

Trabalho de Formatura

Curso de Graduação em Engenharia Ambiental

**AMPLIAÇÃO DO SISTEMA AGROFLORESTAL DA UNESP – RIO CLARO/SP:
PROPOSTA DE ESPAÇO EDUCATIVO PARA FORMAÇÃO TEÓRICA E PRÁTICA**

Nicolas Gabriel da Silva Calderón

Prof(a).Dr(a). Vania Silvia Rosolen

Rio Claro (SP)

2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

NICOLAS GABRIEL DA SILVA CALDERÓN

AMPLIAÇÃO DO SISTEMA AGROFLORESTAL DA UNESP-
RIO CLARO/SP: PROPOSTA DE ESPAÇO EDUCATIVO
PARA FORMAÇÃO TEÓRICA E PRÁTICA

Trabalho de Formatura apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.

Rio Claro - SP

2022

C146a

Calderón, Nicolas Gabriel da Silva

Ampliação do sistema agroflorestral da UNESP - Rio Claro/SP :
proposta de espaço educativo para formação teórica e prática / Nicolas
Gabriel da Silva Calderón. -- Rio Claro, 2022

68 p.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia
Ambiental) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de
Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro

Orientadora: Vania Silvia Rosolen

1. Agroecologia. 2. Sistemas agroflorestrais. 3. Agricultura
sustentável. 4. Ecologia agrícola. 5. Extensão universitária. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de
Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

NICOLAS GABRIEL DA SILVA CALDERÓN

AMPLIAÇÃO DO SISTEMA AGROFLORESTAL DA UNESP-
RIO CLARO/SP: PROPOSTA DE ESPAÇO EDUCATIVO
PARA FORMAÇÃO TEÓRICA E PRÁTICA

Trabalho de Formatura apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.


Comissão Examinadora

Vania Silvia Rosolen (orientadora)

Renata Cristina Bovi

Bruno Oliveira Garcia

Rio Claro, 09 de março de 2022.


Assinatura do(a) aluno(a)


assinatura do(a) orientador(a)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe Marcia e meu pai Gabriel, minha velha e meu velho que me permitiram trilhar essa caminhada e me apoiaram desde sempre. Agradeço a meu irmão Daniel e minha irmã Marisol pelo apoio e por sermos os irmãos que somos, todos vocês são minha base e minha raiz.

Agradeço a minha orientadora, professora Vania, por acreditar e me apoiar na construção dessa ideia, pela paciência, apoio e grandes aprendizados. Agradeço, as pessoas do grupo Gira-sol, por todos esses anos de vivências, amizades, construções, aprendizados, que me permitiram ter experiências transformadoras que carregarei para sempre, agradeço por terem me apoiado neste projeto, a todas as pessoas que mesmo de longe estavam torcendo para que se concretizasse a ideia, e agradeço aquelas que puderam participar presencialmente, viva a agroecologia!

Agradeço a minha companheira Raquel/Carrie, por todo apoio, companheirismo, conselhos e por ajudar muito em todas as etapas deste projeto, pelas mudas que fomos buscar, pelos manejos e por tudo. Agradeço as amigas Aikis e Mariana, e ao amigo Rafael/Urucum, vocês também foram fundamentais para que esse projeto ocorresse, me apoiaram, trabalharam demais, e me proporcionaram experiências inesquecíveis, foi ótimo todos os momentos que passamos.

Agradeço ao amigo Américo, aos amigos da república Refazenda em Araras, ao amigo Bruno/Fritura, e ao Consórcio PCJ, por todas as mudas doadas para o projeto, vocês foram incríveis. Agradeço aos funcionários da segurança da UNESP – Rio Claro por todas as conversas e apoio.

Agradeço aos amigos e amigas que fiz durante toda minha graduação, a República Fossa, local onde morei nos dois primeiros anos em Rio Claro, a República Sertão local que morei nos anos posteriores. Agradeço a UNESP – Rio Claro por todo conhecimento proporcionado, aos professores, professoras e funcionários em geral.

Enfim, agradeço a todos e todas nesta caminhada, por todo apoio, por todas amizades, momentos e aprendizados.

RESUMO

O *Campus* da UNESP – Rio Claro possui um sistema agroflorestral (SAF) implantado em 2010 e manejado pelo Grupo de Extensão em Agroecologia Gira-Sol. Este local é um importante espaço de capacitação, porém, sua estrutura e desenvolvimento com aproximadamente 12 anos, demandam manejos específicos e mais complexos. Com isso, é importante áreas de SAF com diferentes estruturas e idade para potencializar as experiências do grupo e interessados. Este trabalho teve como objetivo a ampliação do SAF no *campus* concebido como espaço para práticas educativas e atividades de extensão universitária assim como restaurar um espaço com paisagem degradada que foi usado como área de descarte de resíduos de construção do *campus*. Para atender a esses objetivos foram usados referenciais teóricos e conhecimentos práticos que auxiliaram no planejamento, implantação e manejo do sistema. A área foi dividida em dois módulos de implantação, denominados Módulo 1 e 2, e os processos de planejamento, implantação e manejo foram registrados com a descrição do desenvolvimento temporal da área e registros fotográficos. As interfaces entre teoria e práticas são discutidas, e por fim, se estabeleceu uma área que possa contribuir com as atividades e permita visitas em grupo. Após 1 ano e 2 meses desde a implantação do SAF verificou-se que houve possível aumento na capacidade fotossintética da área, aumento na biodiversidade, na biomassa vegetal, melhora qualitativa do solo, atração de fauna e interações ecológicas.

Palavras-chave: 1. Agroecologia. 2. Sistemas agroflorestrais. 3. Agricultura sustentável. 4. Ecologia agrícola. 5. Extensão universitária.

ABSTRACT

The UNESP – Rio Claro Campus has an agroforestry system (SAF) implemented in 2010 and managed by the Gira-Sol Agroecology Extension Group. This place is an important training space, however, its structure and development with approximately 12 years, demand specific and more complex managements. Therefore, it is important to have FAS areas with different structures and ages to enhance the experiences of the group and stakeholders. This work aimed to expand the SAF on the campus, conceived as a space for educational practices and university extension activities, as well as a restoring space with a degraded landscape that was used as an area for the disposal of construction waste of the campus. To achieve these objectives, theoretical references and practical knowledge were used, which helped in the planning, implementation and management of the system. The area was divided into two implementation modules, called Module 1 and 2, and the planning, implementation and management processes were recorded with a description of the temporal development of the area and photographic records. The interfaces between theory and practices are discussed, and finally, an area was established that can contribute to the activities and allow group visits. After 1 year and 2 months since the implementation of the SAF, it was verified that there was a possible increase in the photosynthetic capacity of the area, increase in biodiversity, in plant biomass, qualitative improvement of the soil, attraction of fauna and ecological interactions.

Keywords: 1. Agroecology. 2. Agroforestry. 3. Sustainable agriculture. 4. Agricultural ecology. 5. University Extension.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Área destinada a implantação do sistema agroflorestal	26
Figura 2 - Área em processo de degradação ambiental: erosão, compactação do solo e baixa biodiversidade	26
Figura 3 - Estrutura geral dos canteiros do Módulo 1	31
Figura 4 - Croqui do Desenho Agroflorestal 1	33
Figura 5 - Área com piquetes delimitando canteiros e caminhos do Módulo 1	34
Figura 6 - Módulo 1 após capina dos canteiros e cobertura com palha.....	34
Figura 7 - Canteiro em formato abaulado	35
Figura 8 - Estrutura de plantio com troncos de árvores e calhas de bananeira.....	36
Figura 9 - Vista diagonal do Módulo 1 com plantio finalizado.....	37
Figura 10 - Vista frontal do Módulo 1 com plantio finalizado	37
Figura 11 - Estrutura geral dos canteiros do Módulo 2	40
Figura 12 - Croqui do Desenho Agroflorestal 2	41
Figura 13 - Área com piquetes delimitando canteiros e caminhos do Módulo 2	42
Figura 14 - Início da construção do canteiro no Módulo 2.....	43
Figura 15 - Canteiro erguido e aplainado no Módulo 2.....	44
Figura 16 - Disposição das mudas nos canteiros antes do plantio.....	45
Figura 17 - Muda de Tamarindo (<i>Tamarindus indica</i>) plantada e sementes de Feijão de porco (<i>Canavalia ensiformis</i>) em linhas para adubação verde	46
Figura 18 - Plantio no canteiro agrícola, em linhas perpendiculares ao canteiro. Da esquerda para direita Milho, Feijão de corda e Milho.	47
Figura 19 - Desenvolvimento do Módulo 1 no 1º mês	55
Figura 20 - Girassol e caju no Módulo 1	55
Figura 21 - Desenvolvimento do Módulo 1 no 2º mês	56
Figura 22 - Quiabo e milho nos canteiros.....	56
Figura 23 - Pitanga e Jatobá.....	57
Figura 24 - Quiabo, mandioca, banana, castanha do maranhão e caju	57
Figura 25 - Desenvolvimento do Módulo 1 no 4º mês	57
Figura 26 - Abóboras moranga e kabocha	58
Figura 27 - Aspectos do solo e minhocas	58
Figura 28 - Desenvolvimento do sistema agroflorestal no 8º mês	59
Figura 29 - Canteiro (C2), com plantio de hortaliças após plantio de adubação verde	59

Figura 30 - - Canteiro (C2), com plantio de hortaliças após plantio de adubação verde em setembro de 2021	60
Figura 31 - Desenvolvimento do Módulo 1 com 1 ano e 2 meses	60
Figura 32 - Diversidade de espécies canteiro florestal (C1).....	61
Figura 33 - Mamões canteiro (C1).....	61
Figura 34 - Vista para canteiros C2, C3, C4.....	62
Figura 35 - Canteiros C3 e C4	62
Figura 36 - Vista para canteiros C7 e C6.....	63
Figura 37 - Vista do Módulo 2	63
Figura 38 - Bananeiras em meio a Flores cosmos no Módulo 2	64
Figura 39 - Canteiro (C1) do Módulo 2.....	64
Figura 40 - Caixa para abelhas solitárias entre os Módulos 1 e 2	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Espécies reunidas para o Módulo 1	30
Quadro 2 - Espécies reunidas para o Módulo 2	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS.....	11
3	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11
3.2	Os ecossistemas naturais e os agroecossistemas.....	11
3.3	A agricultura convencional.....	15
3.4	A agroecologia como alternativa	18
3.5	Os sistemas agroflorestais (SAF).....	21
4	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	25
5	METODOLOGIA	27
5.2	Implantação do SAF - Módulo 1	29
5.2.1	Montagem do Desenho Agroflorestal 1	29
5.2.2	Preparo da área para implantação.....	33
5.2.3	Plantio das espécies no sistema	35
5.3	Implantação do SAF - Módulo 2	38
5.3.1	Montagem do Desenho Agroflorestal 2	38
5.3.2	Preparo da área para implantação.....	41
5.3.3	Plantio das espécies no sistema	44
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
6.2	Espacialidade e potencialidade da área do sistema.....	47
6.3	Observações da teoria e prática do manejo agroflorestal no desenvolvimento do sistema	49
6.4	Registro fotográfico de acompanhamento do desenvolvimento temporal do sistema	55
6.4.1	Módulo 1	55
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
	REFERÊNCIAS	67

1 INTRODUÇÃO

O *campus* da UNESP de Rio Claro possui um sistema agroflorestal (SAF) implantado em meados de 2010, próximo ao atual Departamento de Biodiversidade. Essa implantação foi realizada pelo Grupo de Extensão em Agroecologia Gira-Sol, que maneja e realiza diversas atividades na área desde esse período. O Grupo Gira-sol, como é conhecido, atua principalmente em atividades de extensão universitária, que atingem pessoas de diversas idades e perfis. Dentre essas atividades se destacam contribuições para a transição agroecológica em assentamentos da área rural, atividades com escolas, prefeituras e oferecimento de oficinas e capacitações, com temas voltados principalmente a agroecologia, sistemas agroflorestais e educação ambiental.

A área de SAF no *campus*, se tornou um importante espaço de capacitação, tanto dos membros do grupo, quanto das pessoas que participam das atividades de extensão oferecidas, e permite, um envolvimento prático de aplicação teórica, que tem se mostrado promissor na formação dos participantes. Porém, esta área, com aproximadamente 12 anos, está em um momento da sucessão ecológica do sistema, que tem demandado manejos agroflorestais mais avançados, como por exemplo podas em altura. Isso se deve ao estágio de sucessão ecológica e estrutura que o sistema atingiu, em que o manejo, está pautado principalmente na poda de árvores, muitas delas de grande porte.

Com isso, esses manejos avançados, apesar de ser um ótimo aprendizado que é permitido por esta área do sistema, tem dificultado a visualização dos conceitos teóricos na prática para iniciantes no tema, e concentra o aprendizado de manejo agroflorestal apenas em uma área de sistema avançado, o que se diferencia dos manejos demandados no começo de SAF. Nesse sentido, havia uma demanda de se realizar uma extensão de SAF, para enriquecer o aprendizado do grupo e potencializar as possibilidades de atividades de extensão universitária.

Os sistemas agroflorestais, em geral, consistem em tipos de uso da terra em que cultivos agrícolas, árvores e animais, podem ser consorciados ao mesmo tempo, ou em sequência temporal, em diferentes arranjos desses componentes, tendo como obrigatoriedade a árvore nesses arranjos. Esses sistemas permitem espaços com maior biodiversidade, e são uma interessante alternativa para produção agrícola e recuperação de áreas degradadas, além disso, são sistemas em que a complexidade, permite uma infinidade de aprendizados e estudos sobre como funcionam seus processos e estruturas.

Dito isto, este trabalho ampliou o SAF do *campus*, por meio da implantação de um novo sistema em nova área, que está contígua a área de sistema mais avançado e, não possuía um uso definido. A implantação foi realizada em dois módulos denominados Módulo 1 e Módulo 2, e para isso foram aplicados conceitos teóricos e manejos práticos, em que as experiências vivenciadas como membro do Grupo Gira-Sol e com agricultores, que dispunham de amplo conhecimento popular, também contribuíram. Com esta aplicação, se visou formar um espaço que permita contribuir com as futuras atividades do Grupo Gira-Sol e interessados, além de permitir exercitar as práticas de manejo e os conceitos teóricos.

