



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS - CCHSA**  
**CURSO DE BACHARELADO EM AGROECOLOGIA**

**LUME FAJARDO GIOVANNINI**

**SISTEMA AGROFLORESTAL: ALTERNATIVA PARA  
ALIAR RESPOSTAS ECOLÓGICAS E ECONÔMICAS**

**BANANEIRAS - PB**  
**2023**

LUME FAJARDO GIOVANNINI

**SISTEMA AGROFLORESTAL: ALTERNATIVA PARA ALIAR  
RESPOSTAS ECOLÓGICAS E ECONÔMICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Bacharelado em  
Agroecologia, do Centro de Ciências Humanas,  
Sociais e Agrárias, da Universidade Federal da  
Paraíba, como requisito para obtenção do título  
de Bacharel em Agroecologia.

Orientação: Prof.<sup>a</sup> Dra. Nivânia Pereira da Costa Menezes

Bananeiras - PB  
2023

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

G512s Giovannini, Lume Fajardo.

Sistema agroflorestral: alternativa para  
aliar respostas ecológicas e econômicas /  
Lume Fajardo Giovannini. - Bananeiras, 2023.  
48 f.

Orientação: Nivânia Pereira da Costa  
Menezes. Monografia (Graduação) -  
UFPB/CCHSA.

1. Agrofloresta. 2. Agroecologia. 3.  
Sustentabilidade. I. Menezes, Nivânia Pereira da

UFPB/CCHSA-BANANEI  
RAS II. Título.

CDU 631.8  
(043)


LUME FAJARDO GIOVANNINI

## **SISTEMA AGROFLORESTAL: ALTERNATIVA PARA ALIAR RESPOSTAS ECOLÓGICAS E ECONÔMICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Agroecologia, do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agroecologia.

Aprovado em: 15/06/2023


### BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente  
 NIVANIA PEREIRA DA COSTA MENEZES  
Data: 21/06/2023 08:02:41-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup>. Nivania Pereira da Costa Menezes


Departamento de Agricultura – UFPB

Documento assinado digitalmente  
 BELISIA LUCIA MOREIRA TOSCANO DINIZ  
Data: 20/06/2023 08:50:26-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Examinador 1: Prof. Dr<sup>a</sup>. Belísia Lúcia Moreira Toscano Diniz

Departamento de Agricultura – UFPB

Documento assinado digitalmente  
 ALEXANDRE EDUARDO DE ARAUJO  
Data: 21/06/2023 09:23:13-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Examinador 2: Prof. Dr. Alexandre Eduardo de Araujo

Departamento de Agricultura – UFPB

Bananeiras – PB, 15 de Junho de 2023.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este estudo inicial sobre os sistemas agroflorestais para todos aqueles aspirantes a uma vida mais saudável no planeta, para todos aqueles que buscam em seu dia-a-dia conhecer mais e aplicar ações que gerem impactos positivos à natureza.

Quero que este trabalho possa servir de inspiração também aos acadêmicos que desejam aprofundar no estudo sobre este sistema agrícola, buscando através de pesquisas teóricas e práticas evidenciar as práticas e processos viáveis para a promoção de um agroecossistema equilibrado, que possa gerar frutos saudáveis para as comunidades e promova o bem estar humano.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar eu quero tecer este agradecimento à minha Mãe e ao meu Pai, estes que são a minha base de sustentação desde o berço, que me ensinaram a beleza de respeitar - respirar a natureza no dia-a-dia, que me incentivaram o ingresso à Universidade e me deram suporte durante o percurso desta jornada. Agora, estou aqui podendo agradecê-los por estar conquistando mais um ciclo de aprendizado, coroando essa caminhada com esse Trabalho de conclusão de Curso.

Na sequência, agradeço à orientadora Nivania Pereira por ter aceito a proposta de me acompanhar nesta fase final de curso, estando disponível com seu afeto e experiência para que eu pudesse me encontrar com o propósito deste trabalho de monografia. Desta forma, foi possível realizar todo este estudo e a organização das informações, de forma mais concisa.

Além destes, não posso deixar de agradecer a todos os amigos e amigas (professores e estudantes) encontrados no decorrer da graduação, e nessa representação agradeço aos professores que de alguma forma contribuíram com a formação do Grupo de Pesquisa em Sistemas Agroflorestais da UFPB - *Campus III*, e em especial a professora Belísia Lúcia que acolheu a ideia de 3 alunos, que sentiam a vontade de estudar mais sobre o assunto (Lume, Rodrigo e Walfredo).

Com isso, fechando esta teia de agradecimentos, eu agradeço à Natureza pela inspiração de cada dia, pelo despertar da minha vontade em querer conhecer e trabalhar em prol desta harmonia natural.

## **Sistema Agroflorestal: Alternativa Para Aliar Respostas Ecológicas e Econômicas**

**RESUMO** - O planeta terra está passando por uma série de mudanças climáticas e econômicas que afetam toda a vida. Com isso, se faz necessária a reflexão sobre os modos de operação que conduzem a resultados desastrosos alcançados atualmente e qual o modelo agrícola pode ser uma alternativa viável para melhorar as condições de vida na biosfera. O objetivo principal deste trabalho é trazer um relato histórico e atual dos processos agrícolas convencionais da revolução verde e apresentar uma solução de mudança do padrão agrícola, para um modelo capaz de entregar resultados positivos no quesito ecológico e econômico, sendo este, o Sistema Agroflorestal. Para a elaboração desta monografia foi utilizado o método de Pesquisa Bibliográfica para buscar as informações cabíveis ao assunto proposto a ser estudado. Daí, aproveitou-se conteúdos oriundos da história agrícola, da agroecologia, da ecologia, da agrofloresta, entre outros. Com as explanações feitas no texto, o leitor pode ter uma base sobre o processo histórico de formação da agricultura moderna/industrial e suas influências para o meio ambiente e economia, assim como, ter uma base sobre o que é sistema agroflorestal e qual modelo se apresenta mais viável para enfrentar os problemas ambientais e econômicos da humanidade. Por fim, é visível as diferenças metodológicas de cada modelo agrícola e que realmente existe a necessidade de mudar os padrões de produção, percebendo a importância de utilizar mecanismos que garantam a sustentabilidade na agricultura, para se obterem resultados positivos à vida no planeta, favorecendo o meio ambiente, a economia e a sociedade.

**Palavras chave:** Agrofloresta; Agroecologia; Sustentabilidade.

**ABSTRACT** - Planet earth is going through a series of climatic and economic changes that affect all life. With this, it is necessary to reflect on the modes of operation that lead to disastrous results currently achieved and which agricultural model can be a viable alternative to improve living conditions in the biosphere. The main objective of this work is to bring a historical and current account of the conventional agricultural processes of the green revolution and to present a solution to change the agricultural pattern, for a model capable of delivering positive results in the ecological and economic aspect, being this, the Agroforestry System. For the elaboration of this monograph, the Bibliographic Research method was used to seek the information appropriate to the proposed subject to be studied. Hence, content from agricultural history, agroecology, ecology, agroforestry, among others, was used. With the explanations made in the text, the reader can have a basis on the historical process of formation of modern/industrial agriculture and its influences on the environment and economy, as well as have a basis on what an agroforestry system is and which model is used. It is more viable to face humanity's environmental and economic problems. Finally, the methodological differences of each agricultural model are visible and that there really is a need to change production patterns, realizing the importance of using mechanisms that guarantee sustainability in agriculture, to obtain positive results for life on the planet, favoring the environment, economy and society.

**Keywords:** Agroforestry; Agroecology; Sustainability.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
1.1 OBJETIVO	10
<b>2. METODOLOGIA</b>	<b>11</b>
<b>3. DESENVOLVIMENTO</b>	<b>12</b>
3.1 AGRICULTURA INDUSTRIAL OU CONVENCIONAL	12
3.2 NECESSÁRIA MUDANÇA DE PARADIGMAS	17
3.3 SISTEMAS AGROFLORESTAIS	20
3.4 PRINCÍPIOS DO SISTEMA AGROFLORESTAL SUCESSIONAL - SINTROPIA	25
<b>3.4.1 Viabilidade Ecológica</b>	<b>33</b>
<b>3.4.2 Viabilidade Econômica</b>	<b>37</b>
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>41</b>
<b>5. REFERÊNCIAS</b>	<b>44</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Na atualidade é bem comum ouvir na educação básica e superior, assim como nos meios de comunicação os relatos sobre algumas mudanças ambientais que o planeta terra está sofrendo e o quanto essas transformações tendem a ameaçar a qualidade de vida da humanidade e de todo ecossistema global. A exemplo, a *World Wide Fund for Nature* (WWF) (2023) traz a seguinte informação em uma matéria: "São várias as consequências do aquecimento global [...] E há previsão de uma frequência maior de eventos extremos climáticos [...] com graves consequências para populações humanas e ecossistemas naturais". Diante dessas reações do meio ambiente, os cientistas estão buscando encontrar quais são as causas e como estas podem ser mitigadas para evitar consequências desastrosas.

Dentre as diferentes causas existentes, duas delas são mais enfatizadas pois tendem a causar maiores impactos ao meio ambiente. Cita-se as causas industriais por meio do extrativismo de recursos primários e a geração de poluentes; e as causas agropecuárias pela utilização extensiva dos recursos naturais e também geração de poluentes (ONU NEWS, 2023). Estas duas servem como exemplo para evidenciar como estes mecanismos modernos de desenvolvimento humano estão afetando o ecossistema global e quais são as possíveis projeções que este formato apresenta para um futuro próximo.

Estas formas de avanço da humanidade possuem algo em comum que direcionam os seus propósitos, que, de maneira geral, é o desenvolvimento econômico, gerando na maioria dos casos uma ideia de que justifica-se os meios através dos fins lucrativos almejados. No entanto, o que se tem visto com estes padrões é um aumento da concentração financeira por grandes empresários, aumento da degradação ambiental, intensas mudanças climáticas (tornando algumas regiões quase inóspitas à vida humana) e o aumento das desigualdades sociais (financeira, acessibilidade a saúde, a alimentos e qualidade de vida).

Contudo, além das consequências mais danosas aos diferentes âmbitos (ambiental, econômico e social), também existem algumas questões positivas que estes mecanismos trazem à humanidade, como o avanço tecnológico, da medicina e até da agricultura. Assim, diante dos diferentes resultados existentes, é importante a busca pelo reconhecimento dos efeitos nocivos e de que maneira pode-se aperfeiçoar as atividades, industriais e agropecuárias, com o propósito de melhorar a qualidade de vida no planeta. Sendo assim, começam a surgir estudos sobre o aproveitamento dos recursos naturais de modo que estes

não sejam totalmente esgotados e sim aproveitados de uma maneira mais consciente e econômica, pensando que estes recursos devem estar disponíveis para a humanidade atual e para as próximas gerações, sendo esta a base principal de todos os movimentos ambientalistas, denominado como desenvolvimento sustentável, pois sua premissa é de que os recursos naturais sejam preservados para todas as gerações.

Este trabalho tem a pretensão de enfatizar o tema sobre a produção agrícola, pois é uma das bases essenciais do desenvolvimento humano e, para tanto, precisa ser bem administrada para que os recursos sejam sabiamente aproveitados e distribuídos para a sociedade. Lembrando que, a espécie humana é integrante do ecossistema global e não um grupo soberano aos demais, com isso, suas ações de exploração tendem, na verdade, a serem prejudiciais não apenas aos organismos naturais, mas também à própria humanidade (CAPRA. 2012). Desta forma, faz-se necessário realizar um estudo sobre o histórico da agricultura moderna, seus resultados alcançados e, diante destes, apresentar um método agrícola alternativo capaz de oferecer melhores resultados (sustentáveis) para os seres humanos e a biosfera.

