>Swietenia macrophylla</i>	Mogno
<i>Terminalia argentea</i>	Capitão-do-cerrado	<i>Moringa oleifera</i>	Moringa
<i>Tachigali cf. subvelutina</i>	Carvoeiro	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Mutamba
<i>Copaifera langsdorfii</i>	Copaiba	<i>Caryocar brasiliense</i>	Pequi
<i>Astronium flaxifolium</i>	Gonçalo alves	<i>Sapindus saponaria</i>	Saboneteira
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Guanandi	<i>Lecythis pisonis</i>	Sapucaia
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	Guatambu-do-cerrado	<i>Enterolobium contortisiilinguam</i>	Tamboril
<i>Inga laurina</i>	Ingá-feijão	<i>Magoniapubescens</i>	Tingui
<i>Tabebuia aurea</i>	Ipê-caraíba	<i>Bixa orellana</i>	Urucum

Fonte: Informações do Projeto CITInova

FIGURA 51. “MUVUCA” DE SEMENTES PREPARADA PARA SER COLOCADA NOS CANTEIROS



Fonte: Acervo Projeto CITInova

FIGURA 52 E 53. SEMEADURA DAS ÁRVORES, AFASTANDO-SE LIGEIRAMENTE A COBERTURA DE PALHA E COM GERMINAÇÃO DA MUVUCA DE SEMENTES UM MÊS APÓS A IMPLANTAÇÃO



Fonte: Acervo Projeto CITinova

3.5.6 Plantio das espécies agrícolas anuais e hortaliças

Para finalizar a implantação dos canteiros são introduzidas as sementes e as mudas de espécies agrícolas, que podem ser hortaliças, legumes e grãos. O limite entre o canteiro e a faixa de capim, bem na margem lateral do canteiro, pode ser semeado com feijão de porco, por exemplo, para promover mais benefícios, ao estruturar o solo, fixar nitrogênio e gerar biomassa mediante poda.

FIGURA 54. PLANTIO DE HORTALIÇAS NO CANTEIRO AGROFLORESTAL



Fonte: Acervo Projeto CITinova

3.5.7 Recomendações e cuidados gerais com o SAF

Todos os beneficiários que receberam uma unidade agroflorestal mecanizada do projeto se comprometeram a:

- instalar sistema de irrigação ou garantir o suprimento de água do sistema durante o período da seca;
- manter a área manejada, mantendo as entrelinhas roçadas, enleirando a matéria orgânica nos canteiros como cobertura de solo, efetuar capinas seletivas, podas e adubações complementares (essas atividades serão instruídas no último módulo do curso oferecido pelo projeto, cujo foco é o manejo);
- garantir a segurança da área por meio de aceiros e cercamento, evitando fogo e animais que possam prejudicar a área.

O manejo é a contrapartida dos agricultores. Os canteiros devem ser manejados preferencialmente na oportunidade da colheita, fazendo-se capina seletiva, ou seja, retirando-se o capim que eventualmente venha a nascer nos canteiros e cortando-se as ervas espontâneas. As faixas de capim devem ser roçadas e a biomassa enleirada no canteiro.

A poda das árvores para biomassa ocorre em um segundo momento, quando as árvores de poda já atingiram determinado porte (recomenda-se fazer a poda a 4 metros de altura nas emergentes: eucalipto e mutamba). Todavia, as árvores frutíferas devem ser podadas para que se estruture a copa desde pequenas.

FIGURAS 55 E 56. ACÚMULO DE BIOMASSA DO CAPIM ROÇADO AO LONGO DA LINHA DE ÁRVORES E PODA DAS ESPÉCIES EMERGENTES



Fonte: Fabiana Peneireiro (arquivo pessoal)

4. MONITORAMENTO



As ações de monitoramento dos SAF plantados no âmbito do projeto foram realizadas em três etapas: 1) entre fevereiro e março de 2021, em todas as 31 propriedades beneficiadas, descritas nos Produtos 12, 13, 14 e 15 do Projeto CITInova, totalizando 16 hectares de SAF; 2) em fevereiro de 2020, em cinco propriedades beneficiadas, descritas no Produto 5 do Projeto CITInova; 3) em abril de 2021, novamente nas cinco primeiras propriedades beneficiadas, descritas no Produto 5 do Projeto CITInova, agora em seu segundo ano após a implantação. As etapas 2 e 3 resultaram no item de Monitoramento 2 deste capítulo. O monitoramento teve a função de auxiliar a compreender melhor o andamento de parte do Projeto CITInova e de seus resultados relacionados ao desenvolvimento dos sistemas agroflorestais. Ao longo do monitoramento, os plantios e as percepções dos agricultores foram analisados com o objetivo de acompanhar: a) o estabelecimento e o desenvolvimento das espécies; b) o manejo dado pelos agricultores; c) a produção e o retorno financeiro das áreas a fim de que se pudessem indicar orientações técnicas para a manutenção das agroflorestas para que elas prosperem; d) o teste de infiltração experimental (para avaliar o índice de infiltração da água e compactação do solo); e e) entrevistas desenvolvidas com foco nos recursos hídricos.

O monitoramento foi feito com base nas visitas a campo, constituídas nas seguintes etapas:

- a)** entrevista semiestruturada;
- b)** contagem das mudas com os agricultores;
- c)** levantamento de indivíduos de espécies arbóreas e características de cobertura do solo nos canteiros com base em faixas amostrais;
- d)** teste de infiltração.