Este trabalho está organizado de maneira que apresenta o referencial teórico estudado e permita acompanhar o processo de planejamento e implantação dos módulos. Além disso, são realizadas observações sobre o desenvolvimento da área, e as relações da teoria com a prática. Espera-se que a própria leitura possa auxiliar para a continuação do desenvolvimento de mais atividades nesta área de implantação e no sistema agroflorestal mais avançado, implantado em 2010.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi aplicar conceitos teóricos estudados sobre Agroecologia e Sistemas Agroflorestais (SAF), para ampliar o SAF da UNESP de Rio Claro – SP e acompanhar o desenvolvimento desta implantação. Além, de visar que a área, permita, ao Grupo de Extensão em Agroecologia Gira-Sol e interessados, exercitar práticas de manejos agroflorestais, além, de possibilidades de visitas técnicas de campo, oficinas, capacitações, atividades de educação ambiental, pesquisas científicas e diversas outras atividades que contribuam com o grupo e com a disseminação da agroecologia.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

3.2 Os ecossistemas naturais e os agroecossistemas

A intensificação da ação humana sobre a natureza forçou o ser humano a reconhecer a existência de ecossistemas naturais e de ecossistemas controlados pela ação humana, o que de certa forma, confere ao ser humano uma separação da natureza, embora este seja parte integrante dela (PASCHOAL, 2019). Neste item, serão apresentados brevemente os conceitos básicos de ecossistemas naturais e agroecossistemas, que são fundamentais para compreender

os processos ecológicos nos sistemas, na busca do desenvolvimento de uma agricultura mais sustentável.

Segundo Gliessman (2005) os ecossistemas são sistemas funcionais de relações complementares entre organismos vivos e seu ambiente, delimitado por fronteiras escolhidas arbitrariamente, em que no espaço e no tempo há um equilíbrio dinâmico, com tendência a estabilidade. O autor destaca duas partes que compõem um ecossistema:

1. A estrutura do sistema, parte física, com componentes estruturais básicos, que são os fatores bióticos (organismos vivos interagindo no ambiente) e abióticos (componentes químicos e físicos como solo, luz, umidade e temperatura);
2. A função do sistema, composta por processos dinâmicos, em que os mais fundamentais são o fluxo de energia e a ciclagem de nutrientes, e também há, os mecanismos reguladores de população e a estabilidade do sistema. Esses processos serão posteriormente retomados.

Os agroecossistemas são considerados ecossistemas artificiais implantados pelo ser humano para obtenção de alimentos, fibras, bebidas, drogas medicinais, estimulantes etc (PASCHOAL, 2019). Consiste em um local de produção agrícola, também com fronteiras arbitrárias, compreendido como um ecossistema e, portanto, permite que os sistemas de produção agrícola sejam analisados como um todo, incluindo análise dos insumos e produção, e as interconexões entre os componentes deste sistema (GLIESSMAN, 2005).

Os limites exatos de um agroecossistema são difíceis de traçar, entretanto, é importante entender que se trata de um sistema aberto que recebe insumos do exterior, obtendo como resultado, produtos que podem ser exportados para fora dos limites (ALTIERI, 2012). Para Gliessman (2005), os limites do sistema, em termos práticos, devem ser traçados, no intuito de delimitar o que é interno e externo ao agroecossistema, principalmente para se analisar os insumos, ou seja, o que vem de fora para dentro do sistema. O autor destaca - insumos humanos - como agrotóxicos, fertilizantes inorgânicos, sementes híbridas, combustíveis fósseis, irrigação, maquinários; e - insumos naturais - como radiação solar, precipitação, vento, sedimentos e propágulos de plantas.

Outro fator importante, descrito em Paschoal (2019) são que os ecossistemas mais complexos tendem a ser mais estáveis, portanto, a estabilidade aumenta proporcionalmente ao número de ligações tróficas nas teias alimentares, e quando, perturbados por forças externas esta é dissipada entre as várias partes integrantes que o compõem. Em contrapartida, o autor afirma que sistemas simplificados tendem a instabilidade e, portanto, tem maior dificuldade de forças externas serem dissipadas entre as poucas partes integrantes.

Em Altieri (2012), este fator de instabilidade também é ressaltado, na comparação com os ecossistemas naturais, em que um agroecossistema possui composição e estrutura mais simplificadas, e, portanto, maior instabilidade. O autor afirma que a instabilidade se deve as modificações impostas pelo próprio ser humano, em que essas modificações afastaram os ecossistemas agrícolas dos ecossistemas naturais, ao ponto de que ambos se tornaram profundamente diferentes em estrutura e funcionamento. O autor ainda destaca que a agricultura moderna tem com a monocultura a forma extrema da simplificação da natureza.

Para compreender a natureza simplificada e instável dos agroecossistemas, perante os ecossistemas naturais, Paschoal (2019) relacionou ambos com processo de sucessão ecológica. O autor considerou o processo sucessório como a gradativa substituição de espécies pioneiras e oportunistas, que tem características de alta dispersão e colonização de áreas descobertas, por espécies estáveis, que são mais persistentes, com menor capacidade dispersiva, em que, nesse processo, as comunidades vegetais, e conseqüentemente animais, criam condições ambientais para as comunidades da próxima etapa da sucessão.

O autor, então, traz que estruturas simples, monoestratificadas das espécies oportunistas são no processo sucessório substituídas por estruturas mais complexas e multiestratificadas. E, afirma, que a agricultura utiliza espécies de plantas oportunistas, que são as que crescem rapidamente e dirigem grande parte da energia fixada para estruturas reprodutivas, como os grãos, e por vezes, utiliza plantas em estádios intermediários da sucessão, como as que formam órgão de armazenamento subterrâneo, por exemplo, batata e mandioca, e/ou arbustos e árvores frutíferas.

Em Gliessman (2005), o autor destaca algumas funções dos ecossistemas naturais, relacionado a processos dinâmicos, e em seguida faz uma comparação desses mesmos processos em um agroecossistema. Esses pontos serão apresentados abaixo em tópicos. O funcionamento de ecossistemas naturais:

1. Fluxo de energia – No ecossistema a energia flui de fontes externas para dentro do sistema, abastecendo seu funcionamento básico; Essa entrada de energia é resultado da captação da energia solar; Essa energia é captada pelas plantas e fica em sua biomassa, que é fonte de alimento para os herbívoros; A biomassa animal dos herbívoros é por sua vez consumida pelos carnívoros e parasitas; A matéria não consumida é decomposta por microrganismos; E assim a energia flui pela estrutura do ecossistema de forma uni-direcional; A energia sai do sistema principalmente na forma de calor, dada pela respiração e decomposição.

2. Ciclagem de nutrientes – Os organismos de um ecossistema requerem entrada de matéria; Essa matéria consiste em nutrientes, transferida pela biomassa entre os níveis tróficos; Diferente da energia que é uni-direcional, os nutrientes movem-se em ciclos; Esses ciclos são conhecidos por ciclos biogeoquímicos, e movem-se entre os componentes bióticos e abióticos;
3. Regulação de populações – As populações são dinâmicas em um ecossistema, seu tamanho e os organismos individuais que as compõem variam com o tempo; O tamanho de uma população também é determinado pelas relações desta população com outra e com o ambiente; Espécies mais tolerantes as condições ambientais e com maior habilidade de interação com outras espécies, será mais comum em grandes áreas; Algumas interações entre as espécies são a competição por recursos, e o mutualismo, em que ambas espécies se beneficiam de uma interação.
4. Estabilidade – Os ecossistemas são dinâmicos, organismos surgem e morrem, há ciclagem de matéria, as populações aumentam e encolhem, os organismos se deslocam; Apesar do dinamismo, os ecossistemas tendem a estabilidade, que se deve a complexidade dos ecossistemas e a diversidade de espécies; Essa estabilidade confere capacidade de resistir a perturbações ou de se recuperar da perturbação quando ela ocorre; A estabilidade junto ao dinamismo dos ecossistemas atuam no conceito de equilíbrio dinâmico.

Com esses 4 processos descritos, Gliessman (2005) comparou os ecossistemas naturais e os agroecossistemas, também nestes 4 tópicos:

1. Fluxo de energia – Nos agroecossistemas o fluxo de energia é bastante alterado pela interferência humana; Há muitos insumos de fonte humana que entram no sistema e não são auto-sustentáveis; Os agroecossistemas então se tornam sistemas abertos, em que parte considerável da energia sai do sistema na época da colheita, ao invés de ser armazenada na biomassa dentro do sistema.
2. Ciclagem de nutrientes – Na maioria dos agroecossistemas, a reciclagem de nutrientes é mínima; O sistema perde nutrientes com a colheita ou como resultado de lixiviação ou erosão, devido à grande redução nos níveis de biomassa permanente no sistema; A frequente exposição do solo, sem cobertura, entre as plantas cultivadas e entre as épocas de cultivo, também originam

grandes perdas de nutrientes; Para repor as perdas, são utilizados intensamente insumos externos, fabricados a base do petróleo.

3. Mecanismos reguladores de população – Nos agroecossistemas, a simplificação do ambiente e redução nas interações tróficas faz com que, dificilmente, populações de plantas cultivadas ou de animais sejam auto-reprodutoras ou auto-reguladoras; A diversidade biológica é reduzida, há simplificação das estruturas tróficas e muitos nichos não são ocupados; Há alto perigo de pragas e erupção de doenças.
4. Estabilidade – A diversidade funcional e estrutural dos agroecossistemas são reduzidas quando comparadas aos ecossistemas naturais; Isso confere aos agroecossistemas menor resiliência;

Para Altieri (2012) a compreensão da ecologia dos agroecossistemas são fundamentais para surgirem novas percepções e alternativas de manejo que convergem com os objetivos de uma agricultura mais sustentável. Este tópico, portanto, foi para mostrar, brevemente, como os processos ecológicos ocorrem nos ecossistemas naturais e nos agroecossistemas, o que facilita a compreensão da característica instável dos agroecossistemas, e como buscar torna-los mais complexos e resilientes, discutidos por meio da agroecologia no tópico 3.4. e na prática dos sistemas agroflorestais no tópico 3.5.

3.3 A agricultura convencional

A agricultura convencional é uma atividade humana que promove a simplificação da natureza em vastas áreas, substituindo a diversidade natural por um número reduzido de plantas cultivadas e animais domesticados, tendo com a monocultura a expressão máxima desse processo de simplificação (ALTIERI, 2012). O foco principal deste tópico é a demonstração de algumas práticas da agricultura convencional, que causam impactos ambientais negativos no ambiente, e convergem com uma visão reducionista, que diverge dos processos e funções sistêmicas dos ecossistemas naturais.

A agricultura convencional trabalha com fatores, de forma analítica, temática e sintomática, ou seja, em suas práticas gerais há uma busca por combater sintomas e não as causas que podem estar afetando negativamente o agroecossistema (PRIMAVESI, 2001). Nesse sentido, essa visão argumenta que qualquer fator limitante que afete a produtividade, pode ser superado com tecnologias alternativas, porém desconsidera que esses fatores limitantes são

sintomas de um distúrbio sistêmico gerado por desequilíbrios no agroecossistema (ALTIERI, 2009).

Para Feiden (2011) apesar de algumas práticas da agricultura convencional ter gerado um ganho de produtividade, a aplicação dessa visão mecanicista e reducionista aos sistemas naturais, produziram efeitos negativos como degradação do solo, uso excessivo de água, poluição do ambiente, dependência de insumos externos e perda da diversidade ecológica. O autor, ainda destaca, a não preocupação na conservação e reciclagem de nutrientes no agroecossistema.

Nesse sentido, Gliessman (2005) afirma que esses métodos da agricultura convencional são principalmente para atender a dois objetivos que se relacionam, que são a maximização da produção e a maximização do lucro. Esses objetivos são buscados com 6 práticas principais, segundo o autor, que são o cultivo intensivo do solo, monocultura, irrigação, aplicação de fertilizante inorgânico, controle químico de pragas e manipulação genética de plantas cultivadas. Essas práticas são resumidas, a seguir, em tópicos:

1. Cultivo intensivo do solo: Arar o solo completa, profunda e regularmente, para afofar sua estrutura; Busca permitir melhor drenagem, desenvolvimento das raízes, aeração e semeadura mais fáceis; Geralmente as áreas são aradas diversas vezes, quando são cultivos de curta duração, com uso de maquinaria pesada; Essa prática degrada a qualidade do solo, com a redução da matéria orgânica e compactação por máquinas; A fertilidade do solo é reduzida e prejudica sua estrutura, aumentando chances de compactação, além do aumento de erosão.
2. Monocultura: Planta-se apenas um tipo de cultura em uma área, geralmente extensa; Está diretamente relacionada as outras práticas da agricultura moderna; Permitem o uso mais eficiente da maquinaria agrícola, criam economias de escala para compra de insumos, favorecem cultivo intenso do solo, aplicação de agroquímicos, irrigação e variedades especializadas de plantas; Vastos cultivos da mesma planta favorecem o aparecimento de pragas, com isso a monocultura recorre aos agrotóxicos.
3. Fertilização sintética: Fertilizantes produzidos a partir de combustíveis fósseis e mineração; São de fácil aplicação nas culturas e satisfazem as necessidades das plantas a curto prazo; São facilmente lixiviados, principalmente em áreas

irrigadas; Podem causar eutrofização quando alcançam rios, lagos e córregos; Seu preço no mercado varia acompanhando o preço do petróleo.

4. Irrigação: A agricultura é um grande usuário de água, causando impactos diversos, podendo ter efeito sobre a hidrografia regional, quando há excesso de áreas irrigáveis; Com frequência a água subterrânea é bombeada mais rapidamente do que renovada pelas chuvas, causando rebaixamento da terra; A irrigação excessiva também aumenta a lixiviação dos fertilizantes nas lavouras e aumenta a taxa de erosão do solo.
5. Controle químico de pragas e ervas adventícias: O uso de agrotóxicos baixam população de pragas a curto prazo, mas também matam seus predadores naturais, e as pragas podem recuperar-se e atingir população maior do que antes; Ocorre seleção natural em populações de pragas expostas continuamente a agrotóxicos, criando fenômeno de aumento de resistência ao mesmo; Quando a resistência aumenta, o agricultor aplica quantidades maiores de agrotóxicos, ou usam outro princípio ativo mais forte; Gera dependência dos agricultores ao insumo; Causam impacto no ambiente e na saúde humana.
6. Manipulação de genomas: Geração de sementes modificadas geneticamente de maneira artificial; Sementes que dependem do uso de insumos para sucesso na lavoura.

Como visto, esse conjunto de práticas da agricultura convencional causam diversos impactos ambientais negativos e mostram um afastamento da estrutura e dos processos ecológicos descritos anteriormente no tópico 3.2. Esse fato pode ser exemplificado na dependência direta de insumos externos, com reciclagem mínima dos nutrientes no próprio agroecossistema; na monocultura, homogeneizando a paisagem e desprezando o fator diversidade dos ecossistemas naturais; e no uso de agrotóxicos, inserido no ambiente e o contaminando com produtos tóxicos.