## **1.1 OBJETIVO**

O objetivo principal deste trabalho é apresentar uma vertente do sistema agroflorestal, sistema agroflorestal sucessional (SAF's), como alternativa agrícola que possa ser capaz de fornecer resultados sustentáveis para o meio ambiente e para a economia, avaliando a viabilidade deste modelo frente ao padrão atual de agricultura.

Foram sistematizados os seguintes objetivos específicos:

Sistematizar o histórico da agricultura industrial;

Elucidar os resultados alcançados até os dias atuais;

Discutir a necessidade de pensar em novas formas de agricultura;

Apresentar um método alternativo para modelo vigente - Sistema Agroflorestal;

Caracterizar o Sistema Agroflorestal Sucessional (SAF's);

Enfatizar os possíveis resultados Ecológicos e Econômicos com o SAF's.

## **2. METODOLOGIA**

Este trabalho foi desenvolvido pelo método da Pesquisa Bibliográfica, utilizando diferentes recursos disponíveis, como livros de base do curso de graduação em agroecologia, livros mais recentes sobre sistemas agroflorestais, pesquisas em monografias, dissertações e teses; assim como pesquisas nas redes de comunicação virtual sobre meio ambiente, agrofloresta e atualidades.

A pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos e páginas de web sites. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. Existem porém pesquisas científicas que se baseiam unicamente na pesquisa bibliográfica, procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta (FONSECA, 2002, p. 32).

Além disso, o trabalho foi estruturado com a lógica de apresentar informações sobre o modelo agrícola vigente, trazendo para o texto questões importantes de serem observadas sobre os métodos e resultados da agricultura industrial e, na sequência, foi sendo apresentado o modelo agrícola que estava sendo proposto como alternativa viável para a agricultura moderna, o Sistema Agroflorestal Sucessional (SAF's), apresentando os conceitos gerais e básicos do sistema, aprofundando sobre a forma de pensar a relação entre o homem e a natureza, como o SAF 's funciona e como pode gerar resultados positivos frente ao modelo vigente.

### 3. DESENVOLVIMENTO

#### 3.1 AGRICULTURA INDUSTRIAL OU CONVENCIONAL

O modelo de agricultura industrial, desenvolvido atualmente, começou a ser estruturado a partir dos estudos de pesquisadores do séc. XIX e XX, como Boussingault, que em 1834 lançou os fundamentos da química agrícola [...]. Após esta data, “os cientistas tornaram-se peças fundamentais nas descobertas e inovações”; e “Liebig em 1840 lançou sua clássica monografia sobre química agrícola” (HOWARD, 2012, p. 269). A pesquisa de Liebig foi um impulso para a aplicação de um modelo agrícola chamado de “agricultura química” que segundo Howard (2012, p. 269), foi um modelo agrícola que tomou como base a análise da composição química das plantas através da avaliação das cinzas do vegetal carbonizado e da avaliação química do solo através de coleta e análise laboratorial. Por estes métodos poderia, então, obter um resultando em valor numérico de elementos possíveis de serem suplementados ao solo para o melhor crescimento vegetal. Sendo assim, foram descobertos três elementos essenciais para o crescimento vegetal: o Nitrogênio (N), o Fósforo (P) e o Potássio (K). Estes elementos começaram a ser usados rotineiramente na agricultura química, entre os anos 1840 a 1900, através das produções industriais desses fertilizantes.

No período da primeira guerra mundial (1914 -1918) foram realizadas pesquisas e experimentos sobre captação do nitrogênio atmosférico para a produção de bombas, a exemplo o “Haber-Bosh”, que segundo Dayana Andrade (2022, pg. 129) “é um processo industrial que converte o nitrogênio (N<sub>2</sub>), presente na atmosfera em amônia [...] processo também usado para fins militares, pois a amônia pode ser convertida em explosivos”. No entanto, após o término deste período ocorreu a necessidade de escoar toda a produção bélica feita de compostos nitrogenados e então uma das formas foi o seu emprego na agricultura. Os territórios que estavam com os solos empobrecidos pela guerra, ao explorar a produção excessiva de alimentos, estavam agora recebendo adubos industrializados com base nos compostos nitrogenados (N) gerados na guerra e recebendo alguns acréscimos de fósforo (P) e potássio (K). Estavam utilizando a composição de adubo mais conhecido na atualidade, o NPK.

Alguns anos depois, em 1940, começa a tornar-se evidentes algumas pesquisas sobre melhoramento genético de espécies, produção de insumos agrícolas para controlar pragas e doenças nas lavouras e sobre práticas de manejo que fossem capazes de aumentar a lucratividade dos campos agrícolas (MACHADO, 2017, p. 52). Após a segunda guerra mundial em 1945, houve mais alguns avanços no campo tecnológico e neste momento histórico forjaram-se fatores que provocaram a ideia da “necessidade de garantia de segurança alimentar em grande escala” (MUNDO EDUCAÇÃO, 2023). Com isso, surgiu em 1960 uma nova proposta de reestruturação da produção agrícola com o objetivo de aperfeiçoar as técnicas e tecnologias da época, aumentando a produção em larga escala para gerar mais “alimentos e melhores condições de vida para a humanidade”. Esta proposta ficou conhecida como “Revolução Verde”. Segundo Machado (2017, p.53), a revolução verde teve como precursor o Dr. Harrar que, em 1944, objetivou de fato a melhoria na produção de grãos para mitigar a fome da humanidade. No entanto, o engenheiro agrônomo Norman Borlaug assumiu a liderança dessa implementação, alguns anos depois, o que deixou claro os interesses políticos de introduzir o capitalismo nos campos dos países da América Latina, Ásia e África ao invés de mitigar a fome.

Essa revolução foi estruturada com algumas práticas específicas de cultivo do solo que ficou conhecido como “pacote tecnológico”. Este facilitava a difusão do capitalismo por grandes empresários, conseguindo uma maneira simples de comercializar seus produtos para o novo modelo agrícola. Este pacote tem como base difundir as práticas de melhoramento genético de espécies vegetais e animais, o hibridismo, a mecanização agrícola, o modelo agrícola de monocultura, o incentivo ao uso de fertilizantes e defensivos agrícolas (agrotóxicos) industrializados e a modernização do sistema de irrigação (MUNDO EDUCAÇÃO, 2023).

Algumas dessas práticas são estritamente comercializáveis e outras são conceitos de uso do solo que visam atingir uma maior produtividade da cultura agrícola. Entre as práticas comercializáveis podem ser citadas:

- 1- Melhoramento genético e hibridismo. As empresas conseguem realizar as melhorias em laboratórios, visando assegurar ganhos na produtividade das cultivares, no entanto, manipulam o código genético para limitar a propagação sucessiva da

espécie e ainda registram a patente para controlar o comércio das sementes de acordo com seus interesses capitalistas;

2- Mecanização agrícola. Grandes empresas criam maquinários de acordo com o padrão de cultivo e colheita proposto pela revolução verde, visando o cultivo em larga escala, o monocultivo e o uso de agrotóxicos, com a finalidade de maximizar os resultados agrícolas, gerando dependência e limitação de acesso devido aos custos altos de investimento;

3- Uso de fertilizantes e defensivos agrícolas (agrotóxicos). Tem por base a produção industrial através da mineralização dos nutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), variando em formulações de NPK, além da produção dos defensivos agrícolas (tóxicos). Possibilitam mecanismos de otimização nutricional e produtiva, mas com custos econômicos, ambientais e sociais altos.

4- Automação da irrigação através de sistemas hídricos. Estes sistemas são pensados e estruturados de acordo com a necessidade de cada cultura e cada produtor, mas também possui seus componentes produzidos através de grandes empresas e com materiais que exigem um alto consumo energético para manufatura (ex: petróleo).

As práticas que atuam como princípios da Revolução Verde / Agricultura Industrial, que surgiram em decorrência dos processos da Revolução Industrial, são conhecidas através de três princípios que geram dependência dos produtores: fertilizantes químicos, agrotóxicos para controle de pragas e doenças e o modelo agrícola da monocultura (MACHADO, p.61, 2017).

1- Adubação química do solo. Através da síntese industrial de compostos químicos que atuam diretamente na nutrição das plantas, sem considerar os processos naturais de equilíbrio nutricional entre solo e planta. Como exemplo, cita-se a simplificação do uso de macronutrientes, com ênfase maior para o nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), dando subsídio básico para o crescimento e a produção vegetal, porém “desconsiderando” a função essencial dos demais macro e micronutrientes.

2- Controle de pragas e doenças com uso de venenos (agrotóxicos). Surge junto com o novo modelo agrícola proposto pela revolução verde como uma necessidade de controlar o aparecimento de insetos, fungos e bactérias capazes de causar danos na produção. Contudo, esses produtos possuem um alto nível de toxicidade para os indivíduos expostos a tais produtos.

3- Modelo de monocultura. Visa simplificar os sistemas agrícolas para uma única cultura em grandes lotes de terra. Com o intuito de alcançar maior controle sobre a produção, facilitando o acesso de maquinários em todas as fases agrícolas, o uso de adubações específicas e calculadas para determinada cultura, o controle de pragas e doenças através dos agrotóxicos e o uso de irrigação dimensionada para a cultura. Entretanto, ao gerar a redução da biodiversidade, ocorre consequências danosas ao meio ambiente, econômico e social.

Esse modelo agrícola chega ao Brasil por volta do ano de 1964, e se torna o modelo agrícola oficial (MACHADO, 2017, p. 55). Atualmente, já é possível refletir sobre os resultados que estão surgindo devido a essas práticas agrícolas com o viés industrial. Desde a segunda metade do século XX até o início do séc. XXI muitos avanços tecnológicos ocorreram na agricultura brasileira que a fizeram hoje render resultados no campo produtivo/econômico, ambiental e social.

Estes resultados são descritos sob diferentes perspectivas, algumas retratam benefícios e avanços, outras destacam malefícios e consequências danosas. Portanto, faz-se necessário analisar o modelo produtivo e ponderar quais resultados realmente valem a pena buscar frente ao desenvolvimento da humanidade e a manutenção da vida no planeta.

Dentre os resultados existentes, um deles é sobre o avanço econômico do País que tende a aumentar a sua produção de *commodities* agrícolas (soja, milho, trigo e outros) em grandes extensões de terra. Usando das práticas de controle sanitário e nutricional citadas acima, os grandes produtores alcançam alta produtividade e conseqüentemente aumentam a lucratividade. No Brasil desde 1976/77 até 2022/23 a área plantada de soja aumentou , segundo a CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento (2023), de 6.949,00 mil ha para 43.529,90 mil ha e a produção de 12.145,00 mil t para 151.419,00 mil t por ano. Trata-se de

um crescimento gigantesco em 47 anos, no entanto, restrito a uma única cultura voltada para fins comerciais e não para a alimentação básica da população.

Avanços como esse também geraram consequências danosas do ponto de vista ambiental e socioeconômico. No contexto ambiental, os avanços da agricultura industrial causaram devastação das florestas, da biodiversidade (fauna e flora), a poluição dos rios e lençóis freáticos, poluição atmosférica, mudanças climáticas, contaminação dos alimentos e outros. Segundo Amorim (2022), “considerando o calendário de desmatamento 2022, que compreende o período de agosto de 2021 a julho de 2022, o desmatamento na Amazônia Legal foi de 10.781 quilômetros quadrados”. Esta foi a segunda vez que o desmatamento atinge tamanhos tão grande em curto período de tempo. O Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon) faz o acompanhamento anual dos níveis de desmatamento e conseguiu reunir os dados desse processo desde o ano de 2008, constatando que os anos de 2020 a 2022 tiveram recordes inimagináveis de desmatamento (IMAZON, 2022).