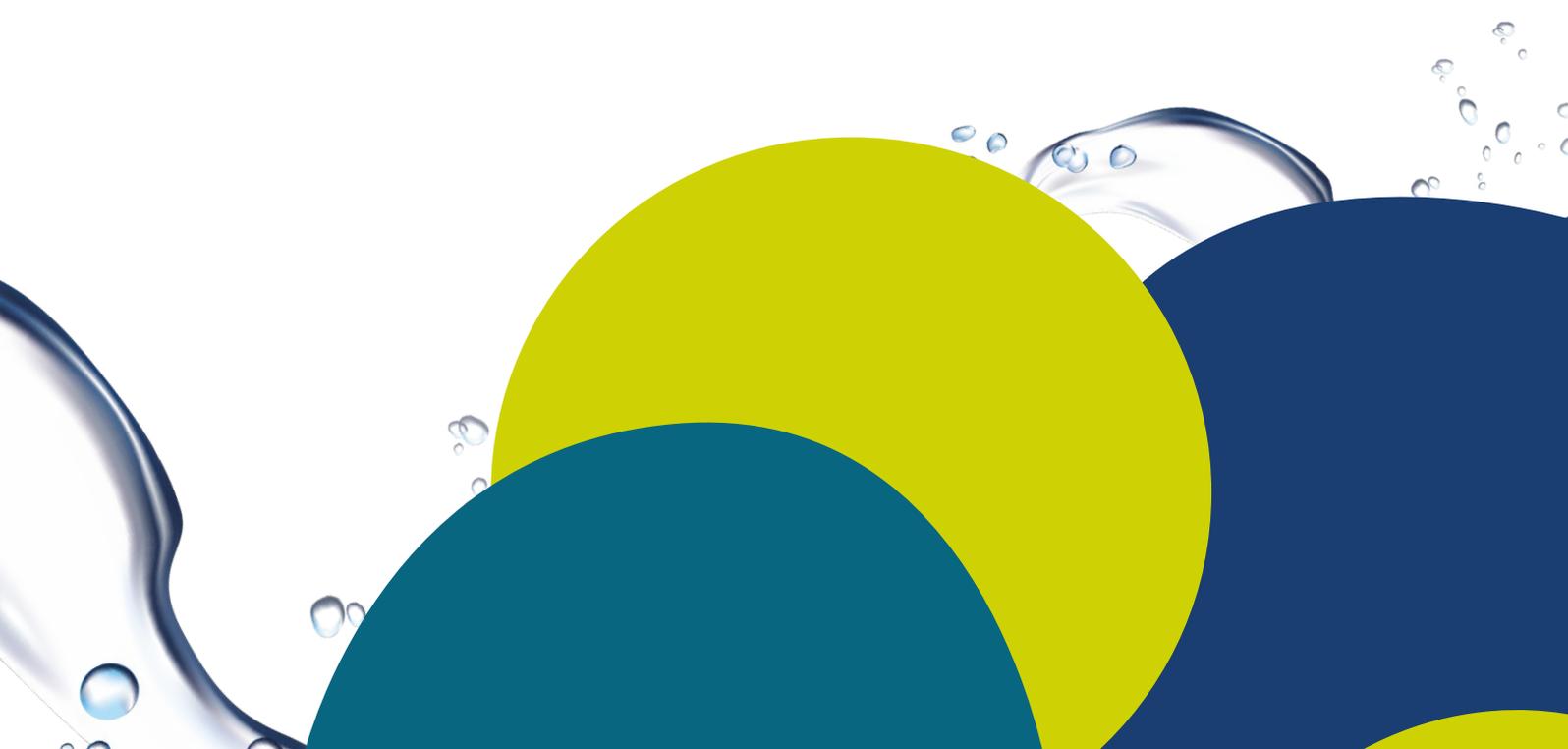


FIGURA 57. VISITA TÉCNICA DE MONITORAMENTO NA PROPRIEDADE DE EDINETE SOUZA, BACIA DO RIO DESCOBERTO



Fonte: Acervo Projeto CITInova

4.1 RESULTADO DO MONITORAMENTO

4.1.1 Aspectos socioeconômicos

A variedade da produção somou 52 tipos diferentes de produtos e foi considerada alta, tendo-se em vista que 45% da dieta alimentar brasileira se concentra em apenas dez itens (BELIK, 2020). Destaca-se que o foco do plantio realizado no âmbito do Projeto CITInova no DF foi de espécies frutíferas e, portanto, de início de produção expressiva em prazo mínimo de dois anos.

FIGURA 58. MARACUJÁ COM UM ANO, INICIANDO PERÍODO PRODUTIVO, NA PROPRIEDADE DE SÍLVIA PINHEIRO, BACIA DO RIO DESCOBERTO



Fonte: Acervo Projeto CITinova

A principal mudança para a maioria dos beneficiados (38%), ocasionada pela experiência em trabalhar com agrofloresta, foi em relação aos seus hábitos alimentares, indicativo relevante sobre o efeito benéfico das áreas plantadas para a segurança alimentar das famílias.

Com relação às formas de comercialização que os agricultores utilizaram para a venda da produção das áreas dos SAF, as Comunidades que Sustentam a Agricultura (CSA) são as principais fontes de renda, representando 82,3% da renda total arrecadada de todas as áreas, mesmo com apenas nove beneficiados (24% do total) utilizando essa estratégia comercial. A participação ou não em uma CSA foi, portanto, um importante diferencial de renda e de produção.

A venda em feiras é a maneira de comercialização mais comum (42%), mas percebe-se a necessidade de melhorar a organização da produção e do coletivo de produtores que utilizam essa estratégia. Esse último aspecto fica evidente quando o principal problema para conseguir escoar a produção é a falta de rede, que inclui a articulação com produtores e mercados. A dificuldade de transporte da produção aparece, também, de maneira relevante, e, em alguns casos, a solução desse gargalo exige um investimento financeiro que está além das possibilidades econômicas dos beneficiados.

O Quadro 9 apresenta os valores arrecadados pelos agricultores com a produção comercializada dos SAF no primeiro ano.

QUADRO 9. VALORES ARRECADADOS PROVENIENTES DO SAF POR FORMAS DE COMERCIALIZAÇÃO

FORMAS DE COMERCIALIZAÇÃO	VALORES ARRECADADOS	FREQUÊNCIA
CSA	R\$ 255.390,00	9
Cooperativa	R\$ 1.944,00	3
Feira	R\$ 27.450,33	16
Entrega	R\$ 7.500,00	1
Atacado	R\$ 2.815,00	3
Vizinhos	R\$ 11.534,67	3
Propriedade	R\$ 3.538,00	6
Total arrecadado	R\$ 310.172,00	-

Fonte: Informações do Projeto CITInova

O resultado da produção e da renda foi significativo para a realidade dos beneficiados, a ponto de serem os principais motivos apresentados pelos agricultores para a manutenção dos SAF plantados. A receita média anual calculada por hectare da bacia do rio Paranoá ficou em R\$ 627,00, enquanto a do Descoberto apresentou o valor de R\$ 19.229,00. As agroflorestas da bacia do Paranoá tiveram como foco principal a restauração e a subsistência, e não a venda de produtos.

4.1.2 Incentivos oferecidos e aprendizados dos agricultores

Dentre todos os incentivos oferecidos, as *capacitações qualificadas* e a *assistência técnica* para a realização dos plantios foram os vistos como mais importantes pelos beneficiados. Esse resultado reflete o potencial e a relevância da presença técnica especializada no campo para a consolidação de projetos de SAF.

As capacitações foram destacadas, muitas vezes, como o único incentivo imprescindível para a execução de SAF, uma vez que a unanimidade dos beneficiados apontou a qualidade dessa capacitação, com efeitos principais sobre a geração de conhecimento e entusiasmo.

Durante o trabalho de monitoramento foram comuns queixas dos agricultores com relação à falta de acompanhamento técnico após o plantio, ação que não fez parte do Projeto CITInova, mas costuma ser relevante em projetos de sistemas agroflorestais. As máquinas aparecem como o terceiro incentivo mais citado.