Essas práticas combatem sintomas, e uma ou mais práticas, são desenvolvidas, em parte, para combater o sintoma negativo gerado pela outra prática. Por exemplo, a monocultura gera instabilidade no sistema e grande oferta de alimento para predadores, o que atrai mais facilmente pragas, com isso, se combate esse sintoma com o uso de agrotóxicos. O solo é arado profundamente e constantemente, ocasionando sua degradação e perda da matéria orgânica, e para esse sintoma se utilizam os fertilizantes. Devido a exposição do solo, frequente nesta agricultura, parte desses fertilizantes são lixiviados. E para resistir a essas aplicações excessivas

de químicos se faz a manipulação genética das plantas, criando variedades dependentes dos insumos.

Uma cadeia de impactos sistêmicos é gerada a partir destas práticas. Dentre os impactos, estão os sobre a biodiversidade, como a perda de habitats naturais, devido expansão das áreas agrícolas; A homogeneização das paisagens agrícolas, com reduzido valor de habitat para a vida silvestre; Perda de biodiversidade devido uso de agroquímicos; Erosão genética por uso de cultivares uniformes de alto rendimento (ALTIERI, 2012).

Outro impacto ambiental relevante, está associado a degradação do solo, que segundo Gliessman (2005), pode envolver salinização, alagamento, compactação, contaminação por agrotóxicos, declínio na qualidade da sua estrutura, perda de fertilidade e erosão. O autor destaca, que a erosão é o mais difundido, com uma relação direta de causa-efeito com a agricultura convencional. Afirma que o preparo intensivo do solo, combinado com monocultivo e rotações curtas, expõe o solo aos efeitos erosivos do vento, da chuva e irrigação, perdendo matéria orgânica do mesmo, o que torna grande parte do solo agrícola mundial menos fértil.

O entendimento de como funcionam, brevemente explicado, os processos da agricultura convencional, são importantes para se traçar o raciocínio sobre como a substituição dos ecossistemas naturais por agroecossistemas que se afastam dos princípios ecológicos, pode ser danosa ao ambiente. E, permite, comparar as práticas dessa agricultura com as oferecidas por outras propostas e visões, de como tornar os agroecossistemas mais sustentáveis.

3.4 A agroecologia como alternativa

A agroecologia estuda holisticamente os agroecossistemas, abrangendo todos os elementos ambientais e humanos, disponibilizando o conhecimento e as metodologias necessárias, para desenvolver uma agricultura ambientalmente adequada, altamente produtiva, socialmente equitativa e economicamente viável (ALTIERI, 2012). Este tópico apresenta algumas definições e princípios da agroecologia, que nortearam o desenvolvimento deste trabalho em suas aplicações práticas e teóricas.

Os princípios e métodos ecológicos são alicerces fundamentais na agroecologia, que é definida como uma ciência que aplica conceitos e princípios ecológicos no desenho e manejo de agroecossistemas sustentáveis (GLIESSMAN, 2005). Além da dimensão ecológica, a agroecologia inclui no estudo dos agroecossistemas, as dimensões sociais e culturais, e busca incentivar uma abordagem científica que valorize os saberes locais e tradicionais (ALTIERI, 2009).

Para Altieri e Nicholls (2000), a compreensão dessas dimensões no agroecossistema, demandam um entendimento integrado, que quando analisada pela especialização científica de cada área, cria-se uma barreira para esse entendimento, e quando várias disciplinas se juntam para estudar o sistema, a compreensão integral pode ser limitada, devido à falta de um enfoque comum. Os autores afirmam, portanto, que o paradigma agroecológico provê esse enfoque comum, permitindo entender as relações entre as várias disciplinas e a unidade de estudo, no caso, o agroecossistema e todos seus componentes.

Nesse sentido, a agroecologia está reunindo as bases para um novo paradigma científico, divergente do paradigma convencional da ciência, buscando ser integrador e rompendo com o isolacionismo das ciências praticado pelo paradigma cartesiano, logo, a agroecologia não se enquadra no paradigma convencional, cartesiano e reducionista da simplificação (CAPORAL, 2009). Nos fundamentos da agroecologia, sua base científica é holística, sintética e causal, enfocando o todo e trabalhando com ciclos e sistemas. (PRIMAVESI, 2001).

Com isso, a agroecologia, além de um manejo ecológico dos recursos naturais, visa, por meio de uma abordagem sistêmica, contribuir para o redirecionamento da coevolução social e ecológica, nas suas mais diferentes interrelações e mútua influência e, integra, o saber tradicional e popular dos agricultores ao conhecimento científico, construindo, assim, novos saberes socioambientais (CAPORAL, 2009). Esses saberes locais são fundamentais, por exemplo, em um processo de transição de uma agricultura convencional para agroecológica, em que se destacam os métodos participativos e as ações sociais coletivas, valorizando as especificidades culturais e ambientais do local, e recriando a heterogeneidade do meio rural (GUZMAN, 2001).

Para Gliessman (2005), alguns fatores são essenciais para se buscar uma agricultura mais sustentável e, portanto, é importante destacarmos, pois auxilia a entender as práticas buscadas pela agroecologia, esses fatores são:

- Ter efeitos negativos mínimos no ambiente e não liberar substâncias tóxicas ou nocivas na atmosfera, água superficial ou subterrânea;
- Preservar e recompor a fertilidade, prevenir erosão e manter saúde ecológica do solo;
- Usar água sem comprometer a recarga dos aquíferos, o ambiente e o abastecimento humano;

- Substituir insumos externos pela promoção da ciclagem dos nutrientes, melhor conservação e ampliação do conhecimento ecológico;
- Valorizar e conservar a diversidade biológica nas paisagens;
- Garantir igualdade de acesso a práticas, conhecimento e tecnologias agrícolas e possibilitar o controle local dos recursos agrícolas.

Para se atender a esses fatores, alguns exemplos de práticas são as rotações de cultura, os policultivos ou cultivos consorciados, os cultivos de cobertura e os sistemas agroflorestais, que possuem características comuns, de manter cobertura vegetal para conservação da água e do solo, fornecer matéria orgânica, fomentar ciclagem de nutrientes e promover regulação ecológica de pragas (ALTIERI, 2012). Para a construção prática da agroecologia, é importante ressaltar, que não há receitas prontas de como construir esses sistemas agroecológicos, e sim, há princípios e práticas que devem ser aplicados, para promover os processos ecológicos e construir sistemas que se aproximem do funcionamento dos ecossistemas naturais (FEIDEN, 2011).

É importante destacar que a agroecologia não consiste em substituir insumos, ou seja, não é agroecológico apenas trocar fatores químicos por orgânicos, é necessário se trabalhar os ciclos e princípios da natureza no agroecossistema, se analisando as causas do que está ocorrendo e não apenas os sintomas (PRIMAVESI, 2016). A análise sobre as pragas, por exemplo, é feita pela agroecologia se buscando alternativas que entendam o porquê das pragas estarem ocorrendo e maneiras de lidar com a situação, e não apenas combater esse sintoma, com a introdução dos agrotóxicos no sistema.

Altieri e Nicholls (2000), descrevem que agregar biodiversidade nos agroecossistemas, tem demonstrado resultados promissores no manejo de pragas. Os autores afirmam que é possível criar condições no sistema em que as pragas são estabilizadas, por meio do planejamento de sistemas diversificados, que favoreçam, por exemplo, o aparecimento de inimigos naturais, ou que forneçam outras fontes de alimentação para as pragas, como pólen e néctar, criando uma regulação ecológica dessas populações

Primavesi (2016) considera 6 pontos básicos para promover a agroecologia tropical, que auxiliam na convergência do funcionamento dos agroecossistemas a partir dos processos ecológicos, que são:

1. Agregar o solo: Usar a matéria orgânica para cobrir o solo superficialmente com uma camada protetora. Podem ser usados todos os tipos de palhada,

roçagem de adubos verdes, raízes. A matéria é posta superficialmente, pois ali estão bactérias ativas que produzem geleias coloidais.

2. Proteger o solo: Consiste na proteção contra o vento, o dessecamento, impacto das chuvas. Feita pela camada de matéria orgânica acumulada na superfície, por plantios adensados e também por plantios consorciados.
3. Aumentar a biodiversidade: Criar estratégias para sair do monocultivo. Podem ser elas rotação de culturas, adubação verde diversificada, consórcios entre as espécies, inclusão de árvores no sistema.
4. Aumentar o sistema radicular: Evitar que se criem compactações no solo; Fortalecendo o crescimento das raízes. Plantar variedades diferentes, incentivando crescimento horizontal das raízes. Enriquecer o solo com matéria orgânica e consorciando espécies.
5. Manter a saúde vegetal pela alimentação equilibrada (Trobiose): Consiste em manter um equilíbrio no sistema, em que o excesso e a falta de nutrientes para as plantas podem causar impactos negativos.
6. Proteção dos cultivos e pastos contra ventos e brisas constantes: A proteção contra o vento aumenta a umidade na paisagem. Ela pode ser feita por “quebra-ventos”, que são espécies que ficam no sistema para essa função, podem ser plantas anuais como milho, plantas arbustivas como guandu, bananeiras ou árvores.

Portanto, reunindo os fatores estudados, é possível se observar que a prática da agroecologia busca uma aproximação com os ecossistemas naturais, e com isso, tende a complexidade de sua estrutura e função, atendendo a requisitos de uma agricultura mais sustentável. Para isso são desenvolvidas algumas possibilidades de sistemas com manejos específicos, mas que seguem pontos em comum. No caso deste trabalho, especificamente, foi estudado, implantado e manejado o sistema agroflorestal.

3.5 Os sistemas agroflorestais (SAF)

Os sistemas agroflorestais, consistem em sistemas e tecnologias de uso da terra, em que lenhosas perenes (árvores, arbustos, palmeiras, bambus etc.) e cultivares agrícolas e/ou animais são utilizados na mesma unidade de manejo da terra, organizados em um arranjo espacial e sequência temporal (NAIR, 1993). Existem diversos tipos desse sistema, desde os mais simples,

com poucas espécies e baixa intensidade de manejo, até os mais complexos, com alta biodiversidade e alta intensidade de manejo (MICCOLIS, et al. 2016).

A partir desta definição, o SAF possui 3 componentes básicos, que são o componente arbóreo, agrícola e animal, que são organizados no espaço e no tempo, nos chamados arranjo espacial e temporal (NAIR,1993). A combinação desses componentes, simultânea ou sequencialmente, formam 3 estruturas, que são: A agrossilvicultura, em que árvores são combinadas com culturas agrícolas, a silvipastoril, formada pela combinação de árvores e criação animal e, a agrossilvipastoril, em que se combinam no sistema, as árvores, cultivos agrícolas e criação animal (GLIESSMAN, 2005).

Em geral, os sistemas agroflorestais buscam intensificar os mecanismos ecológicos que são fundamentais na floresta, então, a compreensão dos processos que ocorrem em um sistema natural, é fundamental para o bom funcionamento do SAF (FARREL E ALTIERI, 2012). Esses mecanismos dos sistemas naturais, podem variar de acordo com cada ecologia local, e o planejamento e aplicação prática dos SAF's devem acompanhar essas singularidades locais (NAIR,1993). Portanto, um SAF planejado para uma região árida, como o bioma Caatinga, é diferente de um SAF implantado no bioma Mata atlântica.

Mesmo com algumas condições locais, que irão orientar algumas especificidades para cada região de aplicação, os SAF's possuem similaridades em todas as regiões. Nessa estrutura do sistema formada pela combinação dos componentes, é possível perceber que a árvore, está em todos os arranjos, portanto, é um componente essencial no SAF. Elas podem ser dispostas no sistema de diversas maneiras, o que dependerá das necessidades ao qual o SAF está sendo implantado, das condições ambientais e econômicas (GLIESSMAN, 2005).

Para Farrel e Altieri (2012), as árvores no SAF influenciam nas características do solo, no microclima, na hidrologia e em outros componentes biológicos associados, melhorando a produtividade do sistema. No solo, por exemplo, os autores afirmam que as árvores captam nutrientes de áreas mais profundas e retornam estes para a superfície, em forma de serapilheira, esta matéria orgânica aumenta o teor de húmus, auxiliando nas trocas catiônicas, estabilidade do pH, agregação do solo, descompactação, aumento da infiltração de água etc.

A compreensão dos caminhos apontados pela natureza são fundamentais para o planejamento de SAF's que equilibrem funções sociais e ambientais (MICCOLIS, et al. 2016). Na prática agroflorestal, como também é conhecida a prática em SAF's, o foco consiste em direcionar os processos necessários para que o sistema se estabeleça, e trabalhar com o manejo da sucessão ecológica é um desses direcionamentos (STEENBOCK E VEZZANI, 2013).

Portanto, serão apresentados alguns conceitos que auxiliam no planejamento e implantação desses sistemas.

Nos ecossistemas naturais, para Miccolis et al. (2016), as espécies vegetais possuem diferentes ciclos de vida, necessidades ecofisiológicas e capacidade de colonização de um ambiente. Os autores afirmam, que espécies com ciclo de vida similares, formam grupos sucessionais, em que cada grupo interage com o ambiente, desempenhando diferentes funções e o modificam, com isso preparam o ambiente para um grupo sucessional posterior.

Os autores, chamam esse processo de **sucessão ecológica**, e consideram ser a mola propulsora para o desenvolvimento destes sistemas, que avançam no sentido de aumento dos recursos para a vida. Para Corrêa-Neto et al. (2016), os grupos sucessionais, são chamadas espécies colonizadoras, pioneiras, secundárias e clímax. E destaca, o papel fundamental que cada grupo desempenha para preparar o ambiente ao próximo estágio da sucessão, em especial, as espécies colonizadoras, ao qual os autores destacam a função de “placenta” do sistema, ao cuidar e criar condições para as árvores do futuro, em uma analogia ao processo de gestação de bebês.

Esses benefícios gerados em cada estágio da sucessão incluem, todo o material deixado pelas plantas no solo e os resultados das interações com outras espécies vegetais, animais e microbianas, que resultam na disponibilização de nutrientes e melhoria das condições do solo, como estrutura, fertilidade e umidade (MICCOLIS, et al. 2016). Essa característica é fundamental nos sistemas agroflorestais.

Outra observação importante, é a característica marcante das florestas naturais de possuírem uma estrutura multiestratificada, com árvores, arbustos, ervas e fungos, que usam diferentes níveis de energia e recursos (FARREL E ALTIERI, 2012). O conceito de **estratificação**, está relacionado a altura de cada planta e a necessidade de luz solar quando adulta, assim, são caracterizados, em geral, 4 estratos: Emergente, Alto, Médio e Baixo, em que a necessidade de luz solar aumenta do baixo para o emergente, e a tolerância a sombra aumenta do emergente ao baixo (MICCOLIS, et al. 2016).