Estes dados demonstram um pouco de todo o processo de degradação que a agricultura industrial está causando ao meio ambiente local e conseqüentemente ao ecossistema global, pois toda a vida no planeta está intrinsecamente interligada. Além da perda da biodiversidade local, causam danos ao ecossistema que regula as condições climáticas em todo o globo, afetam os ciclos da água gerando extremismos de chuva e seca, geram poluentes contaminantes das águas e dos seres vivos, causam o aquecimento mais acelerado do planeta e um tanto de outras conseqüências que tendem a acontecer em forma de rede, em que um dano local leva a causar outro dano maior e assim sucessivamente. Tudo isso em benefício do mercado capitalista, onde os grandes empresários e proprietários de terra estão ganhando economicamente com o avanço das explorações diretas da terra e os produtores de pequenas propriedades ficam marginalizados nessa corrida. Buscam cultivar a terra, produzindo alimentos para a sociedade, ainda sob os efeitos dos pacotes tecnológicos da revolução verde, mas gerando produtos alimentícios mais valiosos diretamente à sociedade do que os commodities dos grandes produtores.

### 3.2 NECESSÁRIA MUDANÇA DE PARADIGMAS

Os danos ao meio ambiente começam a ser percebidos com maior intensidade após o século XVIII com o início das revoluções industriais e os seus impactos começaram a ser questionados pela sociedade civil a fim de conseguir controlar as consequências desenfreadas que os avanços tecnológicos causavam e, ainda hoje, causam ao ecossistema global. No entanto, apenas no ano de 1972, dois séculos depois do início deste marco industrial, aconteceu a primeira reunião de grandes líderes mundiais para tratarem das questões de impactos ambientais (poluição atmosférica, da água e do solo), conhecido como Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente Humano ou Conferência de Estocolmo. Deste momento em diante, eventos como esse se tornaram mais frequentes e no ano de 1992 ocorreu mais um marco para o ativismo ambiental, promovido pelos países que formam a Organização das Nações Unidas (ONU), a Rio-92 ou ECO-92, sediada na cidade do Rio de Janeiro. Os eventos ainda hoje ocorrem de forma regular, buscando sempre tratar sobre novas alternativas frente aos impactos ambientais que o planeta está sofrendo, com intuito de cobrar que as propostas acordadas nesses eventos sejam cumpridas em um período determinado.

A conferência ECO-92 é considerada também como um grande marco na história do ativismo ambiental, pois nela surgiram algumas determinações importantes sobre o desenvolvimento humano dos países como um todo. Segundo Julia Ignacio (2020):

O objetivo principal da Conferência estava na ideia de que se todos os países buscassem o mesmo padrão de desenvolvimento dos países ricos (e tidos como desenvolvidos) não haveria recursos naturais para todos, sem que ocorressem graves e irreversíveis danos ao meio ambiente.

Sendo assim, a conferência buscou fortalecer o novo conceito que estava surgindo sobre "desenvolvimento sustentável", que propõe a aliança do desenvolvimento econômico com a preservação ambiental e o equilíbrio social. Este conceito surge alguns anos antes da ECO-92, em 1987 através do relatório "Nosso Futuro Comum" ou "Relatório de Brundtland", no qual a médica norueguesa Gro Harlem Brundtland, presidente da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente da ONU, trouxe para o discurso público o conceito de desenvolvimento sustentável, traduzido em "satisfazer as necessidades presentes, sem

comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” (ECOBRAZIL, 2023). Desta forma, os recursos ambientais precisam ser utilizados com prudência na atualidade a fim de permitir a auto regeneração para as próximas gerações.

Com isso a conferência de 92 conseguiu estabelecer algumas metas para serem adotadas por todos os países presentes no evento, causando repercussões positivas ao ecossistema global, formando então um importante documento para direcionar as ações políticas, chamado “Agenda 21” que pode ser definida como um “instrumento de planejamento participativo visando o desenvolvimento sustentável” (CONEXÃO AMBIENTAL, 2023).

Segundo Julia Ignacio (2020), a Agenda 21 já está servindo de base para a execução de algumas políticas ambientais em temas como:

- Mudanças necessárias aos padrões de consumo (especialmente em relação aos combustíveis fósseis - petróleo e carvão mineral);
- Proteção dos recursos naturais;
- Desenvolvimento de tecnologias capazes de reforçar a gestão ambiental dos países;
- Direcionamento para atividades que protejam e renovem os recursos ambientais, no qual o crescimento e o desenvolvimento dependem.
- Estabelecimento de áreas de ação: proteção da atmosfera; combate ao desmatamento, a perda de solo e a desertificação; prevenção a poluição da água e do ar; detenção da destruição das populações de peixes; e, promoção de uma gestão segura de resíduos tóxicos;
- Pobreza e a dívida externa dos países em desenvolvimento;
- Os padrões insustentáveis de produção e consumo.

Diante das explanações anteriores é visível que existe uma necessidade ambiental e moral de repensar alguns paradigmas frente aos formatos de produção agrícola convencional que a agricultura industrial arraigou à todos os produtores, seja “grande ou pequeno”. Entenda-se esta classificação, grande e pequeno produtor, como forma de ajudar na compreensão das diferenças econômicas entre eles, ao invés da diferença ética e moral. Para melhor ilustrar esse conceito existem os dados do censo agropecuário do Instituto Brasileiro

de Geografia e Estatística (IBGE) (GUIMARÃES, 2020), comprovam que existem diferenças econômicas entre os produtores e que o maior número é daqueles que possuem o menor poder aquisitivo. Isto causa um aumento das diferenças socioeconômicas onde uma pequena parcela de pessoas concentram grandes parcelas de terras e recursos financeiros, ficando a outra limitada a pequenas oportunidades de avanço econômico.

Contudo, como vinha sendo exposto, os pacotes tecnológicos da agricultura industrial foram disseminados a todos os produtores e assim, dos grandes aos pequenos, a maioria utiliza as sementes geneticamente modificadas, os fertilizantes químicos, os venenos para controle de pragas e doenças e o modelo agrícola da monocultura, causando os danos já referidos anteriormente, em maior ou menor escala.

Entretanto, com o avanço das discussões ambientalistas sobre a conservação da natureza, alguns formatos de agricultura ecológica estão surgindo, uns sendo apenas herança de modelos antigos e outros como uma renovação dos modelos tradicionais em conjunto com os avanços científicos. Existem produtores que, em uma luta que também é política, já estão realizando trabalhos aplicados a partir destes modelos agrícolas como a agricultura natural, agricultura orgânica e agricultura agroflorestal.

São diversos os modelos agrícolas que possuem esse ímpeto de buscar uma prática mais saudável e sustentável, capaz de gerar saldos positivos para o meio ambiente e a sociedade. O que há de valioso nestes modelos é que buscam o mesmo propósito da agricultura sustentável e se adaptam às condições ambientais, sociais e econômicas de cada local. Com isso mostram a sociedade que é possível mudar o ponto de vista sobre a forma de trabalhar com a terra/natureza. Estes modelos ecológicos são reconhecidos como meios alternativos de cultivo da terra pois eles apresentam os resultados citados, com saldo positivo ambiental, social e econômico, através de práticas empíricas e científicas com a qual conseguem replicar mecanismos que a própria natureza criou para o desenvolvimento das espécies e da vida no planeta.

Podemos citar como modelo base e capaz de abranger conceitualmente a maioria dos métodos ecológicos de produção agrícola a ciência da Agroecologia que segundo Francisco Caporal: “no seu sentido mais comum é a ciência que nos ajuda a articular diferentes conhecimentos científicos e saberes populares para a busca de mais sustentabilidade na agricultura.” (CAPORAL. 2015, p. 310). É uma ciência considerada complexa pela sua

formação interdisciplinar, que busca referências teóricas nas áreas da ciências agrárias, da ciências humanas, ciências biológicas, econômicas, sociais e etc. Com intuito de empoderar ainda mais o profissional na capacidade de gerenciar a transição dos modelos agrícolas convencionais atuais, para modelos agrários ecológicos, reconhecendo que tal processo gera modificações em diferentes esferas da vida humana além do próprio método de manejo agrícola, ou seja, transformações locais e globais.

Contudo esta ciência pode ser vista como base teórica, capaz de abranger os diversos conceitos existentes dos modelos de agriculturas sustentáveis, pois esta é a ciência que reúne em si os princípios de desenvolvimento ambiental, social e econômico justo para a humanidade; busca valorizar o conhecimento endógeno dos locais em que ela se insere; e faz uso das ciências modernas/ acadêmicas para gerar o avanço científico necessário para a melhoria das comunidades agrícolas, podendo, com isso, reunir conhecimentos diversos sobre os mecanismos da natureza em seus variados biomas e condições, e sendo capaz de aplicar a ciência de acordo com as potencialidades do local e da sociedade presente.

### **3.3 SISTEMAS AGROFLORESTAIS**

Os Sistemas agroflorestais vem se apresentando como uma alternativa viável rumo à uma mudança de paradigmas, conforme mencionado anteriormente e que tem sido muito apreciado pelas comunidades ambientalistas. Sendo reconhecido desde a década de 80, este modelo apresenta-se sob a perspectiva de gerar benefícios ambientais, econômicos e sociais para as comunidades e para os produtores, sendo prioridade o viés ecológico e sustentável das atividades. Bem similar à proposta apresentada pela Agroecologia, estando presente como uma de suas disciplinas em várias universidades no Brasil.

Este modelo agrícola conhecido como Agricultura Agroflorestal, segundo Andrew Miccolis et al. (2016, p. 22), representa:

O Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal (ICRAF) sugere: “Agrofloresta é um nome genérico para sistemas de uso da terra onde espécies lenhosas perenes como árvores, arbustos, palmeiras, bambus, etc., são deliberadamente utilizadas nas mesmas unidades de área com culturas agrícolas e/ou animais, num determinado arranjo espacial e temporal.”

Esta ciência costuma ser reconhecida por diferentes nomenclaturas a depender de suas particularidades de estrutura ou de conceitos, mas que de maneira geral se torna, como citado anteriormente, um método de cultivar plantas agrícolas em conjunto com espécies florestais e/ou com animais. Segundo consta no documento de N° 104 da EMBRAPA (YARED, 1998, p. 15) o sistema agroflorestal pode conter 3 classificações básicas que refletem sua estrutura de desenvolvimento agrário, sendo estas:

- Silviagrícola: árvores associadas com cultivos agrícolas anuais e/ou perenes;
- Silvipastoris: árvores associadas com atividade pecuária;
- Agrossilvipastoril: árvores associadas com cultivos agrícolas e atividade pecuária.

Contudo, vale salientar que independente das particularidades do modelo que o produtor escolher trabalhar, ele vai precisar seguir alguns parâmetros básicos norteadores de suas atividades que tornaram possíveis os resultados ecológicos e sustentáveis previstos por este método agrícola.

Os parâmetros norteadores são baseados em conceitos ecológicos de manejo do solo, das plantas e, de maneira geral, dos recursos da natureza. São conhecimentos que estão abarcados tanto na agroecologia, agronomia, ecologia, quanto na biologia, na química, na física e outras. Assim como a Agroecologia, que busca se aproveitar dos mecanismos de desenvolvimento da natureza, os métodos agroflorestais também buscam utilizar este recurso para benefício do sistema agrícola, tornando-o mais produtivo, qualificado e saudável.