As máquinas apareceram como o terceiro incentivo mais citado como mais importante para se plantar SAF, ficando atrás apenas do “curso” e da “assistência técnica”. As máquinas foram consideradas indispensáveis por 11% dos entrevistados para tornar viável fazer agrofloresta, com a justificativa do alto custo, somado à economia de tempo.

Quando se constata que os temas “água” e “produção” ficaram em segundo e terceiro lugares como os motivos mais citados para fazer agrofloresta, percebe-se o potencial da aliança existente entre a produção e a conservação nos sistemas agroflorestais segundo a visão dos agricultores. Esse mesmo aspecto pôde ser visto novamente quando a pergunta foi referente aos *motivos para manter as áreas de SAF*, uma vez que, neste tópico, os itens “produção” e “renda” foram os mais citados.

A pergunta sobre as lições aprendidas pelos beneficiados na convivência com os SAF gerou respostas complexas e profundas. Os agricultores envolvidos apontaram aprendizados adquiridos tanto em termos de característica técnica quanto filosófica.

QUADRO 10. ALGUMAS LIÇÕES APRENDIDAS PELOS AGRICULTORES QUE IMPLANTARAM SAF COM O APOIO DO PROJETO

LIÇÕES APRENDIDAS	
Aprendi a cuidar das plantas, importância das plantas.	A importância das podas para frutificação, cultura do “limpo”.
Perseverança, observar e aprender com a natureza.	Aprendi a viver com as árvores e consórcio.
O aprendizado é constante, cotidiano.	Cuidar e dar valor ao solo, cultura do “limpo”, nutrir tudo o que é possível.
Aprendi a preparar a terra, adubação, trato das mudas, estratificação e consórcios.	Existe uma relação benéfica entre as plantas, integração com a natureza.
Aprendi que é importante ter amor no que a gente faz, a forma de plantar, matéria orgânica, importância do eucalipto, sentir a energia da terra, ver crescer e mudar.	A importância de cuidar do solo, preservar a natureza, desses projetos na vida financeira dos pequenos produtores e benefícios da MO.
Aprendi a ter prazer com o trabalho.	Aprendi sobre manejo, como cuidar.
Aprendi a podar para ter cobertura e a importância da biomassa.	A relação benéfica entre as plantas, plantar sem fazer mal à natureza.
Como plantar, entender o sistema, consórcio, estratificação e manejo.	Me “abriu a mente”, vi que produz muito em um só lugar, recuperando o meio ambiente.
A importância do coletivo, perspectiva de futuro.	Vi os benefícios de um plantio mais diversificado e adensado.
Saúde do solo, despertou o cuidado com a natureza.	Aprendi a perseverança, a observar e aprender com a natureza.

Fonte: Informações do Projeto CITInova

A seguir, são apontados alguns aprendizados de cunho técnico observados em campo: a falta de manejo das entrelinhas interfere nas plantas que estão nos canteiros quando os capins adjacentes ficam altos devido ao bloqueio da luz solar e pelo fato de que a própria planta envelhecida, ao produzir sementes, passa informações de senescência às plantas jovens (desacelerando o metabolismo), prejudicando os SAF.

Até a etapa em que ocorreu o monitoramento, as principais dúvidas apresentadas pelos agricultores foram relacionadas à poda das espécies produtoras de biomassa, como o melhor momento para cortar o capim ou como podar o eucalipto. Também houve dúvidas em relação à poda de citros e ao manejo das “muvucas” de sementes, como identificar as plântulas e escolher as que ficariam no sistema.

4.1.3 Fatores de interferência

As formigas foram a principal causa de interferência não desejável, sendo apontadas como prejudiciais em 86% das áreas, onde os eucaliptos e os citros foram as espécies mais sensíveis ao inseto.

O fogo, em alguns casos, chegou a ser controlado antes que gerasse grandes prejuízos, mas em três casos causou prejuízos consideráveis. Isso demonstra a importância de contar com estratégias sólidas e constantes de prevenção e combate a incêndios, especialmente nos contextos de SAF, onde se acumula matéria orgânica, combustível para o fogo.

4.1.4 Contagem das mudas e levantamento de indivíduos arbóreos

A média geral de mortalidade das mudas frutíferas foi de 13,3%. A propriedade com maior mortalidade pegou fogo antes da visita de monitoramento. Observou-se que as áreas não irrigadas e cujos agricultores não tinham interesses produtivos e econômicos com as áreas sofreram abandono e obtiveram as maiores perdas.

A quantidade de plântulas encontradas nos SAF analisados e oriundas do plantio de sementes nos canteiros de árvores (com as muvuca de sementes) foi considerada baixa na maioria dos casos, uma vez que quase metade das áreas apresentou menos de 17 plântulas na amostragem de 100 metros lineares. Os motivos para esse resultado podem variar bastante, desde a falta de plantio (em dez áreas não foi encontrada nenhuma plântula), distribuição irregular das sementes, fogo, abafamento por capim ou feijão-de-porco (resultado da falta de manejo nas linhas) e abafamento ao colocar matéria orgânica nos canteiros (falha de manejo).

Muitas propriedades, principalmente aquelas que não tiveram muitas pessoas ajudando nos mutirões, não conseguiram concluir o último passo da implantação com a equipe técnica: a semeadura direta da “muvuca” de sementes de espécies nativas. Nessas propriedades, o beneficiário ficou responsável por concluir a implantação, semeando as sementes como contrapartida. Contudo, alguns não o fizeram.

A seguir apresentamos a frequência de cada espécie plantada por semente encontrada em campo.

QUADRO 11. FREQUÊNCIA DAS ESPÉCIES MAIS ENCONTRADAS NASCIDAS DE SEMENTES

ESPÉCIES	FREQUÊNCIA	ESPÉCIES	FREQUÊNCIA
Ingá-feijão	3	Amendoim-bravo	44
Copaíba	6	Saboneteira	45
Pau-jacaré	6	Tamboril	101
Ipê	8	Fedegoso	112
Aroeira pimenteira	11	Aroeira	202
Angico	19	Urucum	211
Baru	19	Mutamba	216
Tingui	21		
Jatobá	30		

Fonte: Informações do Projeto CITInova

Mutamba, urucum, aroeira, fedegoso e tamboril foram as sementes que tiveram maior sucesso no plantio por sementes. Contudo, vale ressaltar que as espécies que apresentaram uma baixa frequência não necessariamente são espécies que em outras áreas apresentariam o mesmo insucesso. A estratégia da “muvuca” de sementes auxilia o aumento da biodiversidade e favorece a ação da seleção natural para o desenvolvimento de espécies e indivíduos mais adaptados ao ambiente. A biodiversidade é um parâmetro importante, pois – se não estiver presente nos primeiros anos dos SAF – o desenvolvimento do sistema dificulta a inserção de novas espécies sem a realização de distúrbios drásticos.