É importante destacar, que a altura, ou seja, o estrato que a planta ocupa no sistema, está diretamente relacionado a fase de sucessão natural do sistema, portanto, uma árvore que é do estrato alto e fase clímax, deve ocupar o estrato alto quando o sistema atingir a fase clímax, e assim, nas outras fases da sucessão (CORRÊA-NETO et al. 2016). Esse conceito de estratificação e sucessão auxiliam em compreendermos os **consórcios**, que consiste em mesclar plantas de diferentes espécies, estratos e estágios da sucessão.

Esse conhecimento, permite que diferentes espécies de diferentes estratos sejam combinadas, o que otimiza a ocupação do espaço, e melhora o aproveitamento dos recursos de água, luz, nutrientes e relações com organismos benéficos como fungos e bactérias (MICCOLIS, et al. 2016). Além disso, quando conectamos a ideia de sistemas estratificados e a sucessão das plantas, podemos potencializar o processo de **fotossíntese** do sistema, que é fundamental como fonte primária de alimento para os seres vivos e base para fertilidade do solo (REBELLO E SAKAMOTO, 2021).

A otimização da fotossíntese, faz com que as plantas sejam mais vigorosas e saudáveis, criando maior incremento de biomassa, e ao podarmos essas plantas e depositarmos no solo, esta melhora sua fertilidade e cria-se um ciclo de benefícios em que uma ação e processo otimiza o outro (REBELLO E SAKAMOTO, 2021). Podemos perceber que no decorrer da escrita, há uma indução de que é importante que tenhamos uma cobertura de matéria orgânica no solo, e que esta é fundamental para sua saúde ecológica.

Nesse sentido, outro princípio importante, que utilizamos neste trabalho, é a permanente **cobertura de solo**. Essa cobertura nos SAF'S, é uma reprodução da serapilheira que ocorre nos ecossistemas naturais. Ela é fundamental, pois, favorece infiltração e armazenamento de água, a atividade da vida do solo, controle de erosão e, portanto, é importante que se dimensione a forma e como será obtida e manejada a matéria orgânica, necessária para se ter a cobertura do solo permanentemente, antes de se iniciar qualquer plantio de SAF, e caso não tenha no local de implantação, é preciso produzir ou trazer essa matéria como insumo (CORRÊA-NETO et al. 2016).

Com isso, outro fator relevante para a implantação dos SAF'S, é o planejamento e incremento da **adubação verde**. Esse conceito consiste em introduzir plantas que contribuam com a produção de biomassa de alta qualidade que serão podadas e utilizadas como cobertura de solo, como por exemplo, o feijão de porco, feijão guandu, crotalária, mucuna, milheto, sorgo, mamona e margaridão (MICCOLIS, et al. 2016).

Para Primavesi (2016), é importante destacar, que na natureza, a matéria orgânica sempre está na superfície do solo, para protegê-lo e nutrir a microvida aeróbia, sendo que, esse processo é renovado com a queda de folhas, galhos etc. A autora, direciona, portanto, que a biomassa gerada pelos adubos verdes não devem ser enterrados no solo, isso acarretaria efeitos negativos as plantas, e sim, devem ser dispostas na camada superficial. Essa orientação é base para revitalizar solos degradados e auxiliar no bom desenvolvimento do SAF.

Por fim, como forma de unir todos esses fatores para o bom desenvolvimento do SAF, o conhecimento aplicado na forma de **manejo** é fundamental. A qualidade do manejo realizado,

ou seja, a ação do ser humano é um dos principais fatores que auxiliam nesse desenvolvimento, que por vezes, é realizado em forma de mutirões, em que um grupo de pessoas realizam o manejo do sistema.

Com as abordagens até aqui tomadas, é possível perceber a orientação teórica e prática que a ciência agroecológica proporciona para o desenvolvimento de agroecossistemas mais sustentáveis. E, os sistemas agroflorestais são um bom exemplo, de uso da terra, que permite uma aplicação desse conhecimento, unindo os processos ecológicos ao direcionamento do manejo.

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A implantação do sistema agroflorestal em nova área ocorreu no *campus* da UNESP, localizado no município de Rio Claro – SP. A área total de implantação possui 480 m², e está contígua a outro sistema agroflorestal de aproximadamente 12 anos, implantado e manejado pelo Grupo de Extensão em Agroecologia Gira-Sol. O local também está próximo ao Departamento de Biodiversidade e ao Portão 3 do *campus*.

A área foi caracterizada como um local que recebeu solo de empréstimo, em que o solo retirado de outra localidade foi ali depositado, possivelmente para fins de terraplanagem ou para absorver solo restante de fundação de construções e outros fins. Há relatos de acúmulo de resíduos sólidos na área antes de 2010, principalmente resíduos da construção civil, como entulhos. De fato, durante a execução do trabalho foram encontrados resíduos na superfície e enterrados no solo.

Anteriormente a implantação, a área possuía cobertura vegetal predominante de capim braquiária (*Brachiaria decumbens*) e não foram encontradas espécies de plantas espontâneas. Se observou a presença de espaços sem cobertura vegetal, entre o capim, com indícios de erosão laminar e compactação, caracterizando uma área em processo de degradação ambiental. Nesses espaços havia finas camadas de palha resultante das capinas anuais no *campus*, porém não o suficiente para aparentar influência na matéria orgânica e fertilidade do solo. Outra característica é o fato de ser uma área que foi usada para disposição de restos de materiais de construção civil e terra provenientes das reformas dos prédios no *campus*.

O local se caracterizou como uma área homogênea, em processo de degradação ambiental, com pouca biodiversidade. Não foram encontradas espécies de abelhas e outros polinizadores, e no solo havia presença intensa de formigueiros de formigas cortadeiras, e também foram encontrados alguns gongolos (*Lulus sabulosus cylindroiulus*).

Figura 1 - Área destinada a implantação do sistema agroflorestal



Fonte: Nicolas Calderón (14/11/2020)

Figura 2 - Área em processo de degradação ambiental: erosão, compactação do solo e baixa biodiversidade



Fonte: Nicolas Calderón (14/11/2020)

5 METODOLOGIA

A proposta do projeto para a ampliação do sistema agroflorestal (SAF) foi apresentada ao Grupo de Extensão em Agroecologia Gira-Sol, em março de 2020, durante reunião semanal realizada pelo grupo. Isso ocorreu com intuito de compartilhar as decisões e, para se entender os interesses, expectativas e demandas do grupo quanto a esta ampliação. Em seguida, a proposta foi apresentada à Diretoria do Instituto de Biociências, em setembro de 2020, durante uma reunião pré agendada, para pedido de permissão de uso da área requerida. Com isso, foi enviado um ofício à Comissão Supervisora do *Campus*, denominado “BIODIV 081/2020 – Pedido de autorização para ampliação do Sistema Agroflorestal da UNESP – Rio Claro”, que foi aprovado por “*ad referendum*”, em outubro de 2020.

Em seguida, com o uso da área aprovada, se iniciou o planejamento de como seriam as atividades. A ampliação foi dividida em 3 módulos de implantação, denominados Módulo 1, Módulo 2 e Módulo 3, em que os módulos 1 e 2 foram implantados como parte deste trabalho. O Módulo 1 possui dimensão de 15 x 15 m e o Módulo 2 possui 17 x 15 m, o módulo 3 não teve intervenção, sendo destinado a uma futura implantação pelo grupo Gira-Sol.

Uma das propostas iniciais para idealização deste projeto consistia em realizar a implantação do SAF por meio de mutirões e oficinas. Para isso, seria estabelecido um calendário com os dias dos encontros que seriam abertos a todos interessados em participar. Isso ocorreria com intuito de envolver mais pessoas nessa construção, gerando uma coletividade e troca de saberes, proporcionando experiências variadas e envolvimento com a implantação da área e com os temas propostos.

Porém, devido a pandemia de Covid-19, e seus desdobramentos, foram necessários a criação de outras estratégias e modos de implantação, no que tange, ao envolvimento do Grupo Gira-sol e demais interessados no tema proposto por este trabalho. Foram seguidas, assim, todas as determinações necessárias e sugeridas para segurança quanto a pandemia.

Com isso, para a realização das atividades de implantação e manejo do sistema, foram divididas duas duplas que frequentavam a área em determinados dias da semana, em revezamento, e um grupo de 4 pessoas aos sábados, a frequência desta participação foi variada, dependendo também, dos outros compromissos destas pessoas, principalmente acadêmicos. Vale ressaltar que as pessoas envolvidas conviviam rotineiramente e não apenas nas atividades do SAF. A outra estratégia foram os meios virtuais, em que as etapas do desenvolvimento do trabalho eram enviadas por fotografias esporadicamente para o Grupo Gira-Sol e para a comunidade por meio de um grupo conjunto nas mídias sociais, e além disso, foram

desenvolvidos grupos de estudos online em que foram apresentados conceitos teóricos deste trabalho e sua aplicação prática.

A etapa seguinte foi iniciar a pesquisa bibliográfica que envolveu os temas de SAF e agroecologia, dando suporte para o embasamento teórico. Assim, foram seguidos princípios teóricos no planejamento do Desenho Agroflorestal e na execução prática da implantação deste desenho, desta forma, convergindo a teoria e prática necessárias para a realização deste trabalho. A implantação dos módulos 1 e 2 tiveram algumas similaridades e diferenças durante as etapas de planejamento e implantação. Inicialmente, serão apresentadas as similaridades consideradas na metodologia de ambos os módulos e, em seguida, será apresentada separadamente as etapas de implantação e manutenção de cada módulo.

Em ambos os módulos, antes da implantação do SAF, foi realizada visita de campo e uma caracterização descritiva do local, como solo e vegetação, incidência solar, presença de insetos, e foi registrado por meio de fotografias antes da intervenção. Em seguida, se iniciou a montagem dos Desenhos Agroflorestais, cada qual em seu tempo de planejamento e execução, sendo estes um croqui simplificado que permite visualizar o arranjo espacial das plantas na área e a discussão de seu arranjo temporal, ou seja, o tempo de crescimento de cada espécie e o seu manejo no sistema.

Estes desenhos foram baseados no referencial teórico estudado, na caracterização da área e, em conhecimentos práticos de manejo aprendidos em vivências, com agricultores familiares, que dispunham de amplo conhecimento tradicional em agroecologia e manuseio de ferramentas. Também foram utilizadas as experiências em manejos realizados no sistema agroflorestal gerido pelo Grupo Gira-Sol.

Além disso, foram considerados fatores como: (1) a realidade e capacidade de manejo dos gestores da área, no caso, em sua maioria estudantes de graduação, (2) quantidade, modelo e qualidade de ferramentas disponíveis para uso, (3) espécies agrícolas e florestais conseguidas (4) Disponibilidade de matéria orgânica para cobertura de solo, (5) arranjo espacial que facilite a compreensão de conceitos teóricos e práticos para o manejo e que permita mobilidade na circulação das pessoas, (6) a realidade financeira disponível para o projeto e (7) a ausência de um sistema de irrigação, sendo esta, feita manualmente com mangueiras. Com todos esses fatores organizados se iniciou a construção individual de cada módulo tendo por base geral estas considerações. Vale ressaltar, que a ordem desses fatores apresentados, não está relacionada ao grau de importância.

5.2 Implantação do SAF - Módulo 1

5.2.1 Montagem do Desenho Agroflorestal 1

Para o início do Desenho Agroflorestal do Módulo 1, inicialmente foram reunidas as espécies a serem plantadas na área. Esse processo ocorreu por meio de coletas de sementes e mudas, em especial, na UNESP de Rio Claro e seu entorno, incluindo o SAF já implantado no *campus*, e, o banco de sementes do grupo Gira-Sol. Além disso, ocorreram doações individuais e de outros grupos de agroecologia, de sementes e mudas, para apoiar o projeto. Essas alternativas foram buscadas para minimizar custos e se adequar à realidade financeira da proposta.

Em seguida, as espécies reunidas foram divididas em três grupos amplos, denominados Agrícolas, Florestais e Adubação Verde. Vale ressaltar, que algumas espécies possuem características que permeiam mais de um dos grupos, porém, foram assim descritas, de acordo, com a função principal que foi escolhida para desempenhar no sistema, o que influencia no manejo que será exercido sobre cada planta. O Quadro 1 apresenta as espécies reunidas para o Módulo 1, separadas nos três grupos principais, os espaços de estratificação não preenchidos, são estratos não encontrados na revisão:

Quadro 1 - Espécies reunidas para o Módulo 1

	Nome popular	Nome científico	Estratificação	Estimativa sucessional
Agrícolas	Abóbora	<i>Cucurbita maxima</i>	Baixo	0 a 4 meses
	Milho	<i>Zea mays</i>	Emergente	
	Quiabo	<i>Abelmoschus esculentus</i>	Emergente	
	Mandioca	<i>Manihot esculenta</i>	Alto	4 a 12 meses
	Banana	<i>Musa spp.</i>	Médio/Alto	1 a 5 anos
	Limão siciliano	<i>Citrus limon</i>		
	Mamão	<i>Carica papaya</i>	Emergente	
	Mexerica	<i>Citrus reticulata</i>	Médio	
	Abacate	<i>Persea americana</i>	Médio/Alto	5 e mais de 10 anos
	Caju	<i>Anarcadium occidentale</i>	Alto	
	Graviola	<i>Annona muricata</i>	Médio/Alto	
	Lichia	<i>Litchi chinensis</i>	Alto	
	Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i>	Médio	
	Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	Alto/Emergente	
Florestais	Calambura	<i>Muntingia calabura</i>		0 a 5 anos
	Guapuruvu	<i>Schizolobium parahiba</i>	Emergente	
	Moringa	<i>Moringa oleifera</i>		
	Urucum	<i>Bixa orellana</i>	Médio	
	Araçá	<i>Psidium sp</i>	Médio/Alto	5 e mais de 10 anos
	Castanha do maranhão	<i>Bombacopsis glabra</i>		
	Jambolão	<i>Syzygium cumini L.</i>	Alto	
	Angico	<i>Anadenanthera colubrina</i>		
	Cereja do rio grande	<i>Eugenia aggregata</i>		
	Copaíba	<i>Copaifera langsdorffii</i>	Alto/Emergente	
	Guanandi	<i>Calophyllum brasiliense</i>		
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	Emergente		
Oho de cabra	<i>Ormosia arborea</i>			
Paineira	<i>Chorisia speciosa</i>			
Adubação Verde	Crotalária	<i>Crotalária juncea</i>	Emergente	0 a 4 meses
	Feijão de porco	<i>Canavalia ensiformis</i>	baixo	
	Flor cosmos	<i>Cosmos sulphureus</i>		
	Girassol	<i>Helianthus anus</i>	Emergente	
	Feijão Guandu	<i>Cajanus cajan</i>		4 a 12 meses
	Margaridão	<i>Thitonia diversifolia</i>		
	Mamona	<i>Ricinus communis L.</i>		
Gliricídia	<i>Gliricidia sepium</i>		1 a 5 anos	

Fonte: Nicolas Calderón (2021), adaptado de Rebello e Sakamoto, 2021.