De acordo com Andrew Miccolis (2016, p. 24) ainda existe mais uma classificação possível para este modelo agrícola florestal, que é conhecido como “Sistemas Agroflorestais Sucessionais ou Biodiversos - SAFs”. Este modelo é caracterizado por uma alta biodiversidade de espécies vegetais dos mais diferentes portes, em um arranjo espacial e temporal desenhado para que as plantas cresçam em cooperação. É um modelo considerado de maior capacidade no quesito de restauração ecológica por conta do seu desenho ser a mimetização mais autêntica dos modelos florestais naturais e com isso, ao ser replicada, consegue entregar ótimos resultados ambientais.

A questão central deste trabalho é sobre quais são os princípios norteadores e que benefícios são gerados pelo SAF's que faz dele uma alternativa positiva frente ao modelo convencional da agricultura industrial?

Este método têm como premissa reguladora a ideia de reproduzir/mimetizar os padrões de desenvolvimento da natureza para conseguir alcançar unidades agrícolas capazes de gerar serviços ecológicos (de preservação da natureza), gerar produtos de ordem primária (alimentos, madeiras, matéria prima) com qualidade e sem uso de agrotóxicos e ainda gerar benefícios sociais para as comunidades envolvidas.

A biomimética é ainda pouco explorada no ramo acadêmico agrário, mas se encaixa perfeitamente nas teorias e práticas realizadas nos SAF 's. Segundo a Equipe eCycle (2023) "A biomimética é a área da ciência que estuda os princípios criativos e estratégias da natureza, visando a criação de soluções para os problemas atuais da humanidade, unindo funcionalidade, estética e sustentabilidade." O que se traduz em observar os padrões de desenvolvimento da natureza e replicá-los para a solução de algum problema ou para a melhoria dos resultados.

Um dos princípios mais importantes para os SAF 's é o da biodiversidade, que retrata exatamente a conjunção estrutural das florestas e dos biomas preservados. Os ecossistemas não são idênticos em estrutura física nos diferentes hemisférios do planeta, no entanto, eles tendem a ter essa mesma característica, a biodiversidade, em maior ou menor grau de incidência, causando a promoção da vida na biosfera. Com isso, esse mecanismo de desenvolvimento da vida, através da rede de diversidade biológica, é utilizado de maneira estratégica na criação das agroflorestas.

Uma das práticas em prol da biodiversidade é buscar utilizar o maior número de espécies vegetais em quantidade e variedade possível, causando um grande adensamento de espécies num mesmo arranjo espacial e temporal. Dayana Andrade (2022, p. 96) comenta que "Plantas corretamente posicionadas em seu tempo (estágio sucessional) e em seu espaço (estrato) apresentam melhor performance." Ou seja, esse arranjo é capaz de otimizar o uso, no espaço e tempo, da energia solar através da fotossíntese e assim gerar mais biomassa e recurso biológico para o sistema agrícola, além de aumentar a capacidade de absorção de nutrientes no solo e conseqüentemente gerar mais ciclagem de nutrientes.

Essa é uma dinâmica que naturalmente acontece na natureza, onde diferentes plantas germinam próximas umas das outras, causando uma diversidade de interações e processos ecológicos e assim, com a seleção natural, algumas espécies se desenvolvem com mais vigor e outras perecem, disponibilizando nutrientes e espaço para as próximas espécies se desenvolverem.

O segundo princípio que norteia o SAF 's está na característica de sucessão natural das espécies. Felipe Pasini (2017, p. 50), retrata um pensamento do agricultor e pesquisador Ernst Götsch e diz:

A sucessão natural, para Ernst Götsch, expõe os mecanismos do comportamento coletivo da vida cujas dinâmicas induzem transformações e adaptações para aumentar cada vez mais sua capacidade de filtrar, digerir e incorporar matéria e energia do sol em seus sistemas, por meio de um processo contínuo que obedece a ciclos de crescimento e renovação.

O que representa o desenvolvimento de cada espécie dentro de um contexto maior que é o ecossistema, onde as espécies, na verdade, não se encontram separadas nem no espaço e nem no tempo. Existe uma interação contínua entre as espécies do mesmo espaço/tempo assim como em momentos diferentes de espaço/tempo. A explicação deste fenômeno pode ser feita através do exemplo das plantas espontâneas, pioneiras, secundárias e clímax. As espontâneas são as primeiras a surgir em uma área degradada, com erosões no solo e sem vegetação nativa. Estas plantas criam condições iniciais de melhoria do solo, aerando e retendo umidade, para que as pioneiras possam começar a surgir. Assim, esse processo acontece de forma sucessiva e as plantas de estágios iniciais estarão sempre criando condições no solo e no ambiente, para que plantas mais exigentes do próximo ciclo possam ter condições de crescerem.

Este princípio também é utilizado de forma consciente no manejo agrícola do SAF 's, sendo um mecanismo chave para todos os processos de desenvolvimento, pois através deste, é possível cultivar espécies que possuem um papel de melhorar a qualidade do solo, espécies que vão produzir matéria prima (alimento, madeira e outros) e outras que vão dar suporte futuro para o desenvolvimento da floresta. Sendo tudo planejado dentro da escala de tempo de desenvolvimento das culturas escolhidas.

O terceiro princípio fundamental para o estabelecimento deste modelo agrícola é o da intervenção humana consciente, o que parece óbvio, pois sem ele não haveria nenhum mecanismo de agricultura, visto que esta é criada pelo próprio ser humano. Porém, é importante evidenciar essa ideia como um dos princípios chave do sistema, pois, para a agrofloresta, o ser humano consciente dos mecanismos de desenvolvimento da vida florestal torna-se essencial para que o SAF 's consiga alcançar resultados excepcionais.

Através da intervenção humana consciente é possível acelerar os processos naturais de melhoria da qualidade do solo, de aumento da disponibilidade hídrica, o aumento da biodiversidade de espécies produtivas e de serviços (espécies que favorecem melhoria do SAF's e do meio ambiente). Segundo Felipe Pasini (2017, p. 67): “Na ótica da Agricultura Sintrópica o papel do ser humano no planeta seria, tal como qualquer outra espécie, o de manejar ecossistemas no sentido de favorecer processos sintrópicos de complexificação de vida, tendo como meio às relações simbióticas com outros organismos”. Com isso, a ideia de que o ser humano faz parte do sistema agroflorestal como um agente catalisador, aplicando o insumo do conhecimento sobre os processos de desenvolvimento da natureza, melhorando a fertilidade do solo, otimizando o crescimento vegetal e regenerando ecossistemas; conquistando resultados eficazes de recuperação ambiental e de produção agrícola.

Em conjunto, é necessário refletir sobre o termo intervenção consciente, pois não basta apenas fazer uso dos recursos naturais a fim de obter resultados produtivos/ econômicos. De acordo com o filósofo Arne Naess: “o ser humano é um indivíduo integrante do ecossistema e não um ser dominante e superior à natureza” (SOUZA, 2023). Um ideal que fundamenta o paradigma da ecologia profunda, que tem como premissa a conscientização sobre a importância de respeitar a natureza como ela é, reconhecendo que os recursos são finitos e precisam ser bem apreciados para que estejam disponíveis a todos os seres e gerações (princípio de sustentabilidade). Ao contrário disso, na atualidade, o ser humano apenas tem explorado os recursos naturais, com a ideia que os mesmos são infinitos e de que estão na natureza apenas para servirem à “espécie soberana” o ser humano. No entanto, esta posição, contrária à ideia da ecologia profunda, tem gerado alguns prejuízos ambientais que causam extinções de espécies e até mesmo mudanças climáticas globais, afetando a harmonia da vida no planeta e causando riscos para a vida da própria espécie humana.

Por tanto, considerando os princípios norteadores que buscam a todo instante conduzir a agricultura agroflorestal para atender o respeito à vida, a preservação da natureza e a promoção da qualidade de vida para a humanidade, os ambientalistas e órgãos governamentais têm trabalhado para promover ainda mais estas práticas através de incentivos econômicos e legislativos.

### **3.4 PRINCÍPIOS DO SISTEMA AGROFLORESTAL SUCESSIONAL - SINTROPIA**

O sistema agroflorestal pode ser constituído de diversas maneiras a depender do modelo de produção escolhido e também das condições ambientais, econômicas, sociais e culturais que o produtor dispõe. Contudo como salientado acima, os princípios de preservação da natureza em algum nível, mesmo que em alguns casos sejam pequenos, ainda atuam como premissa deste modelo agrícola e assim conseguem entregar alguns resultados de melhorias ambientais. Considerando os diferentes modelos que se insere dentro do conceito de Sistemas Agroflorestais, é importante destacar um dos modelos que tem apresentado bons resultados ambientais, econômicos e sociais, evidenciando ser este, frente ao modelo vigente da agricultura industrial, uma das alternativas para lidar com a terra e a vida no planeta.

O modelo a ser ressaltado é o Sistema Agroflorestal Sucessional - SAF 's, que tem demonstrado resultados positivos para o ecossistema. Sua premissa consiste em trabalhar com o maior número de espécies vegetais possíveis dentro de uma mesma unidade agrícola, utilizando conhecimentos sobre consórcios estratificados (organizado por necessidade de luz) e sobre consórcios sucessionais (organizado na escala do tempo de vida das espécies), sendo possível adensar e tornar biodiverso, gerando diversidade econômica e produtiva, com aproveitamento eficaz e eficiente dos recursos, conservando a natureza.

No Brasil, um pesquisador suíço, Ernst Gotsch - nascido em 1948, começou a desenvolver experimentos práticos em sua propriedade com base nos conceitos sobre sistemas agroflorestais. Em 1982 ele se mudou para uma fazenda de 480 ha na Bahia onde deu início ao trabalho de recuperação do território por meio do uso dos sistemas agroflorestais e tendo como carro chefe a cultura do cacau. Seu trabalho ganhou um formato autêntico e foi caracterizado como uma agrofloresta sucessional. Atualmente, o agricultor e pesquisador possui 410 ha recuperados onde 350 ha foram transformados em Reserva Particular do

Patrimônio Natural (a primeira RPPN da Bahia) (ANDRADE. 2019). O pesquisador, ainda desenvolve um trabalho de consultoria em diferentes países para a implementação das agroflorestas.

Ernst Gotsch, em sua jornada de pesquisa e ação agroflorestal, conseguiu compilar uma série de conhecimentos sobre o cultivo agrícola das comunidades autóctones/originárias pelo mundo e principalmente das Américas, se valendo do conhecimento científico das universidades, sendo ele geneticista. Foi motivado por seu questionamento sobre os métodos de convívio com as culturas agrícolas, onde se perguntou: “e se conseguíssemos reproduzir as condições ideais para o desenvolvimento de uma planta, ao invés de procurarmos por variedades capazes de resistir aos maus tratos a que as submetemos?” (ANDRADE. 2019). Como dito anteriormente, Ernst, inicialmente denomina este modelo de sistema agroflorestal sucessional, pois ele toma como princípio maior, que distingue este modelo agroflorestal de outros, o quesito da sucessão ecológica. Porém, com o desenvolvimento das práticas, este nome foi modificado para Agricultura Sintrópica, incorporando novos princípios filosóficos ao modelo agrícola.

Segundo Dayana Andrade (2019) “A Agricultura Sintrópica é constituída por um conjunto teórico e prático [...], no qual os processos naturais são traduzidos para as práticas agrícolas tanto em sua forma, quanto em sua função e dinâmica”. O que remete a ideia sobre o aprendizado com base na observação das dinâmicas e dos processos de desenvolvimento da natureza, realizando a biomimética para produzir soluções. Sendo que esta premissa se torna mais forte neste modelo, pois a proposta prioritária é utilizar destes mecanismos como um dínamo gerador da regeneração biológica. O que difere de alguns outros modelos agroflorestais que utilizam dos mecanismos da natureza para melhorar as condições de vida e de produção, mas não para gerar e movimentar a vida para níveis mais complexos/biodiversos (florestas clímax).