4.1.5 Impressões acerca dos recursos hídricos e teste de infiltração

A água apareceu muitas vezes como um dos principais interesses dos produtores em relação à agrofloresta, tanto para plantar quanto para manter ou expandir. A ideia do efeito positivo dos SAF no sistema hídrico convenceu muitos agricultores beneficiados de que essa é uma prática favorável para eles em muitos aspectos, inclusive em relação ao bem-estar, à manutenção da produção e ao retorno financeiro.

Segundo as entrevistas semiestruturadas, via telefone – confirmando a expectativa do projeto –, os agricultores afirmaram que o solo dos canteiros dos SAF ficou mais úmido e menos dependente de irrigação. Com relação à umidade do ar, 95% dos beneficiados (18 de 19) perceberam o aumento, com 14 deles concordando que a mudança foi percebida graças ao frescor que se sente quando se está dentro ou às margens do sistema agroflorestal. Além disso, nove de 19 famílias entrevistadas (48%) perceberam melhorias na disponibilidade hídrica e, dentre elas, oito afirmaram que a observação se deu no nível dos poços e das cisternas de suas propriedades.

Os resultados encontrados durante o teste de infiltração, aplicado nas cinco primeiras propriedades beneficiadas e que apresentavam mais de dois anos de implantação, apontam um aumento de mais de cem vezes na taxa de infiltração final corrigida,¹¹ quando se comparam as áreas de SAF com os testemunhos, chegando até a ser quatro mil vezes maior na primeira área analisada.

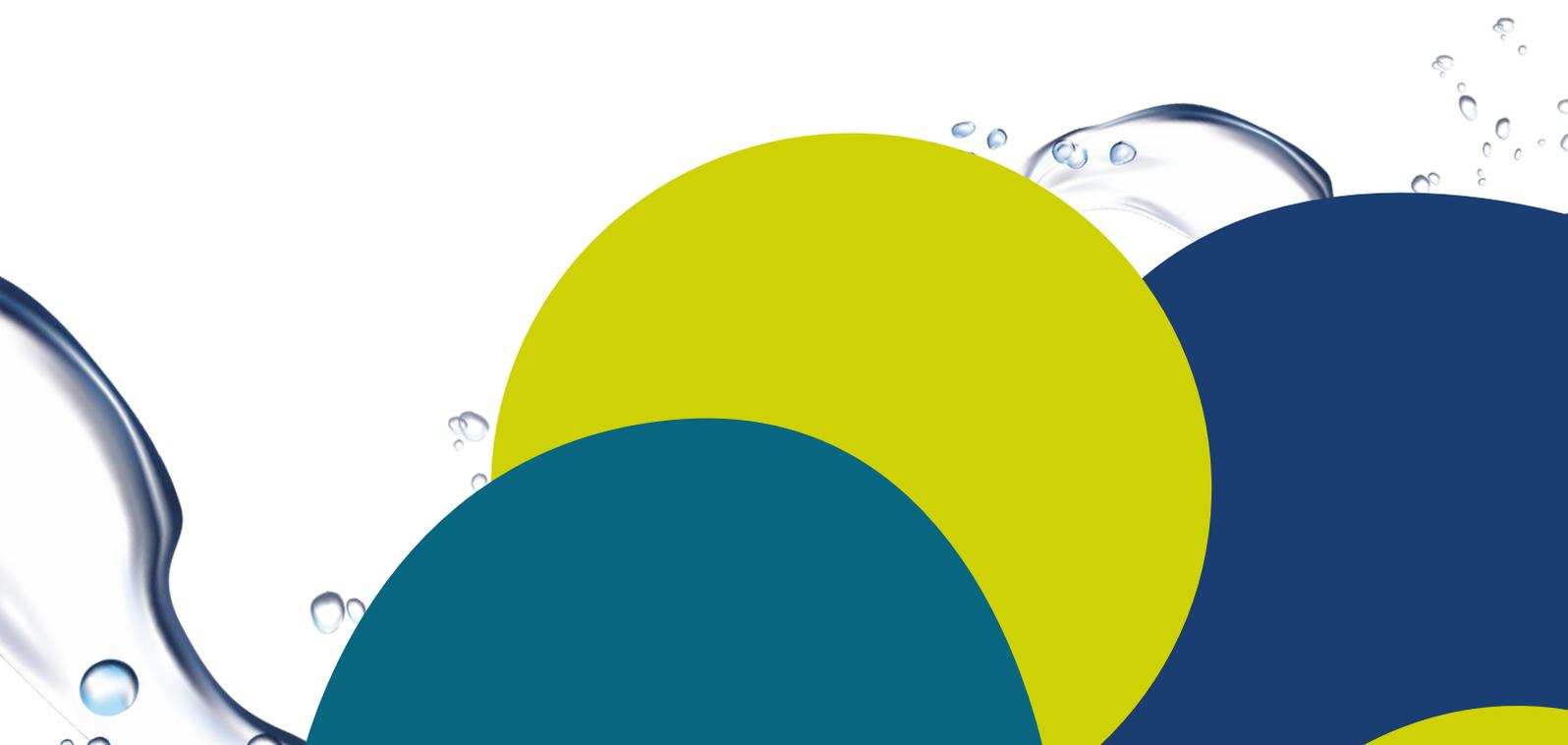
¹¹ A taxa de infiltração final corrigida é uma variável que se encontra dentro do método descrito por Roose *et. al.* (1993).

5. RECOMENDAÇÕES



Com acesso às informações disponibilizadas com base nas boas práticas e nas lições aprendidas no âmbito do Projeto CITInova no Distrito Federal, especialmente no tocante à temática da água e da sua relação com os sistemas agroflorestais mecanizados, foram elaboradas recomendações para agricultores interessados em realizar SAF em suas propriedades, apresentadas a seguir:

1. É ideal que a área tenha um preparo mecanizado dois meses antes da implantação, com o gradeamento voltado à correção do pH do solo (calcareamento), ao nivelamento e ao plantio do capim. Assim, quando a implantação propriamente dita for executada, haverá abundância de capim para a cobertura dos canteiros dentro da área e, com o nivelamento, poderá ser usada a ceifadeira com a enleiradeira para o corte e a organização da matéria orgânica roçada.
2. A subsolagem das linhas de árvores é importante para o bom desenvolvimento radicular das plantas, buscando sempre otimizar as operações em campo. A enxada rotativa com subsoladora consegue, em uma operação, incorporar o adubo e subsolar, evitando a compactação posterior do solo.
3. É importante realizar um bom planejamento das atividades necessárias de preparo da área para que as máquinas e os implementos possam operar de forma eficiente.
4. Ao utilizar os implementos adquiridos pelo projeto, é necessário considerar que eles estão em franco desenvolvimento e em constante aprimoramento. Assim, é importante observar seu desempenho e fazer os ajustes necessários.
5. A mecanização permite ganho de escala. Contudo, sem mutirões as ações de plantio, cobertura das linhas agroflorestais, podas, capina seletiva e enriquecimento com sementes e demais mudas tornam-se excessivamente trabalhosas se executadas por um número pequeno de pessoas.
6. É essencial procurar desenvolver máquinas e implementos utilizando materiais e peças disponíveis no mercado para que sua manutenção ou a substituição de peças seja fácil e rápida, evitando o comprometimento do cronograma de implantações.