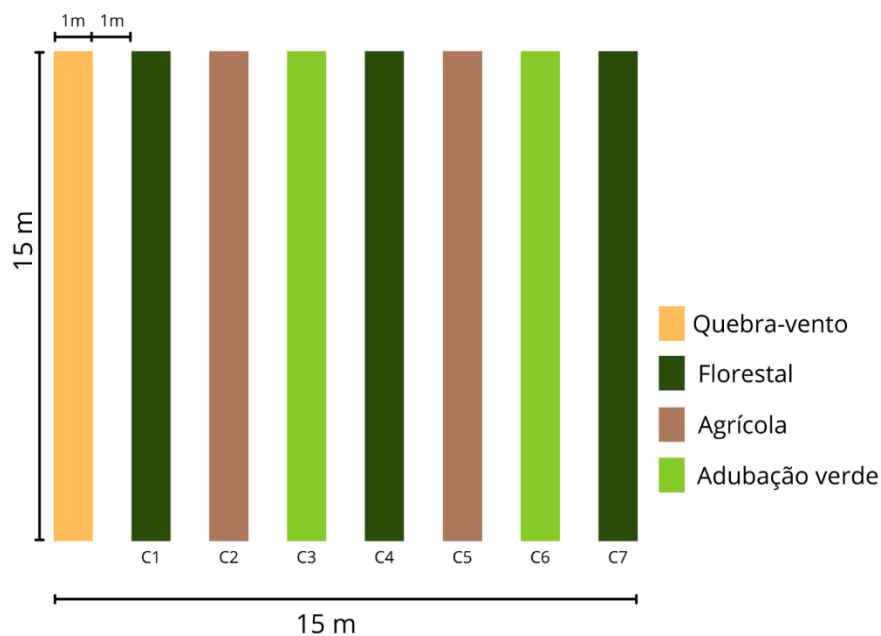
Com isso, a cada espécie foi atribuída uma estimativa temporal no sistema (dias, mês, ano) e uma respectiva estratificação (baixo, médio, alto, emergente). Com essas duas atribuições, se organizou as espécies em ciclos de vida próximos e, com isso, se estimou quais espécies seriam protagonistas em determinado momento durante o desenvolvimento sucessional do SAF.

Em seguida, se definiu que seria realizado um SAF em linhas, o que corresponde a canteiros de plantios retilíneos, intercalados com corredores para locomoção dos agentes manejadores e visitantes. Esses canteiros e espaços de locomoção foram definidos com o

mesmo dimensionamento de 1 m de largura e 15 m de comprimento. Foram totalizados, neste módulo, 8 canteiros de plantio, sendo, um deles, denominado ‘Quebra vento’ e, os outros sete, denominados canteiro 1 (C1), canteiro 2 (C2), canteiro 3 (C3) e, assim, sucessivamente até o canteiro 7 (C7).

Então, com as informações anteriormente definidas, se montou a estrutura geral dos canteiros para definir as espécies que seriam plantadas. Os canteiros 1, 4 e 7 foram denominados canteiros florestais, pois nestes, foram incluídos o componente arbóreo, com inclusão de árvores nativas. Os canteiros 2 e 5 foram denominados canteiros de adubação verde, em que foram incluídas espécies para geração de biomassa e fixação de nitrogênio no solo. E, os canteiros 3 e 6 foram denominados canteiros agrícolas, destinados a espécies agrícolas, por exemplo, milho, quiabo, mandioca, abóbora e hortaliças. A Figura 3, demonstra esta estrutura geral dos canteiros.

Figura 3 - Estrutura geral dos canteiros do Módulo 1



Fonte: Nicolas Calderón (2021)

Com esta estrutura definida, se iniciou o Desenho Agroflorestal, realizando o consórcio entre as espécies, levando em consideração o arranjo espacial e temporal, estratificação e sucessão ecológica no sistema, assim como, funções principais que a espécie irá desenvolver. Para o Quebra-vento foram definidas as espécies margaridão, dispostas nas duas laterais do

canteiro e espaçadas 50 cm. Na linha central do canteiro foram colocadas estacas de amora espaçadas em 1 m e sementes de girassol e flor cosmos.

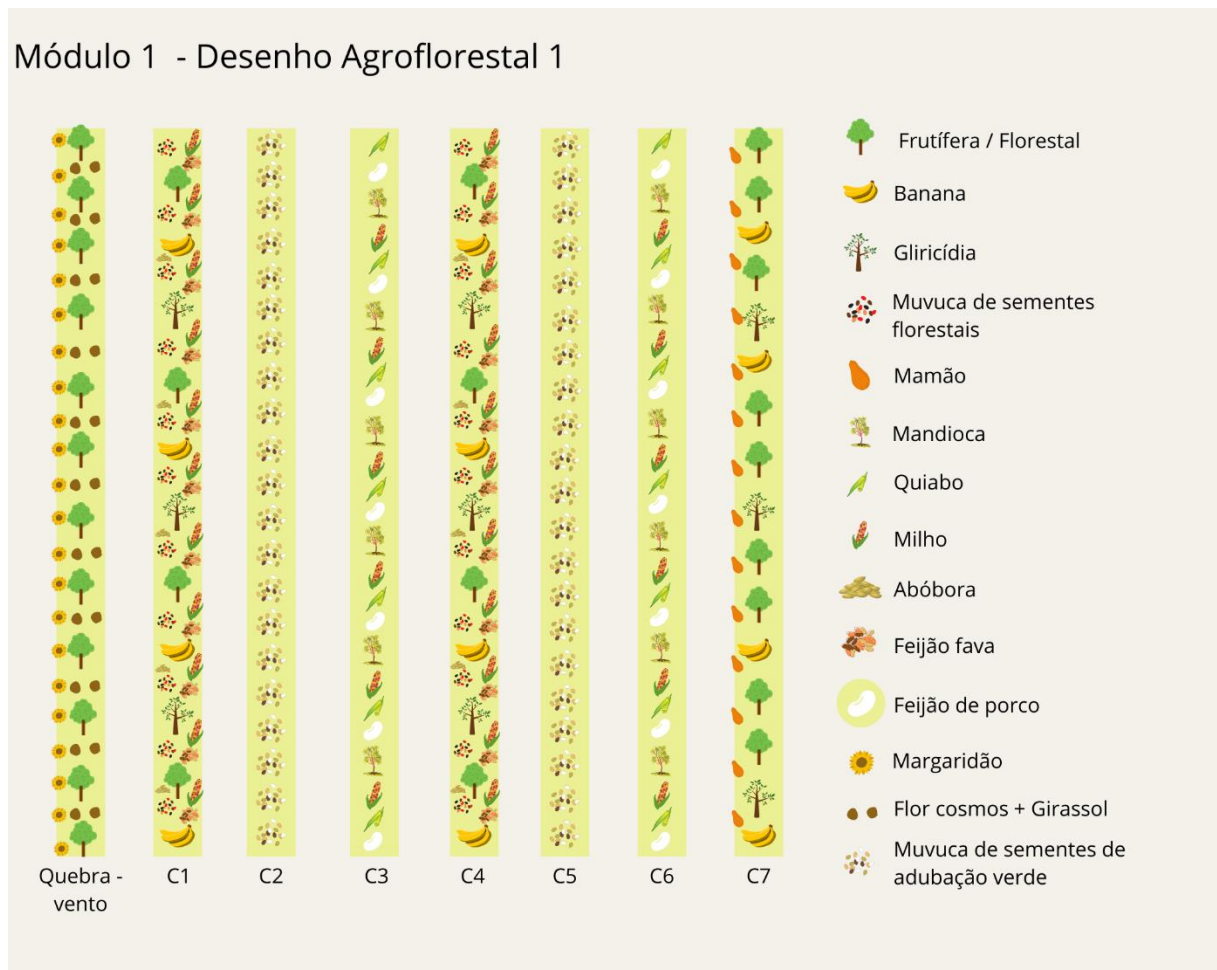
Nos canteiros florestais 1 e 4, primeiro foram espaçadas bananas a cada 4 m, e entre os pés de bananas se colocou uma estaca de gliricídia e uma árvore frutífera, com distância de 1 m entre elas, e de 1,5m das bananeiras. E, como forma de um consórcio que possibilitasse uma primeira colheita e ao mesmo tempo uma cobertura viva de solo, foram introduzidos nestes canteiros, milho, feijão e abóbora. Os milhos foram espaçados na linha central do canteiro em 30 cm, o feijão também em 30 cm intercalado com milho, e as abóboras espaçadas em 3 m. Este tipo de consórcio é conhecido por ‘Milpa’ e se trata de uma técnica de povos e agricultores tradicionais.

No canteiro florestal 7, se seguiu outro padrão. Nele se intercalaram bananeiras e árvores, incluindo frutíferas e nativas, espaçadas em torno de 1,5 m. Na lateral do canteiro foi espaçado mamão a cada 1 m, e na linha central entre as bananeiras e árvores foi espaçado milho a cada 30 cm e abóboras a cada 3m.

Nos canteiros de adubação verde 2 e 5, o desenho foi planejado para ser realizado uma ‘muvuca’ de sementes. A muvuca é uma técnica indígena em que se misturam sementes variadas para serem plantadas ao mesmo tempo. Porém, no canteiro 2, se planejou que as duas laterais dos canteiros contariam com uma muvuca de crotalária, flor cosmos, girassóis e feijões, enquanto a linha central dos canteiros contou com uma muvuca de milho, feijão guandu e abóbora. No canteiro 5 de adubação verde, também se utilizou muvuca de sementes, porém, na linha central ficaram as crotalárias, cosmos e feijões, e nas laterais os feijões guandu. Também vale destacar que foram colocadas nessas muvucas, sementes de gergelim, utilizadas no conhecimento tradicional para controlar populações de formigas cortadeiras.

Nos canteiros agrícolas 3 e 6, foram espaçados em 50 cm, seguindo a linha central do canteiro, entre eles e nesta ordem, milho, feijão de porco, quiabo e mandioca, e assim, sucessivamente até o final do canteiro. A Figura 4, apresenta o croqui do Desenho Agroflorestal 1.

Figura 4 - Croqui do Desenho Agroflorestal 1



Fonte: Nicolas Calderón (2021)

5.2.2 Preparo da área para implantação

Após realizado o croqui do Desenho Agroflorestal 1, se iniciou o preparativo da área proposta, para implantação prática deste desenho. A primeira ação foi colocar piquetes na área, para delimitar os limites do Módulo 1, seus canteiros de plantio e caminhos de locomoção. Essa delimitação foi realizada com linha de pedreiro amarrada a estacas de madeira e bambu. Como mostrado na Figura 5:

Figura 5 – Área com piquetes delimitando canteiros e caminhos do Módulo 1



Fonte: Nicolas Calderón (14/11/2020)

Em seguida, se iniciou a capina nas linhas de canteiros para plantio, com a retirada do capim braquiária. Nesta etapa, as ferramentas utilizadas foram enxadas e chibancas, e se buscou retirar o capim com suas raízes, soltar o solo envolto nestas raízes no próprio canteiro e depois depositar este capim retirado para fora do módulo. A cada canteiro capinado se realizava nova cobertura de solo, com capim seco, oriundo de capina no *campus* da UNESP de Rio Claro.

Figura 6 - Módulo 1 após capina dos canteiros e cobertura com palha



(a) Vista diagonal do Módulo 1

(b) Vista frontal do Módulo 1

Fonte: Nicolas Calderón (20/11/2020)

Com todos os canteiros capinados e cobertos, se iniciou o preparo do solo para o plantio. A palhada anteriormente colocada foi afastada, e com a utilização de enxadas, se iniciou uma aração rasa do solo, em torno de 20 cm de profundidade, de forma a descompactar superficialmente. Em seguida, o canteiro foi erguido e se movimentou o solo da linha central do canteiro para as laterais, de forma a gerar um formato abaulado em “U”. Esse formato foi inspirado em experiências com famílias agricultoras relatadas em Steenbock e Vezzani (2013). Em que se busca neste formato a concentração de umidade e nutrientes na linha central dos canteiros. Depois foi aplicado o adubo orgânico Bokashi, na quantidade aproximada de 200g/m², com intuito de acrescentar microrganismos benéficos para auxiliar na vida do solo, e voltou-se a cobrir novamente os canteiros com palhada.

Figura 7 – Canteiro em formato abaulado



Fonte: Nicolas Calderón (02/12/2020)

5.2.3 Plantio das espécies no sistema

Inicialmente, as mudas e estacas foram colocadas sobre os canteiros seguindo a disposição e o espaçamento propostos no Desenho Agroflorestral 1. Em seguida, com a utilização da ferramenta cavadeira, se iniciou a abertura dos “berços” onde seriam plantadas cada muda.

Primeiro foram plantadas as espécies de maior porte ou que movimentariam mais solo no preparo do plantio, como as bananeiras e mudas arbóreas, logo após, se plantaram as estacas e por último as sementes. A cada canteiro finalizado, foi acrescentado pedaços de tronco e “calhas” de bananeiras ao pé das mudas, em seguida, se cobriu a linha central dos canteiros com serapilheira, recolhida do sistema agroflorestal mais avançado do Grupo Gira-sol, e as laterais foram cobertas com palha. Os pseudo-caules das bananeiras dispostas no solo, possuem a intenção de aumentar a umidade ao pé da planta e aumentar a matéria orgânica, esta técnica é realizada na agricultura tradicional e citada em Steenbock e Vezzani (2013), Miccolis et al. (2016) e Corrêa-Neto et al. (2016). As palhas elevadas na lateral foram para aumentar a proteção das mudas contra o vento e acentuar o formato abaulado.

Figura 8 - Estrutura de plantio com troncos de árvores e calhas de bananeira



(a) Canteiro 7 com árvores plantadas

(b) Muda de Guanandi (*Calophyllum brasiliense*)

Fonte: Nicolas Calderón (09/12/2020)

Figura 9 - Vista diagonal do Módulo 1 com plantio finalizado



Fonte: Nicolas Calderón (12/12/2020)

Figura 10 – Vista frontal do Módulo 1 com plantio finalizado



Fonte: Nicolas Calderón (12/12/2020)

5.3 Implantação do SAF - Módulo 2

5.3.1 Montagem do Desenho Agroflorestal 2

A montagem do Desenho Agroflorestal do Módulo 2, também se iniciou com a reunião das espécies conseguidas para serem plantadas na área. Desta forma, o módulo contou com a doação de 20 mudas de árvores pelo Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (Consórcio PCJ) e com a doação de outras mudas por pessoas para apoiar o projeto. Além disso, foram consideradas neste desenho as sementes de milho, feijão de porco e crotalária colhidas no Módulo 1 e armazenadas.