E o que representa esse processo de complexificação da vida? Segundo Fantappiè (1942, apud. ANDRADE. 2019.)

“se por um lado a entropia trouxe o entendimento de que toda energia no universo que se encontra concentrada tende a se dissipar, simplificar e dissociar, a sintropia se manifesta pela formação de estruturas, pelo aumento de diferenciação e

complexidade, tal como acontece com a vida. Ou seja, enquanto a entropia dispersa, a sintropia concentra.

Sendo assim, surge a ideia do nome Agricultura Sintrópica, pois trabalha com essa dinâmica de complexificação da energia cósmica, que dá forma à vida em suas mais diversas estruturas, oriundas da dispersão e concentração energética. Com isso, vem a formação dos princípios que norteiam este modelo agrícola e que tendem por uma “consequência natural”, com a reaplicação dos mecanismos naturais, a formar estruturas com capacidade produtiva e ecológica.

O princípio mais próximo desta ideia de aproveitamento dos recursos energéticos dito cósmicos é o de “aproveitamento máximo da fotossíntese” que tem sincronia com a ideia filosófica de um provérbio Chines “A agricultura é a arte de colher o sol” (RABELLO, 2021, p. 22). Nesse aspecto, a fotossíntese é reconhecida como fator primordial para a movimentação das engrenagens biológicas do ecossistema, sendo ela fator básico para o desenvolvimento vegetativo e acúmulo de biomassa, ou seja, transformando a energia luminosa em energia química, captando gás carbônico atmosférico e nutrientes do solo, disponibilizando esta energia para o desenvolvimento da vida no planeta (PRIMAVESI, 2016, p. 35). Esta movimentação, gerada pela captação dos raios solares, acionam outros mecanismos fisiológicos nos vegetais que auxiliam na absorção da água e dos nutrientes no solo, agregando na biomassa das plantas as partículas que estavam disponíveis no solo. Depois, esses agregados de partículas nutritivas (vegetais) podem retornar aos solos, gerarem condições biológicas para o aumento da fertilidade dos mesmos e assim, consecutivamente, melhorar a qualidade dos próximos vegetais.

Diante dessa dinâmica provocada pela fotossíntese, o pesquisador Fernando Rabello (2021, p. 23) denomina esse processo como "círculo virtuoso" no qual a própria natureza gera recursos para si mesma e o faz progredir a cada novo ciclo. Além disso, o referido pesquisador ainda traz uma observação sobre como aproveitar bem essa dinâmica que gera fertilidade, sendo possível graças ao adensamento estratégico de plantas na mesma unidade agrícola, conhecido como estratificação e sucessão (espacial e temporal). Mecanismos esses, que são capazes de aproveitar ao máximo a captação da energia solar de forma planejada para que as plantas se desenvolvam com excelência e com maior aproveitamento energético.

Com isso, outro princípio que está intimamente ligado ao da fotossíntese, é a ideia da “dinâmica da sucessão natural usada como ferramenta” (RABELLO. 2021, pg. 37). Neste princípio, está contido duas premissas importantes que já foram citadas no texto, que são a sucessão ecológica das espécies vegetais e a estratificação das espécies em andares (alturas) de acordo com suas necessidades fisiológicas de iluminação dentro da floresta.

A sucessão ecológica das espécies é o mecanismo que estuda o tempo de desenvolvimento de cada uma das espécies e a fase do ecossistema em que surgem, para poder encaixá-las dentro de uma estratégia de consórcio cooperativo e de plantio adequado ao ecossistema atual (ANDRADE. 2022). Com isso, as plantas ficam dispostas próximas no espaço/área, porém obedecendo a um planejamento temporal antecipado, no qual é previsto a escala de desenvolvimento das espécies no tempo, evitando competição entre elas. Desta forma, a distribuição das espécies ocorre por fase de desenvolvimento na floresta e recebem as designações de Placenta I, Placenta II, Secundaria I, Secundaria II e Clímax, representando assim a fase de sucessão das espécies de acordo com o seu tempo de vida (ANDRADE. 2022). Com essa distinção ecológica é possível realizar o planejamento otimizado do plantio das espécies, respeitando o tempo de desenvolvimento florestal das espécies, gerando cooperação e aproveitando melhor os recursos naturais no tempo, criando saldos produtivos mais reais às condições locais (fertilidade), evitando desperdício por investimentos aplicados em fases inadequadas (ex. plantio de espécies clímax em territórios degradados e sem suporte).

Além disso, Ernst classifica os territórios de acordo com o grau de fertilidade que apresentam e assim avalia quais culturas podem ser melhor aproveitadas para determinada condição. Ele criou um sistema de classificação, que designa a unidade agrícola em 3 características (RABELLO. 2021, p.40-45; ANDRADE. 2022, p.71-74):

1. Sistema de Colonização: São aqueles que estão em estágios iniciais de formação da vida, locais sem a presença de vegetais ou animais, apenas microrganismos que darão início aos processos biológicos, contudo ainda podem ser aqueles locais que sofreram grandes degradações do solo, onde a camada fértil foi removida e as camadas rochosas expostas.
2. Sistema de Acumulação: É o sistema que possui alguns animais de pequeno porte, insetos e a microfauna do solo. Há presença de vegetação, mas esta é mais

lignificada, com espinhos e de folhas rígidas, a relação carbono/ nitrogênio é alta. A fertilidade é baixa e possuem pouca água. Podem ser ambientes ainda em desenvolvimento ou aqueles que sofreram alta degradação das matas primárias.

3. Sistema de Abundância: Possui a presença de animais de grande porte, pois a camada de vegetação está mais desenvolvida, produzindo frutos. Os solos possuem estruturas mais saudáveis, retendo umidade, com alta atividade biológica, com níveis elevados de fertilidade. São sustentáculos para o desenvolvimento de florestas seculares com árvores de 60 anos ou mais.

Com as classificações acerca das fases do ecossistema, Ernst ainda salienta que a singularidade de cada local é imprevisível, e com isso, não dá para generalizar com exatidão a composição de cada local em apenas algumas características relatadas. Mas é possível através dessa classificação observar características de semelhanças que os sistemas naturais possuem, e assim surge a lógica de que existe uma espécie de espectro, onde cada fase do sistema possui um gradiente de possibilidades. No entanto, cada ecossistema vai possuir uma maior similaridade com alguma destas classificações e assim poderá ser caracterizado a fim de propor práticas específicas de manejo (ANDRADE. 2022).

No aspecto da estratificação, a lógica é baseada no estudo sobre o tamanho das espécies vegetais na fase adulta, que é o momento mais produtivo, e no estudo sobre a necessidade luminosa de cada uma delas, pois assim é possível imitar a estrutura florestal que contêm diferentes andares no dossel em um mesmo espaço/território. Com isso, Ernst Gotsch sistematizou esse conteúdo em diferentes estratificações que podem chegar até a 11 variedades, mas simplificando, o autor considera quatro características principais que podem conduzir os trabalhos da agrofloresta estratificada, sendo: vegetais de porte emergente, alto, médio e baixo, considerando que as plantas do estrato emergente são as que mais necessitam de luz direta e as de estrato baixo as que menos necessitam de luz direta (RABELLO. 2021).

Esta classificação das plantas também recebe uma descrição de como elas devem ser dispostas em uma unidade agrícola, o que dá um direcionamento sobre o consórcio adequado entre a variedade de plantas, de forma que estas estejam em harmonia, cooperando umas com as outras, tanto na captação da luz quanto na captação de elementos no solo. Ernst Gotsch

apontou que cada um destes estratos possuem uma porcentagem ideal para ocuparem o dossel agrícola em uma unidade agroflorestal, ou seja, cada um deve gerar um sombreamento “x” de tal maneira que exista a cooperação entre espécies para que o SAF ’s se mantenha em uma ascendente produtiva de matéria orgânica e “frutos”. Com isso, o estrato emergente deve ocupar 20%, o alto 40%, o médio 60% e o baixo 80% (RABELLO. 2021), imitando um formato piramidal onde a luz solar pode atingir a todos os estratos de acordo com a necessidade específica de cada espécie.

Com a união deste saber sobre a sucessão ecológica das plantas, dos estágios sucessionais das florestas e das estratificações dentro da floresta, o produtor consegue aproveitar mais seu tempo de trabalho e realizar atividades que vão lhe proporcionar mais “frutos”, em quantidade e variedade, ao longo do tempo. Por exemplo, o produtor normalmente prepara o terreno para plantar suas culturas anuais (milho, feijão, jerimum), mas neste caso ele irá colocar junto das anuais, algumas culturas perenes como frutíferas, árvores de madeira e outras. Otimizando o tempo, trabalho e os recursos agregados ao solo.

O terceiro princípio tão importante quanto os outros citados anteriormente, é sobre o “manejo ecológico do solo” que tem como premissa trabalhar este fator essencial para a nutrição das plantas de forma que o mesmo possa alcançar condições ótimas de fornecimento nutricional para as espécies vegetais. Com isso, também se faz necessário refletir sobre o entendimento que se tem sobre o que é o solo?

Por algum tempo, para algumas linhas de agricultura, o solo foi interpretado como um ambiente que serve apenas de sustentação física dos vegetais. No entanto, com o avançar das ciências do solo e das agriculturas com viés ecológico, foi sendo descoberto que na verdade este não é apenas um ambiente de sustentação física, e sim um ambiente em que ocorre diversas interações microbiológicas que tornarão estes solos mais saudáveis e férteis, com capacidade de criar diversas espécies vegetais (PRIMAVESI. 2018). Portanto, começa a surgir o conceito sobre saúde do solo, que agora passa a ser reconhecido como um ambiente essencial para o desenvolvimento das espécies vegetais e que este está intimamente ligado com a qualidade ecológica e produtiva dos sistemas agrícolas.

Segundo a engenheira agrônoma Ana Primavesi (2016, pg. 9):

O homem somente terá saúde se os alimentos possuírem energia vital.

Os alimentos somente possuem energia vital se as plantas forem saudáveis.

As plantas somente são saudáveis se o solo for saudável.

**Solo sadio → Planta sadia → Homem sadio**

Com este conceito sendo colocado como premissa para a busca de um sistema agrícola sustentável, então o mesmo também está integrado com as práticas agroflorestais. Sendo então, indispensável que haja diferentes práticas de manejo do solo como baixo revolvimento do solo, acúmulo de material orgânico sobre o solo (cobertura morta), plantio de culturas para adubação verde, aumento da biodiversidade de espécies vegetais e outros. Práticas que conduzem o aumento das interações biológicas no solo do sistema agrícola e consequentemente melhorando a saúde do ecossistema.

Fernando Rabello (2021), neste caso, cita com maior ênfase o aspecto de melhoria da qualidade do solo de um SAF 's através do uso de coberturas vegetais no mesmo, pois com estas coberturas, tanto mortas quanto vivas, é possível proporcionar a ativação da dinâmica de biocenose do solo, que resulta da interação existente entre diferentes organismos, e faz com que a agrofloresta acumule recursos em seu banco de nutrientes que é o solo. Com isso, este é um dos princípios que está intimamente ligado com os componentes básicos de acúmulo energético de um sistema agrícola, assim como o princípio de aproveitamento da fotossíntese e o uso estratégico da sucessão natural.

Sequenciando este princípio, vem o próximo que está intimamente ligado aos demais, representando dentro destes pilares um mecanismo de movimentação das unidades agroflorestais que é o “manejo das plantas” (RABELLO. 2021, p. 90). Com o manejo das plantas é possível acelerar os processos naturais de distúrbios que normalmente ocorrem nas florestas devido aos fenômenos da natureza. Nestes fenômenos ocorrem a conhecida abertura de clareira, que derruba algumas parcelas da floresta e dão espaço para que o ecossistema local se regenere com novas espécies vegetais, além de favorecer o desenvolvimento biológico dos organismos decompositores que irão deteriorar o material orgânico e devolvê-lo ao solo.