7. Não se deve usar somente os implementos desenvolvidos pelo projeto, que não devem ser vistos como panaceia, uma vez que eles não estão aptos a trabalhar em qualquer situação. Em alguns casos, usar máquinas e implementos tradicionalmente utilizados pode ser uma boa opção.
8. É fundamental buscar compartilhar conhecimentos e aprender com outras experiências, complementando sua formação e tornando eficiente sua atuação dentro e fora do campo.
9. Deve-se manejar regularmente a área agroflorestal. Os cuidados básicos são: capina seletiva de plantas indesejáveis, roçagem das entrelinhas e cobertura dos canteiros com matéria orgânica roçada, podas de formação, estratificação e produção, rega e desbastes ocasionais. O manejo diz respeito principalmente a roçar as entrelinhas, enleirar a matéria orgânica nos canteiros (cobertura de solo), efetuar capinas seletivas e efetuar podas e adubações complementares.
10. Sempre que possível, deve-se procurar enriquecer a área produtiva com sementes, mudas e culturas anuais, buscando bons consórcios e alcançando alta produtividade por área. Assim, é possível contribuir para o bom desenvolvimento das espécies e a melhoria exponencial da permeabilidade e da fertilidade do solo, conservando água e biodiversidade.
11. É fundamental instalar sistema de irrigação ou garantir o suprimento de água no sistema agroflorestal durante o período da seca, principalmente no primeiro ano da implantação.
12. Deve-se, ainda, garantir a segurança da área por meio de aceiros e do cercamento para que a área não seja destruída por fogo ou animais.
13. Em áreas onde não há capim estabelecido (e, portanto, sem a possibilidade de cobertura com palhada para proteger o solo), podem ser plantados feijão-de-porco e feijão guandu em toda a extensão do canteiro para podas e adubação verde no curto prazo. Eucaliptos, mandioca, milho e muvuca de árvores também são plantados e servem para cobertura do solo.

Para mais informações sobre como desenvolver o diagnóstico da propriedade, planejar e desenhar uma agrofloresta segundo sua realidade e executar podas e outros manejos, deve-se consultar o livro *Restauração ecológica com sistemas agroflorestais: como conciliar conservação com produção* (MICCOLIS, 2016), disponível em:

<https://www.florestal.gov.br/documentos/publicacoes/2316-restauracao-ecologica/file>.

Acesso em: 22 jul. 2022.



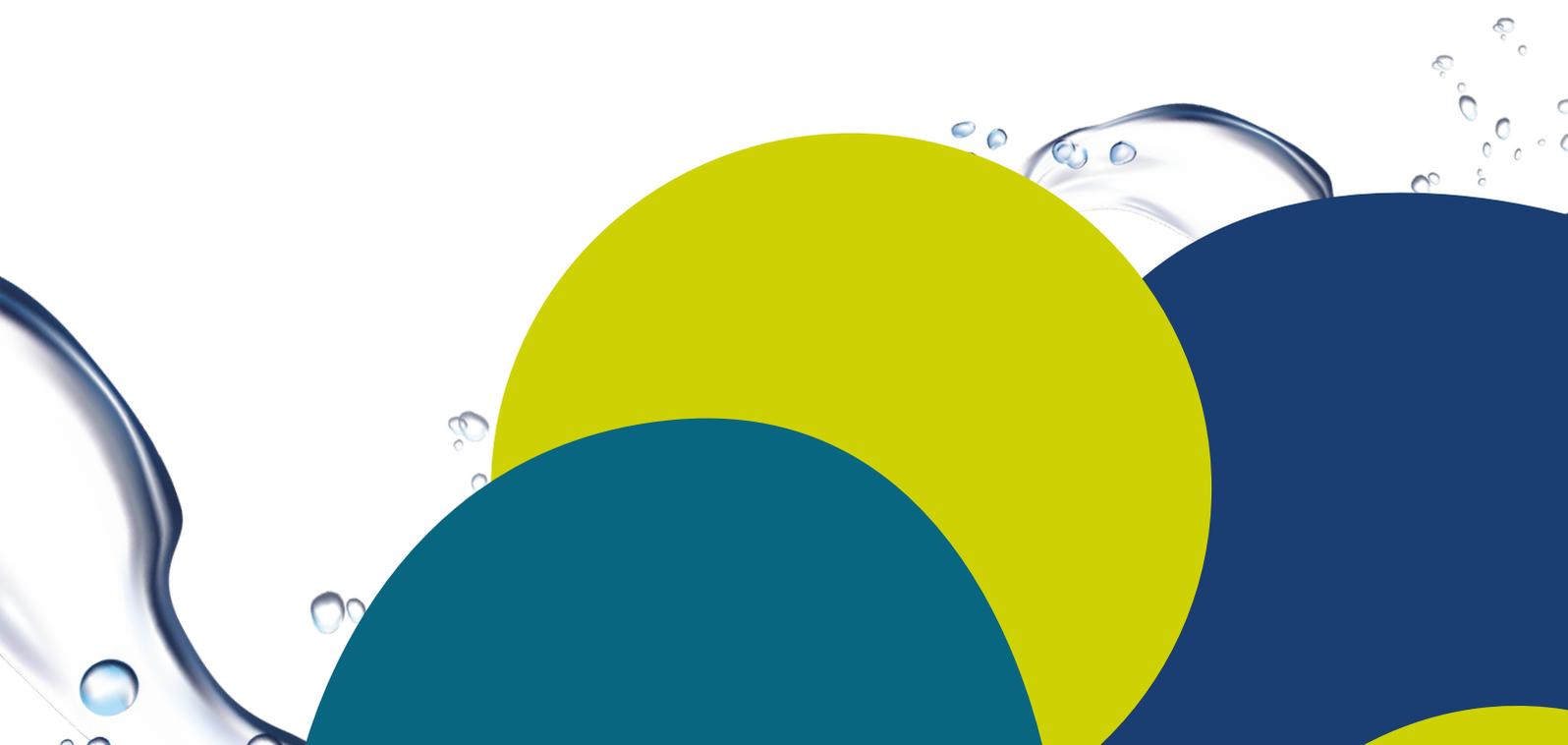
6. LIÇÕES APRENDIDAS E CONTRIBUIÇÕES



No decorrer da implementação do projeto, diversas reflexões ocorreram, o que propiciou muitos aprendizados. Dentre as inúmeras lições aprendidas, destacam-se as apresentadas a seguir.