As espécies reunidas também foram divididas nos três grupos citados: Agrícolas, Florestais e Adubação Verde, e os canteiros foram definidos para serem em linhas, porém estas foram dispostas de maneira perpendicular as linhas do Módulo 1, portanto sob outra orientação. Vale ressaltar que esta área é contígua ao Módulo 1, portanto ambas estão interconectadas. As espécies inicialmente disponíveis para a implantação do Módulo 2 estão representadas no Quadro 2, os estratos sem preenchimento não foram encontrados na revisão:

Quadro 2 - Espécies reunidas para o Módulo 2

	Nome popular	Nome científico	Estratificação	Estimativa
Agrícolas	Abóbora	<i>Cucurbita moschata</i>	Baixo	0 a 4 meses
	Feijão de corda	<i>Vigna unguiculata</i>	Alto	
	Feijão rosinha	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Baixo	
	Milho	<i>Zea mays</i>	Emergente	4 a 12 meses
	Quiabo	<i>Abelmoschus esculentus</i>	Emergente	
	Mandioca	<i>Manihot esculenta</i>	Alto	
	Banana	<i>Musa spp.</i>	Médio/Alto	1 a 5 anos
	Limão Cravo	<i>Citrus x limonia</i>	Baixo	
	Mamão	<i>Carica papaya</i>	Emergente	
	Acerola	<i>Malpighia emarginata</i>	Alto	5 e mais de 10 anos
	Goiaba	<i>Psidium guajava</i>	Alto	
	Graviola	<i>Annona muricata</i>	Médio/Alto	
	Jambinho	<i>Syzygium paniculatu</i>		
	Nespera	<i>Eryobotria japonica</i>	Médio/Alto	
	Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i>	Médio	
	Romã	<i>Punica granatum</i>	Alto	
	Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	Alto/Emergente	
Florestais	Ingá	<i>Ingá sp</i>	Alto	0 a 5 anos
	Araçá - vermelho	<i>Psidium Cattleianum</i>	Médio/Alto	5 e mais de 10 anos
	Bacupari	<i>Garcinia gardneriana</i>	Baixo	
	Cabeludinha	<i>Myrciaria glazioviana</i>	Baixo	
	Cajá-mirim	<i>Spondias mombin</i>	Emergente	
	Cereja do Rio Grande	<i>Eugenia aggregata</i>	Alto	
	Chichá	<i>Sterculia striata</i>	Alto/Emergente	
	Grumixama	<i>Eugenia brasiliensis</i>		
	Jenipapo	<i>Genipa americana</i>		
	Uvaia	<i>Eugenia piriformis</i>	Médio	
Adubação Verde	Crotalária	<i>Crotalária juncea</i>	Emergente	0 a 4 meses
	Feijão de porco	<i>Canavalia ensiformis</i>	Baixo	
	Flor cosmos	<i>Cosmos sulphureus</i>		4 a 12 meses
	Algodão-bravo	<i>Ipomoea carnea</i>		1 a 5 anos
	Gliricídia	<i>Gliricidia sepium</i>		

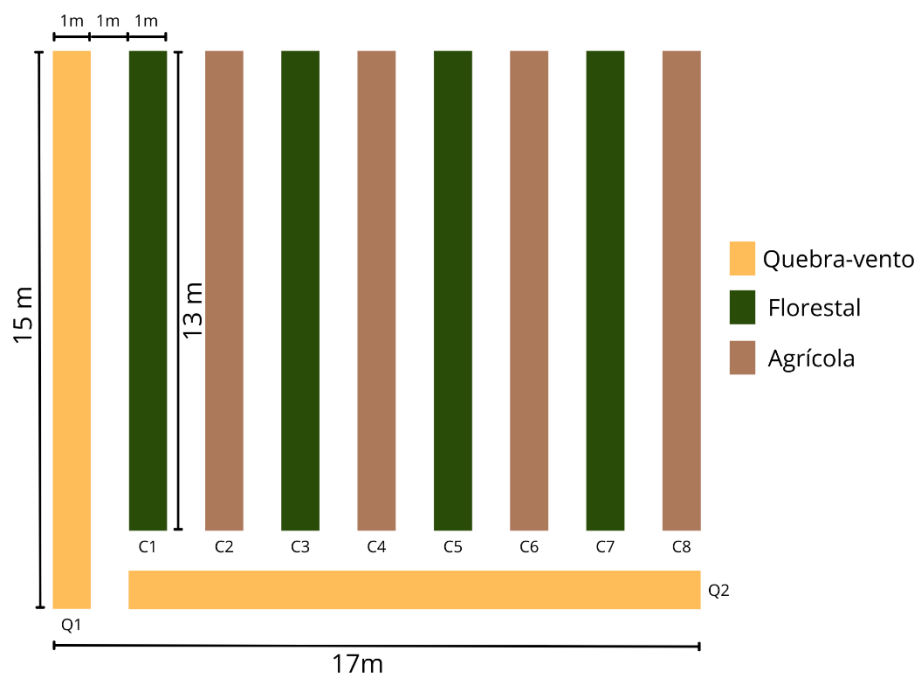
Fonte: Nicolas Calderón (2021), adaptado de Rebello e Sakamoto (2021)

O Módulo 2 é composto por 10 canteiros, sendo 8 canteiros de cultivo, com dimensões de 1m de largura e 13m de comprimento, e 2 canteiros de “Quebra Vento” de 1m de largura e 15m de comprimento. Os canteiros de cultivo foram intercalados entre as funções agrícolas e florestais, portanto a cada canteiro agrícola, o seguinte é florestal, e vice versa. Como forma de organização os canteiros também foram numerados e denominados Canteiro 1 (C1), Canteiro 2 (C2), Canteiro 3 (C3), e assim por diante até o Canteiro 8 (C8). Os quebra ventos foram denominados Quebra Vento 1 (Q1) e Quebra Vento 2 (Q2).

Os canteiros 1, 3, 5 e 7 foram definidos para receber o componente arbóreo, portanto classificado como florestais, enquanto os canteiros 2, 4, 6 e 8 foram definidos para receber o componente agrícola, portanto classificados como canteiros agrícolas. Neste caso, não há, inicialmente, um canteiro destinado exclusivamente para adubação verde, pois, estas espécies

foram incluídas em consórcio nos canteiros agrícolas e florestais, representadas pelos feijões, crotalárias e gliricídias, com intuito de facilitar o manejo e disposição das podas diretamente nos canteiros. Esta estrutura geral dos canteiros pode ser vista na Figura 11, abaixo:

Figura 11 - Estrutura geral dos canteiros do Módulo 2



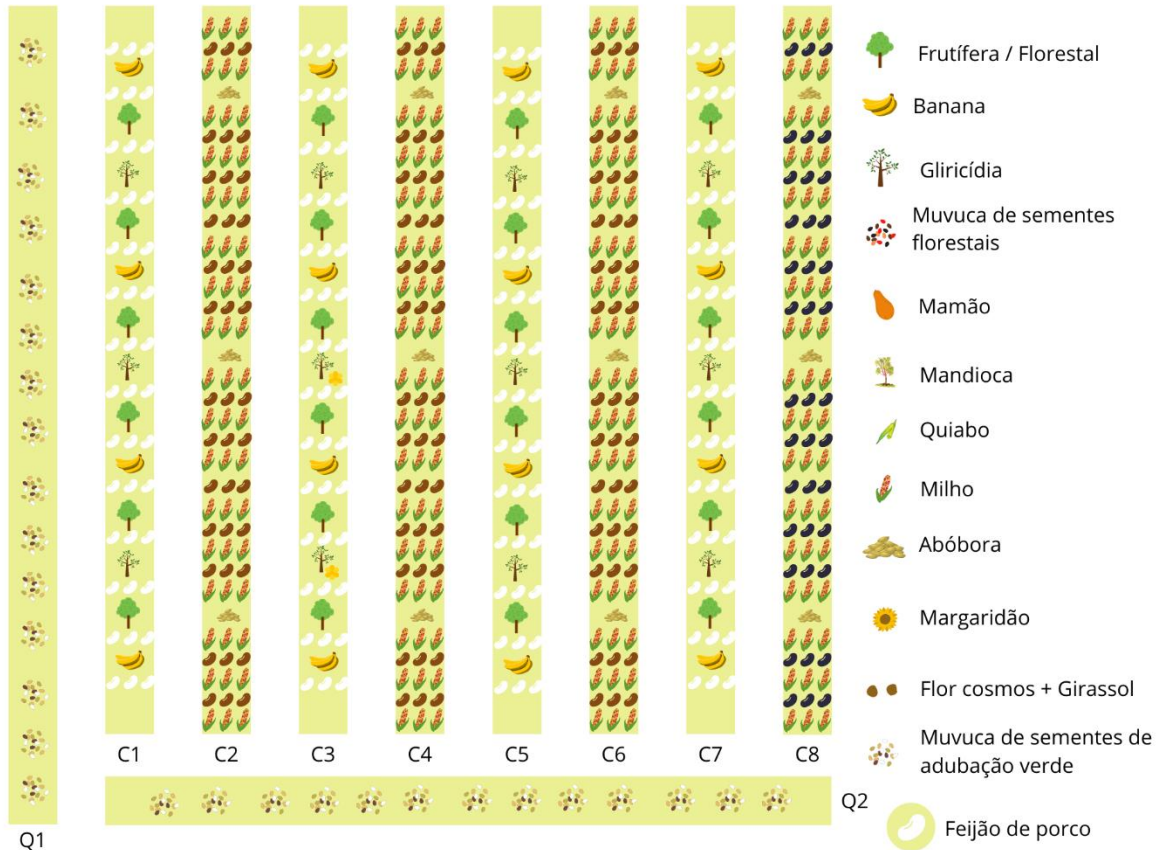
Fonte: Nicolas Calderón (2021)

Com as espécies disponíveis e a estrutura geral dos canteiros definida, se iniciou a construção do Desenho Agroflorestal 2. Nos canteiros florestais 1, 3, 5 e 7 foram espaçadas bananeiras a cada 4m, e entre as bananeiras se acrescentou 3 árvores espaçadas em 1m entre si, sendo uma delas a gliricídia para adubação verde. Além disso, se acrescentou o feijão de porco por toda extensão dos canteiros, preenchendo os espaços, também com função de adubação verde.

Nos canteiros 2, 4, 6 e 8 foram consorciados milho, feijão e abóbora formando novamente o consórcio conhecido por Milpa. Os milhos foram intercalados com o feijão espaçados em 30 cm, e a abóbora foi colocada a cada 3 metros, por toda extensão do canteiro. No quebra vento 1, foram dispostas árvores a cada 2 metros e entre elas foram colocadas crotalária e algodão-bravo, enquanto o quebra vento 2 foi planejado para receber uma muvuca de sementes de milho, feijão, abóbora, flor cosmos e Crotalária. Como mostrado na Figura 12 abaixo:

Figura 12 - Croqui do Desenho Agroflorestal 2

Módulo 2 - Desenho Agroflorestal 2



Fonte: Nicolas Calderón (2021)

5.3.2 Preparo da área para implantação

Com o Desenho Agroflorestal 2 definido, começaram as atividades práticas de implantação do sistema. Inicialmente, o solo foi arado com profundidade de aproximadamente 20 cm, com auxílio de trator de pequeno porte. Em seguida, o solo foi coberto com palhada e folhas que haviam sido acumuladas próximo à área, para este fim, este material foi coletado de poda e capina do *campus*.

Após este preparo inicial, foram colocados piquetes na área para demarcação do Módulo 2, com seus canteiros de plantio e caminhos de locomoção. Essa demarcação foi realizada com barbantes amarrados a estacas de bambu e madeira, e o auxílio de uma trena para medições.

Figura 13 - Área com piquetes delimitando canteiros e caminhos do Módulo 2



Fonte: Nicolas Calderón (10/07/2021)

Em seguida, se iniciou o preparo dos canteiros de plantio, que se diferenciaram da estrutura de canteiros abaulados do Módulo 1. Para essa construção, inicialmente se retirou a cobertura de palha anteriormente colocada, tanto dos canteiros quanto dos caminhos. Em seguida, com o uso da enxada, o solo dos canteiros foi novamente revolvido, e acumulado por toda linha central do canteiro, arrastando o solo das laterais do canteiro para o centro. Formando uma estrutura triangular, em formato de leira e acompanhando a extensão do canteiro.

Logo após, ainda com o auxílio da enxada, foram movidos parte do solo superficial dos caminhos, também para o centro dos canteiros, trazendo ainda mais solo para o canteiro que está sendo formado. Este primeiro formato da construção em leira é mostrado na Figura 14:

Figura 14 - Início da construção do canteiro no Módulo 2



Fonte: Nicolas Calderón (06/08/2021)

Em seguida, se iniciou o processo de aplainar o canteiro, que consiste em mover o solo do topo deste morro para as laterais, de forma a homogeneizar a altura e deixá-lo erguido e plano. Para isso, com auxílio da enxada, se realizou movimentos de arraste longitudinal no topo do morro, de forma que o solo fosse disposto para as laterais, substituindo o topo triangular por uma superfície plana. Após esse processo, foram ajustados detalhes e realizado mais um aplainamento dos canteiros com auxílio das mãos, realizando movimentos circulares que espalharam o solo de forma homogênea. Como mostrado na Figura 15:

Figura 15 - Canteiro erguido e aplainado no Módulo 2



Fonte: Nicolas Calderón (06/08/2021)

Esse processo se repetiu em todos os canteiros deste módulo, e a cada canteiro finalizado, estes eram novamente cobertos com camadas de palhada. Com estas etapas concluídas foi adicionado superficialmente o adubo orgânico Bokashi sobre os canteiros, em torno de 200 g/m².

5.3.3 Plantio das espécies no sistema

O plantio das espécies no Módulo 2 se iniciou com as linhas florestais, em que, as mudas e estacas foram dispostas sobre os canteiros, seguindo os espaçamentos definidos no Desenho Agroflorestal 2, para posterior plantio. Como mostrado na Figura 16:

Figura 16 - Disposição das mudas nos canteiros antes do plantio



Fonte: Nicolas Calderón (12/10/2021)

Em seguida, com o auxílio da ferramenta cavadeira se iniciou a abertura dos “berços” de plantio, e foram plantadas primeiro as mudas arbóreas, em seguida as bananeiras e as estacas de gliricídia. Finalizado esse processo, foi realizado o plantio das sementes de feijão de porco, para função de adubação verde e preenchimento dos espaços entre as mudas dos canteiros florestais. Os feijões foram plantados em linhas perpendiculares a orientação do canteiro, como mostrado na Figura 17:

Figura 17 - Muda de Tamarindo (*Tamarindus indica*) plantada e sementes de Feijão de porco (*Canavalia ensiformis*) em linhas para adubação verde



Fonte: Nicolas Calderón (12/10/2021)

Após finalizado o plantio nos canteiros florestais, se iniciou o plantio nos canteiros agrícolas. Como mencionado, foi realizado o consórcio conhecido por “Milpa”. Para isso, inicialmente foram feitas linhas perpendiculares nos canteiros, por meio do afastamento da cobertura de palha, e em seguida, feitos pequenos furos no solo para o plantio das sementes de milho, feijão e abóbora, seguindo os espaçamentos anteriormente mencionados.