Neste princípio, o propósito básico é o de gerar realmente a movimentação dos ecossistemas para então aumentar o acúmulo energético no sistema, tanto no solo quanto nas plantas. A movimentação é feita através dos mecanismos de poda e capina seletiva, nos quais

os indivíduos humanos realizam a seleção das espécies que já estão em fase de amadurecimento e caminhando para a senescência, ou seja, na fase de envelhecimento, diminuindo as capacidades produtivas. Esta seleção das espécies, como diz Fernando Rabello (2021), é importante ser bem administrada no SAF 's pois ela atuará como um motor de propulsão do sistema, como por exemplo um veículo que tende a estabilizar sua velocidade em um ponto quando o condutor não exige uma maior aceleração, mas que ao ser feito a troca de marcha e o condutor exigir mais de velocidade do veículo, então logo o mesmo irá reagir ao estímulo. O mesmo acontece com os sistemas naturais, o momento de amadurecimento e a subsequência da senescência são esta fase em que o sistema começa a estabilizar sua velocidade e se não houver um estímulo externo para o ganho de velocidade, então o sistema irá manter aquele estado até o momento em que naturalmente uma espécie dará espaço para outras e assim haverá novamente um aumento da movimentação biológica.

Neste caso, a intervenção humana consciente, através dos mecanismos de poda e capina seletiva, servem para aumentar a produtividade do SAF 's, buscando manter o sistema sempre em uma ascendente produção de “frutos” e recursos energéticos, otimizando o aproveitamento do solo e da fotossíntese, e depositando sob o “banco solo” o recurso acumulado, para que os organismos decomponham e o incorporem novamente.

Além deste benefício de acumular recursos ao solo ainda existem alguns fatores biológicos que o processo de podas causam no sistema agrícola, que é o de provocar a transmissão de informações entre as plantas no local. Todas as plantas absorvem e liberam informações através do solo, isso se dá a partir dos exsudatos liberados pelas raízes, como hormônios vegetais. Fernando Rabello (2021, p. 46) diz que: “A agricultura sintópica é um distúrbio, e a poda é necessária para impulsionar a floresta, para haver hormônios de crescimento em profusão, brotação e, conseqüentemente, o sistema rejuvenescido, jovem, com vitalidade”. Com isso os organismos vegetais se influenciam mutuamente na indução de crescimento/ rejuvenescimento.

Por tanto, o mecanismo de manejar as plantas é muito importante para o desenvolvimento das práticas agroflorestais, e assim é possível reconhecer melhor a importância da participação dos agentes mobilizadores, os humanos, que participam ativamente acompanhando os processos da natureza e assim favorecem o acontecimento dos processos regenerativos do ecossistema. Fazendo um arranjo mais planejado com os

princípios da sucessão e da estratificação, gerando maior adensamento de espécies e um aproveitamento fotossintético da luz solar, acumulando mais recursos biológicos no sistema agrícola e causando distúrbios planejados e conscientes (aumentando a potência da regeneração dos ecossistemas), depositando recursos energéticos através da biomassa no solo, aumentando a biocenose e a fertilidade através destas interações biológicas do solo. Com isso, forma-se o ciclo de regeneração do ecossistema que se auto alimenta.

### **3.4.1 Viabilidade Ecológica**

Para o senso comum, quando se pensa em sistemas agroflorestais é normal imaginar um monte de plantas juntas em um mesmo ambiente e com um aparente ar de desorganização, pois para a maior parcela da humanidade o que está mais evidente na atualidade é o modelo agrícola convencional, que tem sua estrutura organizada em um formato diferenciado, com estruturas simplificadas de monocultura, utilização de insumos químicos (adubos e agrotóxicos), mecanização e irrigação. O que não quer dizer que sejam modelos agrícolas repudiáveis por serem pautados na lógica da industrialização e exploração dos recursos naturais. Contudo, é importante utilizar-se da razão para refletir sobre os reais resultados que cada sistema agrícola é capaz de gerar e assim, fazer a distinção de quais mecanismos agrícolas realmente se fazem viáveis de serem utilizados para o desenvolvimento da humanidade, produzindo matéria prima e alimentos.

Como já foram citadas anteriormente algumas consequências do modelo industrial de agricultura vigente, deste ponto em diante será descrito alguns aspectos sobre os sistemas agroflorestais sucessionais - SAF 's, que na sua essência é diferente daquela primeira impressão tida normalmente por pessoas habituadas ao senso comum. O SAF 's é um ambiente agrícola tão planejado e estruturado quanto um modelo convencional, necessitando, inclusive ser minuciosamente planejado antes de ser implementado, pois requer estratégias de desenvolvimento da natureza que geram um sistema agrícola mais complexo em função das diferentes variáveis existentes (a diversificação, o adensamento e a sucessão de espécies vegetais) para torná-lo sustentável, atendendo ao quesito de produtividade ambiental, social e econômica.

Avaliando os princípios básicos que foram citados no texto, é possível observar a importância do uso destes ideais e destes mecanismos de desenvolvimento da natureza para promover um sistema agrícola que beneficie tanto a produção em si, quanto a preservação e regeneração ecológica dos ambientes naturais. Por exemplo, avaliando os aspectos ecológicos, os princípios de “aproveitamento máximo da fotossíntese” e da “dinâmica da sucessão natural” usada como ferramenta, pode-se constatar que existem alguns benefícios ambientais que se complementam e servem de recurso tanto no âmbito local (benefício direto), quanto no âmbito global, benefício indireto (FAYAD. 2019).

Os benefícios diretos alcançam primeiro os produtores e a comunidade mais próxima, a exemplo daqueles gerados a partir do aumento da biodiversidade de espécies vegetais, que é um mecanismo de atuação dos dois princípios citados (aproveitamento máximo da fotossíntese e dinâmica da sucessão natural). O aumento da biodiversidade é capaz de gerar melhoria na saúde do ecossistema agrícola, promovendo o equilíbrio nutricional das plantas e o equilíbrio entre os insetos “pragas”, que podem causar prejuízos na lavoura, com os animais predadores (FAYAD. 2019). Ana Primavesi (2016) retrata esse fenômeno através do método de controle ecológico de pragas, o que pode ser considerado mais viável que o sistema convencional, pois irá realizar o mesmo objetivo de preservação dos produtos agrícolas, só que através da recuperação das funções ecológicas do ecossistema, evitando a contaminação pelo uso de agrotóxicos.

De acordo com Francis Chaboussou (2012, p. 76) “A planta ou, mais precisamente, o órgão será atacado somente na medida em que seu estado bioquímico, determinado pela natureza e pelo teor de substâncias solúveis nutricionais, corresponda às exigências tróficas do parasita em questão”. Ou seja, na medida em que se busca o equilíbrio ecológico do ecossistema através das práticas agroflorestais, as espécies agrícolas tendem a atingir níveis mais estáveis de nutrição, reduzindo a sensibilidade à pragas e patógenos e os mesmos tendem a serem controlados pela aparição de agentes predadores, tornando o ambiente mais equilibrado.

Seguindo ainda o mesmo parâmetro de avaliação, considerando a perspectiva global, o aumento da biodiversidade segundo Andrew Miccolis (2016, p. 32) “Oferece suporte à integridade dos ecossistemas florestais, possibilitando a criação e ampliação de corredores ecológicos e zonas de amortecimento”, no qual favorece a preservação de diversos indivíduos

da fauna local, regional e até mundial. A exemplo, André Luiz Vieira (2007, p. 49) cita que “Após dois anos de implantação do corredor agroflorestal, verificou-se a presença de animais de pequeno porte, incluindo mamíferos e pequenos roedores”.

Um outro benefício ecológico que alcança diretamente aos produtores é a melhoria da qualidade dos solos, pois através do aumento da biodiversidade, o ecossistema naturalmente irá aumentar suas interações biológicas desde a macrofauna até a microfauna. O aumento de interações favorece a aceleração da decomposição do material orgânico depositado sob o solo e também a biodisponibilização dos nutrientes contidos nesses materiais, mecanismo conhecido como ciclagem de nutrientes (FAYAD. 2019). Por meio da ciclagem de nutrientes a fertilidade do solo aumenta e assim torna a unidade agrícola cada vez mais produtiva, além de melhorar as condições físicas do solo que são essenciais para que o mesmo possa reter mais umidade, armazenar mais nutrientes e manter o equilíbrio ecológico do ecossistema.

Além de ser capaz, ainda, de aumentar a retenção de elementos presentes na atmosfera que causam poluição de acordo com a alta demanda, o gás carbono ( $\text{CO}_2$ ), que é fixado nas plantas através do processo de fotossíntese, no qual é liberado moléculas de oxigênio ( $\text{O}_2$ ) e fixado as moléculas de gás carbono (PRIMAVESI. 2016). O processo da fotossíntese é bem mais complexo, mas, nesta explicação, vale ressaltar essa troca de moléculas que o processo é capaz de proporcionar, evidenciando o quanto o aproveitamento otimizado da fotossíntese, com a biodiversidade, pode gerar benefícios ecológicos ao planeta.

A captura das moléculas de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) pelos vegetais ainda passa por mais uma transformação que favorece a unidade agrícola, pois após ser incorporado na biomassa vegetal, ou seja, nas plantas, posteriormente, essa biomassa segue para ser incorporada ao solo. Esse último processo é feito pelos organismos do solo, e conseguem produzir substâncias essenciais para a formação de um solo saudável/fértil. Ernst Gotsch, citado por Dayana Andrade (2022, p. 73) tem um bordão comum sobre o assunto, que diz “a transformação da matéria orgânica oriunda de madeira resulta em frutificação”, ou seja, é um dos melhores elementos de transformação da fertilidade do solo devido aos processos e elementos necessários para a sua degradação, umidade, insetos detritívoros e microrganismos, que geram terra preta e húmus, elementos benéficos que formam um solo grumoso, com boa estrutura para preservação de água e nutrientes.

Além dos benefícios citados para a fauna, flora, solo e ar, ainda existem os que estão ligados aos recursos hídricos que são a melhoria da retenção hídrica nos solos e reservatórios freáticos devido ao aumento da porosidade do solo (PRIMAVESI. 2016), em decorrência dos diferentes estratos do dossel da floresta e com o resfriamento atmosférico que auxilia na atração das chuvas. Segundo Andrew Miccolis (2016, p. 34):

Agroflorestas com ampla cobertura de espécies arbóreas, com 100% de fechamento de copas, podem interceptar até 70% da precipitação pluviométrica em determinadas regiões e contribuir na redução do escoamento superficial, evitando tanto a erosão do solo como as enxurradas. Ademais, os SAFs implantados nas proximidades de rios e córregos, como forma de proteção, podem reduzir significativamente sedimentos e poluentes carregados para os corpos hídricos.

Para além do fator de melhoria na interceptação da água da chuva, como cita Miccolis, ainda ocorre o processo de barreira natural para reduzir as ações naturais do vento e do sol que tendem a retirar a umidade da atmosfera e do solo, caso estes estejam desprotegidos e sob ação direta destes fatores naturais. Ana Primavesi trás esse estudo em seu livro “Manual do solo vivo” (2016, pg. 69) e cita que uma brisa constante, sob um solo desprotegido, pode significar um decréscimo de 750mm de chuva/ano o que é uma quantidade significativa de água considerando que existem locais nas regiões semiáridas brasileiras que a média pluviométrica de chuvas anuais chegam a 600mm (AESAs, 2023); Segundo INMET (2023): Em Januária (MG), o total de chuva registrado no ano de 2022 foi de 685 mm. Por outro lado, os raios solares quando estão incidindo diretamente no solo, sem a camada protetora da matéria orgânica e do dossel da floresta, também são capazes de gerar altos níveis de evaporação.