Quanto aos aspectos humanos

- O trabalho em mutirão tem alto rendimento, promove o fortalecimento da comunidade e gera aprendizados; portanto, deve ser estimulado sempre que possível.
- É de fundamental importância que haja articulação de base e envolvimento dos beneficiários na construção da forma como o projeto será executado, com tomada de decisões e acordos coletivos, para criar o sentimento de pertencimento e envolvimento com os objetivos e os propósitos do projeto.
- São muito importantes o diálogo e a articulação entre os diversos atores envolvidos (sociedade civil, organizações não governamentais, secretarias e órgãos públicos, associações de produtores, etc.).
- Máquinas e implementos podem facilitar o trabalho, mas não substituem diversas tarefas da implantação e do manejo agroflorestal. A mecanização permite ganho de escala; contudo, sem mutirões, plantio, cobertura das linhas agroflorestais, enriquecimento com sementes e demais mudas, dentre outras tarefas, torna-se uma empreitada excessivamente trabalhosa se executada por um número reduzido de pessoas.
- Com relação aos operadores das máquinas, é importante que sejam capacitados, que se trave um bom relacionamento e que se estimule o envolvimento desses profissionais, cuja boa vontade e expertise são fundamentais para o bom andamento das implantações das agroflorestas, com diálogo e solução de problemas em campo.



Quanto aos implementos

- Os implementos adquiridos mostraram-se mais eficientes (em relação à operação manual e semi-mecanizada) e facilitaram a implantação e o manejo das agroflorestas, viabilizando a ampliação de escala. Contudo, é importante observar as condições de cada área e a aptidão para receber cada um dos implementos.
- Os implementos estão em desenvolvimento e constante aprimoramento; assim, é importante observar seu desempenho e fazer os ajustes necessários.
- É importante o desenvolvimento de máquinas e implementos com base em materiais e peças disponíveis no mercado para que sua manutenção ou a substituição de peças seja fácil e rápida.

Quanto ao monitoramento

- Para executarem um bom monitoramento, os beneficiários devem ser capacitados para que sejam capazes de acompanhar e registrar o desenvolvimento do SAF, as atividades de manejo, colheita, vendas e consumo, dentre outros aspectos sociais, econômicos e ambientais ao longo do tempo.

Quanto às agroflorestas

- Ficou clara a necessidade de acompanhamento técnico no médio e no longo prazos durante a execução e mesmo após o término do projeto. Para tanto, é preciso capacitar os técnicos para que estejam aptos a orientar os agricultores sobre agroecologia e manejo agroflorestal. Recomenda-se que os agricultores busquem assistência técnica especializada nos órgãos públicos competentes (Emater, Embrapa e Secretarias de Agricultura e Pecuária).
- A capacitação é fundamental para que os agricultores se apropriem e participem efetivamente da criação das agroflorestas, criando identidade com suas áreas produtivas e tendo capacidade, inclusive, de realizar, autonomamente, tarefas diárias necessárias à manutenção da produtividade do sistema.

Contribuições para as políticas públicas

- As políticas públicas cumprem um papel de extrema relevância para as transformações na sociedade, podendo estimular, incentivar, fomentar e potencializar intervenções dos cidadãos no território, na paisagem. Elas têm o poder de colocar ações em andamento e, no que diz respeito ao cuidado com a água, podem promover a saúde das bacias hidrográficas, fomentando boas práticas e usos da terra mais benéficos. Nesse contexto, recuperar paisagens com agroflorestas, com o auxílio de mecanização adaptada para este fim, pode viabilizar essa transformação da paisagem em uma escala ampliada, causando impactos positivos na quantidade e na qualidade da água disponível à população.

- Agricultores orgânicos agroflorestais prestam um serviço à sociedade, desenvolvendo uma agricultura regenerativa, que conserva as águas e garante o futuro das próximas gerações. Contudo, esses agricultores possuem dificuldade em encontrar insumos e assistência técnica especializada, além de concorrerem de forma desleal com um mercado cheio de produtos baratos e contaminados por agrotóxicos¹² produzidos pela agricultura convencional. Subsidiar e apoiar a qualificação de uma agricultura que regenera e cuida dos territórios é de suma importância para manter vivas outras possibilidades de existência mais sustentáveis.

¹² A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) encontrou resíduos de agrotóxicos acima do limite permitido ou proibidos em 23% dos alimentos avaliados. Fonte: Programa de Avaliação de Resíduos de Agrotóxicos (PARA) e Plano Plurianual 2017-2020.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS



Genuína é a busca pelo desenvolvimento de uma agricultura ecologicamente positiva, economicamente viável e socialmente justa. A mecanização de sistemas agroflorestais torna mais barata e acessível a implantação de áreas produtivas biodiversas em maior escala, de modo que contribuam para a restauração do meio ambiente, conferindo ganho na produção de alimentos, outros bens e recursos de alto valor agregado, melhorando a renda e a viabilidade econômica dos empreendimentos rurais.