Figura 18 - Plantio no canteiro agrícola, em linhas perpendiculares ao canteiro. Da esquerda para direita Milho, Feijão de corda e Milho.



Fonte: Nicolas Calderón (16/10/2021)

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A metodologia deste trabalho abordou as etapas de planejamento e implantação dos Módulos 1 e 2 da nova área de sistema agroflorestal, respaldada pelo conhecimento teórico estudado e, pelas experiências práticas, aprendidas com agricultores e vivências diversas proporcionadas como membro do Grupo de Extensão em Agroecologia Gira-Sol. Este capítulo de resultados e discussões está organizado de modo que serão apresentadas observações sobre a espacialidade e potencialidade da área para diversas atividades, e sobre a aplicação da teoria na implantação e manejo de ambos os módulos. Em seguida, serão apresentadas fotografias ao longo dos meses para cada módulo, como forma visualização de do desenvolvimento do sistema.

6.2 Espacialidade e potencialidade da área do sistema

A espacialidade da estrutura geral dos módulos 1 e 2 da implantação, se mostrou promissora para o desenvolvimento de diversas atividades. A escolha dos plantios em linhas com caminhos de 1m de largura, entre os canteiros, permitiram uma facilidade de locomoção

nas áreas e, portanto, se observou uma potencialidade espacial para locomoção de grupo de pessoas, o que pode auxiliar em atividades didáticas e mutirões de trabalho. Além disso, esse espaçamento permitiu maior conforto e segurança no uso das ferramentas, o que agrega principalmente para pessoas com pouca experiência em manejo.

Essa escolha de largura, porém, perde em potencialidade de adensamento dos plantios, o que poderiam gerar benefícios diversos como aumento da umidade no solo e maior produção de biomassa. Além disso, caminhos mais largos demandam maior frequência de capina e maior quantidade de material orgânico para realizar a cobertura de solo. Mas, para os objetivos deste trabalho se prezou pela maior acessibilidade e conforto no manejo, o que permite um perfil mais diversos de pessoas trabalhando nas áreas.

Ainda sobre a espacialidade, os módulos 1 e 2 se diferenciaram quanto a distância das linhas florestais. No Módulo 1, as linhas florestais estão distantes em 5 metros e, portanto, entre esta distância se cria uma área de maior versatilidade, pela não inclusão das espécies arbóreas, que são de maior ciclo sucessional. Isso, permite que possam ser realizadas diversas alternativas de cultivos, experiências, testes, nesse espaçamento, ao passo que as linhas florestais também se desenvolvem, o que pode agregar em futuras experiências das pessoas que utilizem a área. Além disso, poderá ser possível acompanhar se esse espaçamento será sombreado futuramente pela copa das árvores e quais cultivos poderiam se desenvolver ali em consórcio. Outras alternativas também são aplicáveis, como incrementar mais árvores, portanto, mostra a versatilidade do módulo.

No Módulo 2, as linhas florestais estão distantes em 3 metros, o que proporciona outra estrutura geral e, portanto, outras possibilidades de experiências e observações, pela geração de um espaço menor em versatilidade de cultivos. Essas diferenças podem gerar comparações futuras entre o desenvolvimento dos módulos. Outro fator relevante, que pode permitir futuras comparações, está associado ao arranjo espacial das espécies e a orientação dos canteiros em relação ao posicionamento do sol, em que o Módulo 1, está em linhas orientadas Norte-Sul, e o Módulo 2 está em linhas orientadas Leste-Oeste, e as espécies estão em espaçamentos e consórcios distintos.

A potencialidade geral da área total implantada, além das apresentadas, está no próprio caráter multidisciplinar do *campus* da UNESP – Rio Claro. Isso se deve aos diferentes cursos de graduação e programas de pós-graduação que são oferecidos, proporcionando áreas de diferentes focos e especialidades. Como apresentado por Altieri e Nicholls (2000), e citado no referencial teórico deste trabalho, a agroecologia proporciona para diferentes áreas do conhecimento um enfoque comum, que permite analisar os agroecossistemas de forma mais

ampla. E a nova área de sistema agroflorestal e área anteriormente implantada há 12 anos, podem ser utilizadas para diversas produções de conhecimento, em que esse enfoque comum proporcionado pela agroecologia pode ter o Grupo Gira-sol como fator importante.

A área de SAF com 12 anos está em um estágio de desenvolvimento sucessional mais avançado, com uma estrutura vertical alta gerada pelas árvores de grande porte, portanto as dinâmicas de manejo nesta área também se alteram, demandando por exemplo, podas em altura, que exigem outro nível de experiência dos agentes manejadores. Com isso, a nova área implantada, pode permitir experiências de manejo comuns no início dos SAF, gerando a oportunidade de se acompanhar o desenvolvimento de um sistema inicial e podendo auxiliar nos aprendizados teóricos e práticos, além de poder gerar estudos e observações interligando os dois sistemas.

Portanto, acredita-se que a estrutura geral que foi planejada e implantada nos Módulos 1 e 2, possuem potencialidades e versatilidades que podem cumprir com o aprendizado teórico e prático, no que tange, ao tema da agroecologia, sistemas agroflorestais e outros temas. Os dois módulos possuem potencialidade para visitas técnicas de campo, oficinas, capacitações, atividades de educação ambiental, pesquisas científicas e diversas outras atividades.

6.3 Observações da teoria e prática do manejo agroflorestal no desenvolvimento do sistema

A busca pelo aprendizado teórico e aperfeiçoamento prático no manejo agroflorestal, foram fundamentais para o desenvolvimento dos módulos de implantação. O manejo foi guiado pelos princípios teóricos, e para que ele fosse colocado em prática, alguns fatores foram importantes.

O primeiro fator, está na organização do dia de trabalho, incluindo quais manejos serão realizados, quais etapas, e qual a força de trabalho envolvida, ou seja, o que é viável se realizar naquele dia. O segundo fator, está no uso correto das ferramentas, incluindo-se ter ferramentas bem afiadas e em boas condições para uso, além de saber utilizá-las com segurança e na postura correta. E o terceiro fator, foi realizar alongamentos e preparo do corpo para as atividades que viriam a seguir. Todos esses fatores, contribuem para que o agente manejador do sistema, otimize seu gasto de energia, preze por sua segurança no trabalho e não prejudique o corpo.

Dito isto, é importante relacionar os princípios que orientaram a implantação e manejo do sistema, que são a potencialização da fotossíntese, adubação verde, cobertura de solo, consórcio entre as espécies, estratificação e sucessão ecológica, com os processos ecológicos

de fluxo de energia, ciclagem de nutrientes, mecanismos reguladores de população e estabilidade, que ocorrem nos agroecossistemas e são otimizados por esses princípios, por meio do manejo. Esses princípios e processos foram citados no referencial teórico deste trabalho e auxiliam na busca de aproximar os agroecossistemas dos ecossistemas naturais.

Na área total implantada houve um rápido aumento na capacidade fotossintética do espaço, mostrado logo nos primeiros meses de desenvolvimento, isso se deve a diversidade das espécies introduzidas na área, e conseqüentemente, ao aumento da biomassa vegetal. Essa biomassa inicial foi composta principalmente por espécies de ciclo curto agrícolas e de adubação verde, como os milhos, feijões fava, crotalárias, feijões de porco e girassóis.

Esse aumento fotossintético, amplia a capacidade da área de captação da energia solar, e parte da energia é armazenada na biomassa. Quando essa biomassa é podada, para se cumprir o princípio de manter o solo permanentemente coberto e protegido, essa energia é passada ao processo de decomposição e auxilia a auto-sustentar os fluxos de energia do sistema, além disso, esse processo potencializa a ciclagem dos nutrientes no próprio sistema.

Esse processo, como apontado por Rebello e Sakamoto (2021) é base para fertilidade do solo, pois a biomassa é posta em sua superfície, para compor matéria orgânica vegetal, que segundo Primavesi (2016) é o alimento para a vida aeróbia do solo, tornando este mais agregado e criando um sistema macroporoso que auxilia no fluxo de ar e água, além de o produto de sua decomposição liberar nutrientes para o sistema. De fato, se observou que o solo, anteriormente compactado e com indícios de erosão, teve melhora em sua estrutura, permeabilidade e retenção de umidade. Além disso, se observou o aparecimento de bioturbadores do solo, como as minhocas, que são indicadores biológicos de melhora de sua saúde ecológica, e ao mesmo tempo auxiliam em seus processos de recuperação.

A fotossíntese do sistema também é potencializada pelo consórcio entre as espécies, aliado a estratificação de cada planta, em seu determinado grupo sucessional da sucessão ecológica. Isso é permitido, pois, seguindo estes 3 princípios é possível se otimizar a captação da energia solar nos diferentes estratos do sistema ao longo do tempo.

Outros fatores importantes observados, estão relacionados ao aumento da biodiversidade na área. Anteriormente a implantação, a área consistia em um espaço homogêneo, e após o desenvolvimento do SAF a diversidade aumentou. Esse caráter de aumento da diversidade pode ter auxiliado nos mecanismos reguladores de população e na estabilidade do sistema.

Em relação aos mecanismos reguladores, foi possível observar a atração de diferentes espécies de insetos, por exemplo, diferentes tipos de joaninhas da família *coccinellidae* que é

conhecida por ter bom desempenho no controle biológico de algumas pragas. Além disso, alguns ecólogos que frequentaram a área durante o desenvolvimento deste trabalho, alegaram terem reconhecido espécies de vespas solitárias no sistema, sobre um canteiro agrícola, e afirmaram se tratar de vespas que exercem controle biológico e são estudadas. Com isso, esses pesquisadores implementaram na área uma “caixa” com cavidades pré-existentes que abrigam essas vespas.

Quanto a estabilidade, durante os meses de junho a agosto, ocorreu geadas na região, em que agricultores perderam plantações. Essa perturbação externa atingiu o Módulo 1, e algumas mudas perderam todas suas folhas, as bananeiras tiveram suas folhas “queimadas” pelo frio e ficaram pretas, e as mandiocas também sofreram danos. Passado esse período o sistema teve boa reação no rebrote das espécies, e tiveram poucas perdas de mudas, apenas alguns cajus e uma paineira. Isso pode ser um indicativo do aumento da capacidade do sistema em resistir a efeitos externos, mesmo que ainda no início de seu desenvolvimento.

É possível que os danos da geada poderiam ter sido melhor evitados caso uma adubação verde de inverno estivesse compondo a área neste momento. Acredita-se que o aumento da biomassa resistente ao inverno poderia ter criado condições específicas de proteção do restante do sistema, como por exemplo, criando uma barreira que impedisse o maior fluxo de ar frio. Porém, é apenas uma hipótese.

Em relação a sucessão ecológica, no desenvolvimento temporal do sistema, foi possível observar que no Módulo 1, no primeiro mês, as plantas de ciclo curto se destacaram em seu crescimento, são elas as espécies agrícolas, milho e feijão fava, e as adubações verdes, feijão de porco, crotalária, girassol e mamona. O capim braquiária, também cresceu abundantemente nos caminhos, por não terem sido retirados durante a implantação, retirou-se apenas nos canteiros de plantio.

Essas plantas de rápido crescimento, começaram a modificar o ambiente e criaram condições favoráveis para o desenvolvimento e proteção das sementes de árvores que haviam sido plantadas. Essas condições podem ser na estabilidade térmica, no aumento de umidade e proteção contra a incidência direta dos raios solares, criando-se, portanto, um viveiro natural. Esse efeito, como dito no referencial teórico, é conhecido pelos agricultores no manejo agroecológico, como “placenta”. Observou-se nesse primeiro momento a germinação das espécies de árvores guapuruvu, caju e jatobá. Além disso, outras plantas presentes no sistema plantadas de sementes, bulbos e estacas, de outros grupos sucessionais, iniciaram seu crescimento, como as abóboras, bananas, mandiocas, flor cosmos, feijão guandu e quiabo.

De 1 a 4 meses de desenvolvimento, as espécies de adubação verde e agrícolas que completaram seu ciclo foram podadas e incorporadas ao solo como matéria orgânica vegetal, o que auxilia na ciclagem dos nutrientes. Essas espécies foram os girassóis, feijões de porco, feijões fava e milho. As crotalárias foram mantidas para gerarem sementes que seriam utilizadas no Módulo 2. Os feijões fava, por possuírem capacidade de enramar em outras plantas, se demonstrou de difícil manejo no contexto das linhas florestais, pois dificultou a sua poda e incorporação sem prejudicar algumas mudas mais sensíveis em que ele havia se “agarrado”. Outro fator importante, foi a observação de que as estacas de gliricídia não haviam iniciado seu crescimento, o que foi explicado pelo equívoco em seu plantio, plantando estacas de outra espécie, com isso, se plantou novamente as estacas corretas.

No final de 4 meses, as flores cosmos, abóboras e quiabo tomaram protagonismo na sucessão. As flores cosmos se destacaram principalmente na substituição dos girassóis no canteiro de quebra vento. Essas flores trouxeram significativo incremento na biodiversidade, ao atrair diversas espécies de polinizadores, e a sua poda se mostrou uma boa alternativa para cobertura de solo.

As abóboras começaram a produzir alguns frutos, porém em pequena quantidade, parte desses frutos foram colhidos pelas próprias pessoas que frequentam o *campus*, assim como os quiabos. As demais espécies de ciclos mais longo continuaram o seu crescimento, com destaque para as agrícolas mamão, banana e mandioca, e também, das florestais, guapuruvu e jatobá. Vale ressaltar, que as colheitas realizadas durante o desenvolvimento deste trabalho foram doadas a funcionários da segurança e limpeza do *campus*.

De 4 a 8 meses de desenvolvimento do Módulo 1, o grupo sucessional de espécies de ciclo curto haviam sido podadas e incorporadas como cobertura de solo. Apenas as flores cosmos permaneceram, isso se deve as sementes que foram dispersadas no módulo pelas próprias plantas. Desse modo, as crotalárias, girassóis, feijões, abóboras, milhos e quiabos foram sucedidos pelas mandiocas e feijão guandu, além das espécies de ciclo mais longo que continuaram a se desenvolver.

No canteiro de adubação verde C2, foi possível observar que as crotalárias, plantadas nas laterais do canteiro, geraram condições adversas no crescimento dos feijões guandu, plantados no centro do canteiro, e que fariam parte do próximo grupo sucessional. Essas condições podem ter ocorrido devido ao rápido crescimento das crotalárias, em alta densidade de plantio, gerando um sombreamento e abafamento para os feijões guandu. Essa ocorrência poderia ter sido evitada caso as crotalárias tivessem sido podadas e incorporadas ao solo, antes

de atingirem o seu período de floração, porém, como dito anteriormente, elas permaneceram para que fosse possível coletar suas sementes.