Contudo, quando bem manejado, o SAF 's é capaz de aumentar a retenção de umidade no solo, atingindo o ponto em que não será mais necessário a utilização de sistemas de irrigação, gerando economia financeira, de recurso natural e, ainda, promovendo a preservação de água potável no planeta, devido ao maior armazenamento deste recurso no ecossistema terrestre. Ernst declara em seus estudos que “A agricultura Sintrópica não é uma agricultura de insumos e sim uma agricultura de processos” (ANDRADE. 2022, p. 125). O que leva a mais um preceito preconizado pelo mesmo, em que os sistemas hidrológicos são na verdade regulados em sua maior parte pelos ecossistemas florestais, que são capazes de

aumentar a umidade atmosférica através da evapotranspiração e assim aumentam as chuvas dentro dos continentes.

Antônio Nobre (2014, *apud*. ANDRADE. 2022, pg. 125), explica:

A transpiração abundante das árvores, casada com uma condensação fortíssima na formação das nuvens e chuvas - condensação essa maior que aquela nos oceanos contíguos -, leva a um rebaixamento da pressão atmosférica sobre a floresta, que suga o ar úmido sobre o oceano para dentro do continente, mantendo as chuvas em quaisquer circunstâncias.

Ademais, o agricultor e pesquisador Ernst Gotsch conseguiu evidenciar tais resultados em sua propriedade, onde recuperou em média de 410 ha de uma área degradada que antes se chamava fazenda “Fugidos da Terra Seca” e que atualmente é denominada fazenda “Olhos D’água”. Em sua fazenda, além de recuperar o ecossistema local, ele conseguiu reativar 14 nascentes, e também rios, nos quais trabalhou diretamente limpando os canais e plantando vegetação em suas margens. Com isso, Ernst adotou o termo “Água se Planta”, com a ideia de que através da aplicação e ativação dos ciclos da natureza é possível fazer o mecanismo da vida funcionar (LUCAS. 2018; ANDRADE. 2022).

Por fim acredita-se que pelos motivos expostos, os princípios do sistema agroflorestal são capazes de gerar melhorias para a regeneração do meio ambiente, auxiliando tanto nas melhorias da qualidade de vida local quanto na qualidade de vida global.

### **3.4.2 Viabilidade Econômica**

Considerando que o objetivo geral deste trabalho é poder avaliar possíveis condições do sistema agroflorestal ser uma opção alternativa de produção agrícola frente ao atual modelo de agricultura industrial, faz-se necessário um levantamento sobre os resultados que o SAF’s proporciona à sociedade. Com isso, um dos fatores essenciais para que este modelo seja considerado viável como mecanismo produtivo para a sociedade, é principalmente o quanto essa produção agrícola consegue gerar de matéria prima (alimentos e outros) e o quanto viável é para a economia.

A princípio, deve-se considerar as questões relacionadas com a melhoria da qualidade nutricional dos alimentos e produtos, em que a melhoria na saúde do solo, proporciona

ambientes mais nutritivos, produzindo “frutos” (alimentos e matéria prima) com maior valor biológico agregado, podendo este ser considerado um beneficiamento mais qualitativo da produção agrícola do que quantitativo. Segundo Ana Primavesi (2016), a saúde da humanidade e a saúde dos alimentos não devem ser de forma alguma pensadas de formas distintas, a autora cita ainda neste mesmo livro o autor Juarez Callegaro - psiquiatra, o qual discorre a cerca de um estudo sobre a nutrição do cérebro e evidencia resultados sobre a presença de determinados elementos tóxicos em pessoas com os mesmos problemas psiquiátricos. Embora ainda não seja tão comum estudos sobre a relação da “saúde do solo - planta - humanidade”, é importante considerar que estas dimensões são integrantes do mesmo sistema de desenvolvimento que é a vida e assim, a saúde de um está intrinsecamente ligada aos demais.

Outros resultados importantes dentro do aspecto econômico são a capacidade de gerar uma fonte diversificada de renda para o produtor (a), garantir a segurança alimentar da família inserida no processo de produção e aumentar a resiliência produtiva frente a possíveis imprevistos ambientais (MICCOLIS. 2016). O SAF's por ter como princípio a diversificação de culturas para o desenvolvimento do sistema, é capaz de entregar ótimos resultados produtivos diante dessa variabilidade de produção. O modelo deve ser projetado para que se tenha uma ampla variação de plantas que promovem a fertilidade do solo e a dinamização da vida, mas também deve incluir a diversificação de espécies agrícolas, podendo ser desde hortaliças, cereais, raízes, até a produção de frutas, madeiras e outros.

Cabe ao produtor (a) buscar a habilidade de fazer um bom planejamento produtivo e de regeneração do agroecossistema, pois assim conseguirá estabelecer metas produtivas ao longo do processo de regeneração agroflorestal, podendo produzir alimentos de curto, médio e longo prazo, em sincronia, para que estes sejam frutos de renda financeira para sua família (NETO. 2016).

A estratégia de elaboração produtiva do sistema agroflorestal deve ser sempre adequada a cada expressão da realidade, ou seja, o SAF's pode ser aplicado em qualquer contexto, contanto que este seja sempre adaptado às condições sociais, econômicas e ambientais do produtor (a). Sendo assim, de acordo com cada contexto, o produtor (a) irá escolher qual será a abordagem mais adequada para obter os resultados econômicos e produtivos viáveis, podendo esta ser em um formato de produção agrícola imediata, através de

culturas rápidas, a exemplo das hortaliças e outras culturas anuais, do qual o produtor (a) vai ser capaz de obter um retorno financeiro mais rápido e também mais frequente caso decida manter a agrofloresta apenas no ciclo de hortaliças e culturas anuais, sendo o meio produtivo/econômico principal e sem avançar para modelos perenes (ex.: fruticultura).

Um outro exemplo possível é o caso de produtores que possuem uma condição de investimento financeiro maior, capazes de investirem em agroflorestas para a produção de frutas. Neste caso, os produtores (as) escolhem como sua primeira e central ideia de produção o SAF com fruticultura, o que demanda um maior aporte financeiro para que o sistema seja implementado e manejado até que chegue o ponto de colheita, o que pode levar em média 2 a 5 anos, para iniciar a fase de produção e comercialização dos frutos e então começar o retorno financeiro dos investimentos. Este caso é um dos possíveis existentes no ramo da agrofloresta que geram grandes lucros, mas, contudo, nem sempre é viável devido ao grande custo financeiro inicial e a demora para que se inicie este retorno. No entanto existem alguns casos, que também se demonstram produtivos e com capacidades de retorno financeiro viáveis para os investidores.

Diante dos exemplos anteriores, vale ressaltar e lembrar que o modelo agroflorestal sucessional - SAF's possui uma ampla variabilidade de implementação, contudo, também possui como uma de suas premissas a sustentabilidade produtiva e regenerativa do agroecossistema. Sendo assim, o produtor aproveita bem todas as fases do desenvolvimento da agrofloresta, desde a placentia I até a fase clímax, ou seja, desde o sistema de acumulação até o de abundância. Isso significa que o produtor pode implementar um sistema planejado para obter vários picos produtivos ao longo do tempo de desenvolvimento do SAF's, o que vai gerar melhores condições para que o sistema seja viável financeiramente, conseguindo desenvolver sistemas de produção de culturas anuais, de fruticulturas e até de madeiras, gerando uma maior variabilidade econômica para o produtor (a), tornando o sistema dinâmico, favorecendo sempre o desenvolvimento ecológico e econômico (NETO. 2016).

Ainda tratando sobre os benefícios produtivos, pode-se considerar também que ocorre redução de custo ao decorrer do processo agroflorestal. Este fator pode parecer à primeira vista, questionável, porém, é preciso considerar que ocorre redução no uso de insumos e práticas agrícolas como irrigação, adubação, capina, “corte” de terra e controle de pragas. Por outro lado, há que se considerar também o investimento inicial com uma variedade maior de

sementes e mudas, pós de rocha, irrigações, e mão de obra especializada constante. Contudo, com o desenvolvimento do sistema, parte destes investimentos não precisarão ser aplicados novamente e outras podem até serem reaproveitados em novas áreas, a exemplo: os pós de rocha, que são utilizados apenas na implementação; e os sistemas de irrigação, que deixam de ser necessários em determinada fase do SAF's e assim podem ser reaproveitados em novas unidades agroflorestais. Conseguindo a longo prazo reduzir os custos de manutenção do sistema e quitar os investimentos iniciais.

A proposta do SAF's é sempre a de gerar autonomia agrícola, onde o sistema deve ser planejado para que na medida do seu desenvolvimento, vá precisando cada vez menos de inputs (injeções) externos de insumos. Então o produtor pode realizar o investimento em insumos como adubação e irrigação, mas com o propósito apenas de servir como um impulso inicial para os sistemas que estejam com solos degradados e assim gerar também um retorno financeiro inicial significativo, cobrindo o investimento, através das culturas de curto prazo (ANDRADE. 2022). Contudo, lembrando que a ideia principal é a autonomia, o produtor deve elaborar o sistema de modo que este ative os processos naturais de regeneração do ecossistema (sucessão, estratificação, biodiversidade, adensamento, abertura de clareiras), e assim o SAF's continue prosperando, mesmo após aplicação inicial destes insumos. Dayana Andrade (2022, p. 124) faz uma citação sobre Ernst e diz: "Fazem parte dos ecossistemas tanto seus elementos formadores quanto os processos que os constituem. Ambientes naturais prosperam prescindindo de insumos externos". Ou seja, é considerado como premissa que os sistemas agrícolas são capazes de fazer sua auto-regeneração com os elementos presentes no local, assim como os sistemas de pousio, afinal é a mesma natureza, apenas muda a ativação dos processos naturais através do ser humano.

Portanto, a redução de custos se dará de tal maneira que, através dos processos biológicos, o produtor (a) não precisará mais investir em adubações, irrigações e pesticidas, que são uns dos insumos mais caros da unidade agrícola, uma vez que o sistema será capaz de fazer sua própria regulação por meio do manejo agroflorestal empregado pelo produtor (MICCOLIS. 2016). Lembrando que o manejo do material orgânico, das podas, dos plantios sucessionais e estratificados, são capazes de fazer a ciclagem de nutrientes, o aumento da fertilidade e retenção de umidade no solo, o aumento da evapotranspiração e também a melhoria nas condições de umidade atmosférica/chuvas, além do controle natural de pragas e doenças e uma maior segurança produtiva devido a biodiversidade. Com isso, o produtor faz

seu investimento em subsídios mais baratos e essenciais em qualquer modelo agrícola, como as sementes e, em alguns casos, nas mudas e em mão de obra, otimizando alguns gastos para alcançar melhores resultados financeiros.

Outro benefício econômico é que o produtor ao adotar as práticas ecológicas do SAF's poderá realizar a certificação da sua produção. Atualmente, a mais comum para o ramo da agricultura sustentável é o da certificação orgânica. Segundo Brasil (2003):

Art. 1º Considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente.