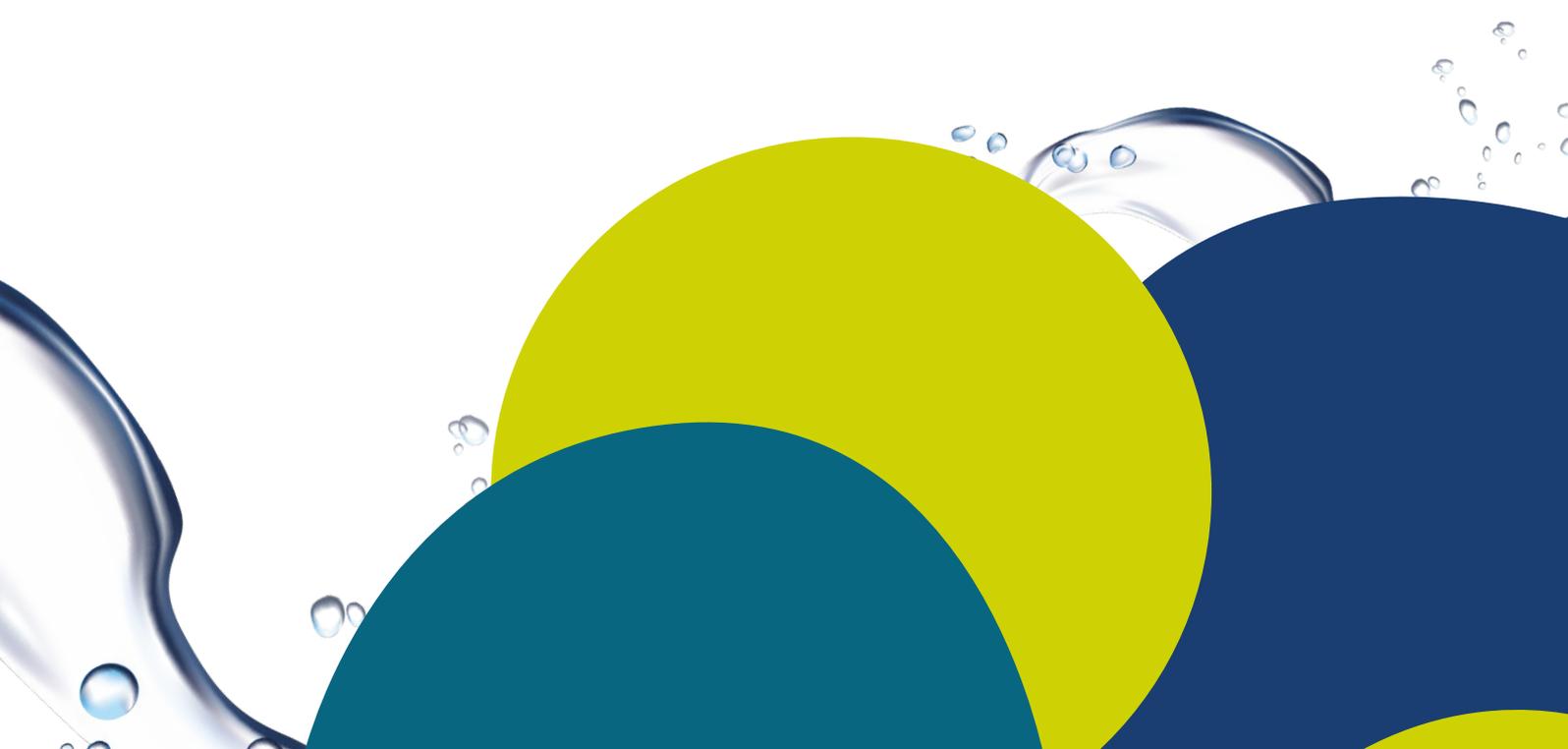
O projeto revelou o grande potencial da mecanização de SAF, sendo necessário que haja o desenvolvimento e o ajuste constante dos implementos, buscando a perfeita adaptação às atividades de campo e às diversas condições regionais. O investimento em novas tecnologias sustentáveis de agricultura em larga escala é uma grande oportunidade no atual cenário de mudanças climáticas, em que a agricultura, tal como é realizada na grande maioria dos casos, é um dos importantes colaboradores para o aquecimento do planeta e a degradação ambiental.

Ficou evidente nas entrevistas e nas análises dos resultados a importância da realização dos cursos, que conseguiram envolver os agricultores em torno da importância de se desenvolver uma forma de plantio agroflorestal tanto com base nas técnicas quanto nos princípios.

Os 20 hectares de SAF plantados nas bacias hidrográficas do Paranoá e do Descoberto apresentaram um bom desenvolvimento inicial. Embora a maioria das espécies plantadas nos SAF seja de produções no médio e no longo prazos, a inserção de espécies de ciclos curtos, como o milho e a abóbora, garantiu uma produção inicial que transformou a vida de muitos beneficiados. Essa realidade é vista como positiva para garantir o desenvolvimento dos SAF e foi presenciada em quase todas as áreas, destacando-se a importância desse tipo de iniciativa em áreas de reforma agrária, que, em geral, são áreas de vulnerabilidade social.

Fomentar mecanismos para a comercialização dos produtos das agroflorestas motivará os agricultores a cuidar e a manter suas áreas agroflorestais. Disponibilizar máquinas para os agricultores, com manutenção e orientação de uso, bem como facilitar o acesso a insumos pelos agricultores (preferencialmente adubos aceitos pela agricultura orgânica, além de mudas e sementes) tornarão mais viável a implementação de agroflorestas em escala.

A mudança de paisagem é visível: ambientes antes formados apenas por capins exóticos começam a ganhar uma estrutura florestal, em que as linhas de árvores ganham um acúmulo de matéria orgânica, acelerando-se o processo de mudança da estrutura do solo e de disponibilidade de nutrientes e infiltração da água. A satisfação dos agricultores em visualizar essa mudança, ao mesmo tempo em que



colhem alimentos e complementam sua renda, percebendo a importância desses ambientes, foi um fator importante para seu envolvimento nos SAF, com a perspectiva de manutenção e ampliação das áreas.

Como obstáculos, ficam evidentes as dificuldades apresentadas pelos beneficiados quanto aos manejos de podas, ao plantio das mudas de sementes e com o cuidado das plântulas emergentes. O enriquecimento do SAF com mais espécies florestais se mostrou muito relevante e recomendado, tendo-se em vista a falta de regeneração natural nos sistemas e a baixa presença de espécies nascidas de sementes, o que acarreta menor biodiversidade e resiliência dos sistemas implantados.

Evidencia-se a relevância de uma assistência técnica continuada e especializada para o desenvolvimento mais expressivo de sistemas agroflorestais. O fator de risco mais preocupante para o futuro das áreas é a presença do fogo nos territórios, pois os SAF trabalham com acumulação de biomassa, e a estação de seca no Distrito Federal é ampla e bem definida.

Espera-se que a rica experiência de implantação de sistemas agroflorestais mecanizados nas bacias do Descoberto e do Paranoá, conforme relatada nesta publicação, sirva de inspiração para a geração atual e as futuras. Trata-se de um sistema que proporciona restauração ambiental, renda para o produtor e alimento saudável para a população, de modo que pode solucionar grandes obstáculos encontrados pelas políticas públicas para prover e ofertar água de qualidade e quantidade suficientes para suprir todas as demandas da sociedade.



REFERÊNCIAS



AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília: ANA, 2019. 112 p. (a). Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/pnsh/pnsh.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). Usos da água Capítulo 13. p. 1-13. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: informe anual. Brasília: ANA, 2019. 100 p. (b). Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/Capitulo3.a73bfd1c.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2021.v

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (Para). **Relatório complementar relativo à primeira etapa do ciclo 2017-2020**. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/agrotoxicos/programa-de-analise-de-residuos-em-alimentos>. Acesso em: 25 mai. 2022.