A biomassa do canteiro C2, então, foi incorporada ao solo e substituída por um canteiro de horta, em que foram plantadas diversas espécies como, rúcula, almeirão, alface, chicória, berinjela, cebolinha e quiabo, além de flores cosmos e flores conhecidas por capitão. Esse canteiro de horta não foi descrito na metodologia deste trabalho, porém mostra a versatilidade de opções para as linhas agrícolas, entre as linhas florestais. Além disso, rendeu colheitas que foram doadas para funcionários da segurança e limpeza do *campus*.

No canteiro de adubação verde C5, no entanto, houve eficácia na sucessão das espécies de adubação verde, em que as laterais do canteiro foram plantadas com feijão guandu e o centro com as crotalárias. Além disso, após as correções exercidas sobre as estacas de gliricídia, nos canteiros florestais, estas começaram a brotar. A gliricídia é fundamental como fonte de matéria orgânica para o futuro, pois trata-se de uma adubação verde, que é uma árvore e possui ciclo mais longo.

Além disso, esse período abrangeu o período de estiagem do ano, com a diminuição das chuvas no inverno. Foi possível observar uma retração do sistema como um todo, com diminuição da biomassa e retardamento do crescimento das plantas. Nesse período, a necessidade de irrigação aumentou, demandando maior esforço físico para realizar essa atividade, visto que era feito manualmente com mangueiras. Desse modo alguns testes de fitas de irrigação foram realizados, porém a maior parte da irrigação realizada foi manual.

Mesmo com essa retração no crescimento, o sistema resistiu, tendo a cobertura de solo ajudado na manutenção da umidade no solo. Além disso, como citado anteriormente, uma onda de geadas assolou o módulo, porém houve poucas perdas de mudas e o sistema rebrotou vigoroso nos períodos seguintes. Como dito, anteriormente o planejamento de uma adubação verde de inverno poderia ter sido um fator fundamental para alimentar o sistema nesse período.

De 8 meses a 1 ano e 2 meses de desenvolvimento do Módulo 1, período que encerra as observações deste trabalho, se observou o aumento da estrutura vertical do módulo. Esse destaque se deve principalmente ao crescimento das bananeiras, gliricídias, mamões e dos guapuruvus. Essas condições começaram a alterar o sombreamento da área e a dinâmica de manejo, em que essas espécies, passaram a contribuir com a biomassa podada para cobertura vegetal.

Outro destaque está no canteiro de quebra vento, em que os margaridões ocuparam o espaço oferecendo proteção contra os ventos e gerando biomassa para o sistema. Vale ressaltar, que neste canteiro, também foram plantadas mudas frutíferas de amora, grumixama e pitanga,

com a ideia futura de atração de fauna e também para atrair as pessoas do *campus* para colherem esses frutos e ser uma porta de entrada para conhecer a agroecologia.

As mandiocas, se destacaram entre as plantas agrícolas, e ocuparam seu espaço sucessional. Junto a elas, brotaram alguns margaridões que haviam sido depositados como matéria orgânica. Com esse fato, pode se observar que os margaridões com a mandioca se mostraram um potencial consórcio, em que, os margaridões eram frequentemente podados a uma altura menor que a mandioca, e sua matéria era usada de biomassa. Se observou que com essa rotina de manejo dos margaridões, as mandiocas obtiveram um rápido crescimento.

Entre os meses de dezembro de 2021 e fevereiro de 2022, houve um aumento considerável na formação de biomassa no módulo, devido ao desenvolvimento das mudas florestais, agrícolas e adubação verde. O aparecimento da fauna do solo, tornou-se cada vez mais frequente, com destaque para as minhocas e gongolos, ao ponto de a cada movimentação do solo com enxada ser possível observar a presença dessa macrofauna.

Nesse período o sistema não foi irrigado nenhuma vez, se desenvolvendo apenas com as águas da chuva e a manutenção da umidade gerada pela cobertura de solo e decomposição da matéria orgânica. Outra consideração, está no acréscimo de novas mudas no módulo, como florestais, e mudas de café em consórcio com as bananeiras.

Em relação ao Módulo 2, é importante considerar que sua implantação foi realizada posteriormente ao Módulo 1, com plantio em outubro de 2021. Neste módulo não houve linhas específicas para adubação verde e a alternativa proposta foi incrementar a adubação verde diretamente nos canteiros agrícolas e florestais. Além disso, a espécie escolhida para essa função foram principalmente os feijões de porco e flores cosmos, como forma de facilitar o manejo da poda e cobertura do solo, ao passo que essas espécies não enramam nas mudas, como ocorreu com os feijões fava, nas linhas florestais do Módulo 1.

Nesse sentido, os dois primeiros meses de desenvolvimento do Módulo 2, as espécies que se destacaram na formação da biomassa, foram os milhos, feijões de corda, crotalárias, feijões de porco e flores cosmos. Os feijões de porco e flores cosmos se demonstraram eficazes para proteção das mudas arbóreas e geração de biomassa para cobrir o solo. Diminuindo a necessidade de utilizar as podas do *campus* como cobertura dos canteiros, porém, não foram o suficiente para também se cobrir os caminhos de locomoção.

Entre dois e quatro meses de desenvolvimento, o Módulo 2 exigiu uma alta demanda por manejo, isso se deve principalmente aos feijões de corda. Estes acabaram por se espalhar e enramar por quase todos os canteiros e cobriram os caminhos, sendo necessário realizar a sua poda constantemente, para não afetar as linhas florestais.

6.4 Registro fotográfico de acompanhamento do desenvolvimento temporal do sistema

6.4.1 Módulo 1

- Módulo 1 - no 1º mês – janeiro de 2021

Figura 19 - Desenvolvimento do Módulo 1 no 1º mês



(a) Girassois em destaque nos canteiros

(b) milhos e crotalárias em destaque

Fonte: Nicolas Calderón (26/01/2021)

Figura 20 - Girassol e caju no Módulo 1



(a) Flor do Girassol com abelhas polinizadoras

(b) Caju plantado de semente no meio do feijão

Fonte: Nicolas Calderón (26/01/2021)

- Módulo 1 - de 2 a 4 meses

Figura 21 - Desenvolvimento do Módulo 1 no 2º mês



(a) Vista diagonal do Módulo 1

(b) Quebra vento, canteiro (C1), canteiro (C2)

Fonte: Nicolas Calderón (20/02/2021)

Figura 22 - Quiabo e milho nos canteiros



(a) quiabo, canteiro (C3)

(b) milho roxo, canteiro (C4)

Fonte: Nicolas Calderón (20/02/2021)

Figura 23 - Pitanga e Jatobá



(a) pitanga, canteiro (C1)

(b) jatobá, canteiro (C1)

Fonte: Nicolas Calderón (20/02/2021)

Figura 24 - Quiabo, mandioca, banana, castanha do maranhão e caju



(a) quiabo e mandioca, canteiro (C3)

(b) banana, castanha do maranhão e caju, canteiro (C4)

Fonte: Nicolas Calderón (20/02/2021)

Figura 25 - Desenvolvimento do Módulo 1 no 4º mês



(a) Vista diagonal do Módulo 1

(b) Quebra vento e canteiro (C1)

Fonte: Nicolas Calderón (22/04/2021)

Figura 26 - Abóboras moranga e kabocha



(a) abóbora moranga, canteiro (C4)

(b) abóbora kabocha, canteiro (C7)

Fonte: Nicolas Calderón (22/04/2021)

Figura 27 - Aspectos do solo e minhocas



(a) camada superficial do solo

(b) minhocas após mover solo

Fonte: Nicolas Calderón (22/04/2021)

- Módulo 1- de 5 a 8 meses

Figura 28 - Desenvolvimento do sistema agroflorestal no 8º mês



(a) Vista diagonal do Módulo 1

(b) Canteiros (C1) e (C2)

Fonte: Nicolas Calderón (24/08/2021)

Figura 29 - Canteiro (C2), com plantio de hortaliças após plantio de adubação verde



(a) Hortaliças variadas no canteiro

(b) Vista diagonal do canteiro de hortaliças

Fonte: Nicolas Calderón (24/08/2021)

- Módulo 1 - de 9 meses a 1 ano e 2 meses

Figura 30 - - Canteiro (C2), com plantio de hortaliças após plantio de adubação verde em setembro de 2021



(a) Vista frontal do canteiro de hortaliças

(b) Vista diagonal do canteiro de hortaliças

Fonte: Nicolas Calderón (28/09/2021)

Figura 31 - Desenvolvimento do Módulo 1 com 1 ano e 2 meses



(a) Vista diagonal do Módulo 1

(b) Vista diagonal canteiro (C1)

Fonte: Nicolas Calderón (23/02/2022)

Figura 32 - Diversidade de espécies canteiro florestal (C1)



Fonte: Nicolas Calderón (23/02/2022)

Figura 33 - Mamões canteiro (C1)



Fonte: Nicolas Calderón (23/02/2022)

Figura 34 - Vista para canteiros C2, C3, C4



Fonte: Nicolas Calderón (23/02/2022)

Figura 35 - Canteiros C3 e C4



Fonte: Nicolas Calderón (23/02/2022)

Figura 36 - Vista para canteiros C7 e C6



Fonte: Nicolas Calderón (23/02/2022)

- Módulo 2

- Módulo 2 - com 3 meses de desenvolvimento

Figura 37 - Vista do Módulo 2



Fonte: Nicolas Calderón (18/01/2022)

Figura 38 - Bananeiras em meio a Flores cosmos no Módulo 2



Fonte: Nicolas Calderón (18/01/2022)

Figura 39 - Canteiro (C1) do Módulo 2



Fonte: Nicolas Calderón (18/01/2022)

Figura 40 - Caixa para abelhas solitárias entre os Módulos 1 e 2



Fonte: Nicolas Calderón (18/01/2022)

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Grupo de Extensão em Agroecologia Gira-Sol, vem a aproximadamente 16 anos contribuindo com a construção e difusão do conhecimento agroecológico a partir da prática da extensão universitária, com o desenvolvimento de diversas atividades, envolvendo desde crianças a adultos. O local principal que é o sistema agroflorestal implantado no *campus* há aproximadamente 12 anos, vem desde sua implantação, se caracterizando como um local de desenvolvimento de ideias e práticas que contribuem para que o grupo se capacite. Porém, esta área está em um estágio de desenvolvimento mais avançado em que árvores de grande porte ocupam seu espaço na sucessão ecológica.

Neste sentido, as características do manejo acompanham o estágio sucessional da área e, portanto, o SAF de 12 anos, necessita de manejos que demandam maior experiência, como podas em altura, uso de motosserra etc. Com isso, apesar de contribuir na formação das pessoas, havia a demanda de uma nova área implantada para se ter maiores possibilidades de entendimento teórico e de manejo, o que pode contribuir, até mesmo com o aumento das possibilidades de atividade de extensão universitária do Grupo Gira-Sol, e atrair novos membros integrantes para o grupo.

O presente trabalho contribuiu com o início da construção e o registro dos processos de implantação e manejo de novo espaço educativo em agroecologia e agrofloresta, como forma

de auxiliar para formação teórica e prática das pessoas que frequentem a área. A teoria estudada para a implantação do SAF contribuiu para as atividades práticas de manejo, e essas atividades práticas contribuíram para a visualização da teoria estudada.

Desta forma, um espaço que antes possuía indícios de degradação e que não havia uma função de uso definida, tornou-se um espaço educativo, que pode vir a contribuir na difusão agroecológica ao passo que agrega na recuperação ambiental de uma área e, beneficia a biodiversidade.

Devido as condições geradas pela pandemia de COVID – 19, não foi possível potencializar desde o início da implantação o seu caráter educativo para um público mais amplo, que seria por exemplo, por meio de oficinas e mutirões. Porém, as alternativas criadas de apresentação online em grupos de estudo e rodízio de alguns membros do grupo Gira-sol para conhecer e manejar a área mostrou que há potencial, e as oficinas e mutirões poderão ocorrer quando as atividades presenciais retornarem.

REFERÊNCIAS

- ALTIERI, Miguel. **Agroecologia**: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 5. ed. Porto Alegre: Editora da Ufrgs, 2009. 120 p.
- ALTIERI, Miguel. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3. ed. rev. ampl. São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão Popular, As - Pta, 2012. 400 p.
- ALTIERI, Miguel; I.NICHOLLS, Clara. **Agroecología**: teoría y práctica para una agricultura sustentable. México D.F: Programa de Las Naciones Unidas Para El Medio Ambiente, 2000. 250 p.
- CAPORAL, Francisco Roberto. **Agroecologia**: uma nova ciência para apoiar a transição a agriculturas mais sustentáveis. Brasília: 2009. 30 p.
- CORRÊA-NETO, Nelson Eduardo *et al.* **Agroflorestando o mundo de facão a trator**. Barra do Turvo: Petrobras Ambiental, 2016. 177 p.
- FARRELL, J. G.; ALTIERI, M. A. **Sistemas agroflorestais**. In: ALTIERI, M. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão Popular, AS-PTA, 2012. p. 281-304.
- FEIDEN, A. **Agroecologia**: introdução e conceitos. In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de. (Ed.). Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005.
- GLIESSMAN, Stephen R.. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. 3. ed. Porto Alegre: Editora da Ufrgs, 2005. 653 p.
- GUZMÁN, Eduardo Sevilla. Uma estratégia de sustentabilidade a partir da agroecologia. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 35-45, 19 jun. 2001.
- MICCOLIS, Andrew *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 Agroflorestal, 2016. 266 p.
- NAIR, P. K. R. **An introduction to Agroforestry**. The Netherlands, Kluwer Academic Publishers with ICRAF. 1993. p. 496.
- PASCHOAL, Adilson D.. **Pragas, agrotóxicos e a crise ambiente**: problemas e soluções. São Paulo: Expressão Popular, 2019. 181 p.
- PRIMAVESI, Ana. **Fundamentos de agroecologia**. 2001. Disponível em: <https://anamariaprimavesi.com.br/2020/01/17/fundamentos-de-agroecologia/>. Acesso em: 17 fev. 2022.
- PRIMAVESI, Ana. **Manual do solo vivo**: solo sadio, planta sadia, ser humano sadio. 2. ed. rev. São Paulo: Expressão Popular, 2016. 205 p.

REBELLO, José Fernando; SAKAMOTO, Daniela Ghiringhello. **Agricultura sintropica segundo ernest gotsh**. Editora Reviver, 2021. 153 p.

STEENBOCK, Walter; VEZZANI, Fabiane Machado. **Agrofloresta**: aprendendo a produzir com a natureza. Curitiba: 2013. 149 p.