Dentro desta vertente de certificação é necessário seguir alguns critérios de manejo agrícola dos quais devem respeitar os preceitos de sustentabilidade, como descrito no artigo 1º da lei brasileira de orgânicos, e através destas práticas o produtor(a) poderá realizar a certificação. Ao conseguir a validação o produtor(a) poderá contar com uma maior valorização do produto cultivado na unidade agrícola e assim apurar resultados financeiros maiores devido às suas práticas ecológicas, gerando benefícios ambientais e financeiros.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Num primeiro momento, pôde-se refletir sobre as consequências que geram impactos maiores, em nível global, decorrentes da agricultura industrial, como o aumento da emissão de poluentes na atmosfera, nos corpos hídricos e solos; a devastação da biodiversidade na fauna e flora; o aumento do desequilíbrio climático e a redução na qualidade dos alimentos (nutrientes e toxidez). Importante se faz também, avaliar os impactos diretos aos produtores e aos ecossistemas locais que, de modo geral, também sofrem com os impactos globais. Sendo assim, é mais visível as consequências de redução da fertilidade do solo; a redução da

sanidade produtiva (exposição a agrotóxicos); redução da diversidade econômica e produtiva; produtores (as) refém de práticas e insumos agrícolas embutidos em pacote tecnológico da agricultura industrial. Sendo estes efeitos, como foi trazido no texto, causados em grande parte pelo modelo de agricultura industrial.

Contudo, este ainda é o mecanismo que alimenta a sociedade mundial, no entanto, as consequências danosas ao meio ambiente tem aumentado e causam prejuízos também aos seres humanos, sendo necessário reconhecer que existem formas mais sustentáveis de produzir alimentos e matéria prima, evitando vários danos ambientais, sociais e econômicos. Desta forma, optou-se por apresentar informações sobre o Sistema Agroflorestal Sucessional (SAF 's), como um modelo alternativo e possível de ser utilizado para atender as necessidades de preservação/recuperação ecológica e também para a produção agrícola/ econômica mundial.

Este mecanismo entrega benefícios ecológicos de: equilíbrio do ecossistema local; gera saúde ao solo e as plantas; evita o uso de agrotóxico; preserva a fauna silvestre (corredor ecológico); acelera a captura dos gases de efeito estufa da atmosfera ( $CO_2$ ); reduz a poluição dos recursos hídricos; ativa o ciclo hidrológico e gera equilíbrio climático. Considera-se, ainda, os benefícios econômicos, como: alimentos de alto valor biológico (saúde humana); diversidade produtiva; fonte de renda diversificada; redução de danos econômicos devido a imprevistos ambientais (pragas na lavoura); segurança alimentar para a família; liberdade de produção em consórcio (cereais, hortaliças, raízes, frutas e madeiras); otimização dos investimentos iniciais e reduz custos a longo prazo; geração de produtos de maior valor econômico (produto orgânico).

Sendo assim, fica mais claro a grande diferença de propósitos que ambos os modelos de agricultura apresentam e como cada um destes interferem no ecossistema. Por tanto, diante do exposto é visível que a busca por modelos ecológicos de produção tem, na verdade, uma lógica muito considerável para a vida no planeta, e, nesse caso, o SAF 's, apresenta essa capacidade de ser um modelo sustentável que contrapõe o modelo agrícola industrial. Como citado, ambos têm a capacidade de gerar produtos alimentícios e primários, mesmo que sob óticas e práticas um tanto distintas. No entanto, o modelo de agricultura industrial também tem apresentado várias consequências danosas ao meio ambiente e a sociedade, ao passo que

o modelo agroflorestal - SAF's apresenta uma proposta de mimetizar os ecossistemas naturais e manter o propósito ecológico de regeneração, aliado com a produção agrícola.

Com isso, conclui-se que os estudos sobre o sistema agroflorestal, do mais básico ao mais biodiverso (SAF's), têm se mostrado positivos para os avanços produtivos e econômicos da humanidade, e como consequência, tem encontrado, cada vez mais, adesão pela sociedade moderna, servindo constantemente de base para estudos e práticas sobre a sustentabilidade agrícola em ambientes acadêmicos e campestres. No entanto, mesmo encontrando vários saldos positivos com este modelo agrícola, o agricultor (a) e pesquisador (a) não deve cessar a busca por mecanismos mais sustentáveis de utilização da natureza, tão pouco cessar a busca de validar estes saldos através de pesquisas científicas, afinal, o conhecimento terá maior serventia quando transformado em ação.

## 5. REFERÊNCIAS

AMORIM, L. *et al.* **Sistema de Alerta de Desmatamento (SAD) – Julho de 2022**. Belém: Imazon, 2022. Disponível em: <https://imazon.org.br/publicacoes/sistema-de-alerta-de-desmatamento-sad-julho-de-2022/>. Acesso em: 29 mar. 2023.

ANDRADE, A.; PASINI, F. **Vida em sintropia**: agricultura sintrópica de Ernst Gotsch explicada. São Paulo: Labrador, 2022.

ANDRADE, D. V. P. **Agricultura, meio ambiente e sociedade**: um estudo sobre a adotabilidade da agricultura sintrópica. 2019. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Conservação) — Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Conservação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, 2019.

ANDRADE, D. O que é agricultura Sintrópica? **Agenda Gotsch**, 2019. Disponível em: <https://agendagotsch.com/pt/what-is-syntropic-farming/>. Acesso em: 15 mai. 2023.

AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **WWF**. Disponível em: [https://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/reducao\\_de\\_impactos2/clima/mudancas\\_climaticas2/#:~:text=O%20que%20%C3%A9%20Aquecimento%20Global,causas%20naturais%20e%20atividades%20humanas](https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/clima/mudancas_climaticas2/#:~:text=O%20que%20%C3%A9%20Aquecimento%20Global,causas%20naturais%20e%20atividades%20humanas). Acesso em: 6 jun. 2023.

BRASIL. Lei N° 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre agricultura orgânica e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 8, 24 dez. 2003.

CAPORAL, F. R. **Extensão Rural e Agroecologia**: para um novo desenvolvimento rural, necessário e possível. Recife: Bagaço Design Ltda, 2015.

CAPRA, F. **A teia da vida**: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. São Paulo: Cultrix, 2012.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Causas e efeitos das mudanças climáticas**. Disponível em: <https://www.un.org/pt/climatechange/science/causes-effects-climate-change>. Acesso em: 4 jun. 2023.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos**: novas bases de uma prevenção contra doenças e parasitas — A teoria da trofobiose. 2.ed. São Paulo: Expressão Popular, 2012.

GOVERNO DA PARAÍBA. Climatologia. **AESA**. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/climatologia/>. Acesso em: 6 jun. 2023.

CONAB. **Portal de Informações Agropecuárias**. 2022/2023. Série Histórica dos Grãos. Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-serie-historica-graos.html>. Acesso em: 27 mar. 2023.

CONEXÃO AMBIENTAL. Agenda 21. **Conexão ambiental**. Meio Ambiente. Disponível em: <https://www.conexaoambiental.pr.gov.br/Pagina/Agenda-21>. Acesso em: 18 abr. 2023.

ECOBRAZIL. Nosso futuro comum - Relatório Brundtland. **Instituto EcoBrasil**. Disponível em: [http://www.ecobrasil.eco.br/site\\_content/30-categoria-conceitos/1003-nosso-futuro-comum-relatorio-brundtland](http://www.ecobrasil.eco.br/site_content/30-categoria-conceitos/1003-nosso-futuro-comum-relatorio-brundtland). Acesso em: 18 abr. 2023.

EQUIPE ECYCLE. Biomimética: ciência inspirada na natureza. **eCycle**. Arquitetura sustentável. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/biomimetica/>. Acesso em: 5 mai. 2023.

FAYAD, J. A. *et al.* **Sistema de plantio direto de hortaliças**: método de transição para um novo modo de produção. São Paulo: Expressão Popular, 2019.

GUIMARÃES, C. A. Atlas do Espaço Rural retrata diversidade e desigualdade do campo brasileiro. **Agência de Notícia IBGE**, 2020. Notícias. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/29724-atlas-do-espaco-rural-retrata-diversidade-e-desigualdade-do-campo-brasileiro>. Acesso em: 27 mar. 2023.

GUITARRARA, P. Revolução Verde. **Mundo Educação**. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/a-revolucao-verde.htm>. Acesso em: 14 mar. 2023.

HOWARD, A. **Um testamento agrícola**. 2.ed. São Paulo: Expressão Popular, 2012.

IGNACIO, J. ECO-92: o que foi a conferência e quais foram seus principais resultados? **Politize**, 2020. Meio Ambiente. Disponível em: <https://www.politize.com.br/eco-92/>. Acesso em: 18 abr. 2023.

INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA. **Desmatamento na Amazônia chega a 10.781 km<sup>2</sup> nos últimos 12 meses, o maior em 15 anos**. Belém: IMAZON, 2022. Disponível em: <https://imazon.org.br/imprensa/desmatamento-na-amazonia-chega-a-10-781-km%C2%B2-nos-ultimos-12-meses-maior-area-em-15-anos/#:~:text=Nos%20%C3%BAltimos%2012%20meses%2C%20de,2020%20e%20julho%20de%202021>. Acesso em: 29 mar. 2023

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Estado do Clima no Brasil em 2022**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/uploads/notastecnicas/Estado-do-clima-no-Brasil-em-2022-OFICIAL.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2023.

LUCAS, G. C. **Sistemas agroflorestais sucessionais**: agricultura sintrópica. 2018. Monografia (Engenharia Florestal) — Universidade Federal Rural Rio de Janeiro, Seropédica, 2018.

MACHADO, L. C. P; MACHADO, L. C. P. F. **Dialética da agroecologia**. 2.ed. São Paulo: Expressão Popular, 2017.

MICCOLIS, A. *et al.* **Restauração ecológica com sistemas agroflorestais**: como conciliar conservação com produção – opções para cerrado e caatinga. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza – ISPN/Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal – ICRAF, 2016.

CORRÊA NETO, N. E. *et al.* **Agroflorestando o mundo de facão a trator**: gerando práxis agroflorestal em rede (que já une mais de mil famílias camponesas e assentadas). Barra do Turvo, 2016.

PASINI, F. **A agricultura sintrópica de Ernst Götsch**: história, fundamentos e seu nicho no universo da agricultura sustentável. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Conservação) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

PASINI, F. Poda em vez de fertilizantes e irrigação. **Agenda Gotsch**, 2019. Vida e sintropia. Disponível em: <https://agendagotsch.com/en/pruning-instead-of-fertilizers-and-irrigation/>. Acesso em: mai. 2023.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico de pragas e doenças**: técnicas alternativas para a produção agropecuária e defesa do meio ambiente. 2. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2016.

PRIMAVESI, A. **Manual do solo vivo**: solo sadio, planta sadia, ser humano sadio. 2.ed. São Paulo: Expressão Popular, 2016.

PRIMAVESI, A; PRIMAVESI, A. **A biocenose do solo na produção vegetal e deficiências minerais em culturas**: nutrição e produção vegetal. São Paulo: Expressão Popular, 2018.

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

RIBEIRO, C. Perfil do produtor brasileiro segundo o censo agropecuário. **Sensix blog**. 6-8-2021. Disponível em: <https://blog.sensix.ag/perfil-do-produtor-brasileiro-segundo-o-censo-agropecuario/>. Acesso em: 29 mar. 2023.

SOUZA, J. S. Ecologia Profunda. **Infoescola**. Ecologia. Disponível em: <https://www.infoescola.com/ecologia/ecologia-profunda/>. Acesso em: 8 mai. 2023.

VIEIRA, A. L. M. **Potencial econômico-ecológico de sistemas agroflorestais para conexão de fragmentos da mata atlântica**. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

YARED, J. A. G.; BRIENZA JÚNIOR, S.; MARQUES, L. C. T. **Agrossilvicultura**: conceitos, classificação e oportunidades para aplicação na Amazônia brasileira. Belém: Embrapa-CPATU, 1998.