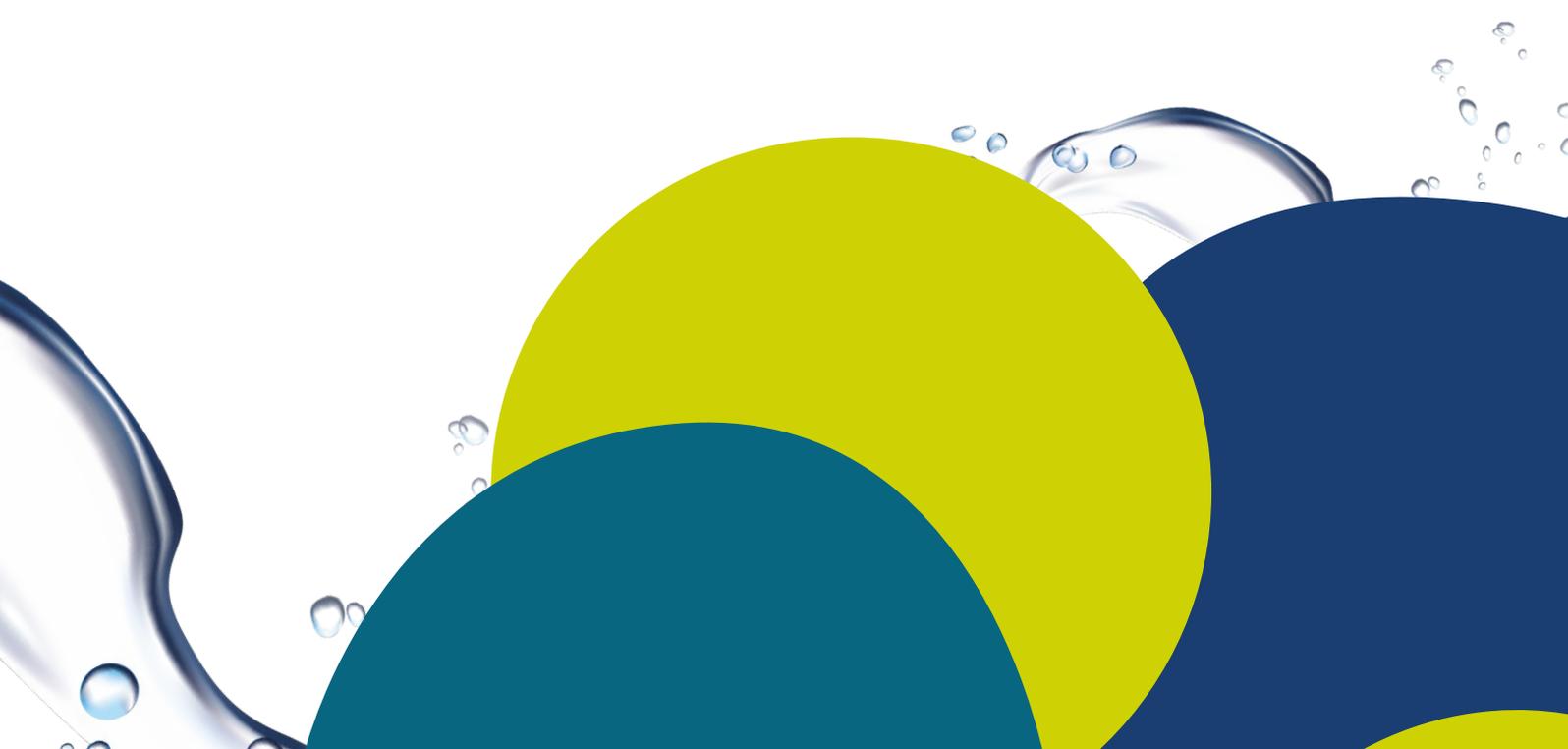
CORRÊA NETO, N. E. *et al.* **Agroflorestando o mundo de facão a trator**: gerando práxis agroflorestal em rede (que já une mais de mil famílias camponesas e assentadas). São Paulo: Programa Petrobras Socio-ambiental, 2016.

FAUSTINO, N. 2020. 93 p. **Índice Fuzzy de Vulnerabilidade Hídrica**: uma análise dos municípios brasileiros. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico). Instituto de Economia. Universidade de Campinas. Campinas-SP. Disponível em: bdtd.ibict.br/vufind/Record/CAMP_2a7b8df2b555060678dc64be2f964452. Acesso em: 20 jul. 2021.

GONÇALVES, R. Terra e água do Cerrado para a vida, não para o capital. **Matraquear das águas no Cerrado**. Anápolis: Sama, 2019. p. 219-240. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Biomas-brasileiros-com-destaque-para-a-localizacao-geografica-do_fig1_342993010. Acesso em: 20 jul. 2021.

RIGOTTO, R. M.; ROSA, I. F. Agrotóxico. *In*: CALDART, R. S. *et al.* (Org.). **Dicionário da educação do campo**. Rio de Janeiro; São Paulo: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio; Expressão Popular, 2012. p. 88-95. Disponível em: <https://www.epsjv.fiocruz.br/sites/default/files/1191.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2021.

MICCOLIS, A. *et al.* **Restauração ecológica com sistemas agroflorestais**: como conciliar conservação com produção. Opções para Cerrado e Caatinga. Brasília: Instituto Sociedade População e Natureza (ISPN); Centro Internacional de Pesquisa (Icraf), 2016. Disponível em: <https://www.florestal.gov.br/documentos/publicacoes/2316-restauracao-ecologica/file>. Acesso em: 5 jun. 2021.



REBELLO, J. F. S.; SAKAMOTO, D. G. **Agricultura sintrópica segundo Ernst Götsch**. São Paulo: Reviver, 2021. 153p.

ROOSE, E.; BLANCANEUX, P.; FREITAS, P. L. Um simple test de terrain pour évaluer la capacité d'infiltration et le comportement hydrodynamique des horizons pédologiques superficiels: méthodes et exemples. **Cahiers Orstom**: Série Pédologie, v. 28, n. 2, p. 413-419, 1993.

SAMBUICHI, R. H. R. *et al.* **Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica no Brasil**: uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável. Brasília: Ipea, 2017. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/144174_politica-nacional_WEB.PDF. Acesso em: 26 jul. 2022.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE (SEMA-DF). **Zoneamento ecológico-econômico do Distrito Federal**. Caderno Técnico. Zoneamento Final. Disponível em: http://www.zee.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/05/ZEEDF_CT04_Zoneamento-Final_03-Zoneamento-Final.pdf. Acesso em: 10 jun. 2021.

SOUSA, J. E. **Agricultura agroflorestal ou agrofloresta**. Recife: Centro Sabiá, 2016. Disponível em: <http://www.centrosabia.org.br/downloads/d81f3d3b25b1d9474c0c74027d6c208f>. Acesso em: 25 jul. 2021

TEIXEIRA, W. *et al.* **Decifrando a Terra**. Oficina de Textos, USP, 2000. Disponível em: <https://bit.ly/3nk5eJ2>. Acesso em: 20 jul. 2021.

THEODORO, S. H. *Cartinha da rochagem*, 2. ed. revisada (online). Brasília: Ideal, 2020.

REALIZAÇÃO

Secretaria do
Meio Ambiente

**GOVERNO DO
DISTRITO FEDERAL**

CONSULTORIA CONTRATADA



PARCEIROS COEXECUTORES



FINANCIADOR MULTILATERAL



AGÊNCIA IMPLEMENTADORA



AGÊNCIA EXECUTORA

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES