



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

## **FLORESTAS PLANTADAS BIODIVERSAS: A REVOLUÇÃO DE ERNST GÖTSCH**

Estudante: Henrique de Mattos Patu

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Rosana de Carvalho Cristo Martins

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, como parte das exigências para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Brasília-DF.



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

## **FLORESTAS PLANTADAS BIODIVERSAS: A REVOLUÇÃO DE ERNST GÖTSCH**

Estudante: Henrique de Mattos Patu

Matrícula: 13/0027901

Menção:

---

**Profa. Dra. Rosana de Carvalho Cristo Martins**

**EFL/FT/UnB**

Orientadora

---

**Prof. Dr. Reuber Albuquerque Brandão**

**EFL/FT/UnB**

Membro

---

**Prof. Dr. Leonardo Job Biali**

**EFL/FT/UnB**

Membro

Brasília, DF – 27/10/2021

## **AGRADECIMENTOS**

À minha querida mãe, Irene, sempre disposta a lidar com as muitas mudanças que ocorreram no período deste curso, sempre me apoiando.

Ao meu pai, Roberto, que com sua força me ensinou muito sobre responsabilidade.

À minha queridíssima avó Ianthe, minha segunda mãe e anjo da guarda.

À minha maravilhosa esposa, Ariana, que completa a minha vida.

Às minhas filhas, Kiara e Ágata, minhas paixões, que chegaram para me dar uma força sobrenatural para lidar com todos os tipos de desafios.

Aos amigos (colegas, professores e funcionários) da Engenharia Florestal e da UnB como um todo, é maravilhosa a oportunidade de estudar em um ambiente tão diverso, cada momento vivido durante o curso ficará para sempre em minha memória.

À professora Rosana, minha orientadora, sempre muito acolhedora e amorosa.

Aos agroflorestores de todo o Brasil, pela nossa luta, pela disseminação do conhecimento e da consciência, pois tenho certeza de que o futuro deste planeta é agroflorestal.

Ao seu Ernesto, pela sua incansável busca e disposição em nos ensinar.

## RESUMO

O mundo passa por uma crise ambiental crescente, o novo relatório do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2020) mostrou que a influência das atividades humanas nas mudanças climáticas passou de suposição à certeza. A mudança precisa acontecer na forma como lidamos com o meio ambiente, pois o ser humano é também parte da natureza. Nesse sentido observa-se a crescente perda de florestas, motivada pelo atual modelo de agricultura, fortemente degradante para o solo e dependente de produtos químicos, como um dos fatores primordiais destas mudanças. Projetos de reflorestamento não conseguem acompanhar o ritmo acelerado do desmatamento, e, frequentemente esbarram em fatores como a falta de incentivo e retorno financeiro, além da falta de conhecimento específico. Neste cenário, o presente estudo tem por objetivo apresentar as agroflorestas biodiversas, ou, agricultura sintrópica, de Ernst Götsch, como um caminho que parte de uma visão holística, onde o ser humano é um dos agentes da natureza, trabalhando junto com ela e não somente explorando-a, para unir o plantio de florestas com a produtividade agrícola, através de um conhecimento sobre ecologia, agricultura e manejo florestal. Serão explorados os fundamentos que regem a prática da agricultura sintrópica, exemplificadas com alguns casos relevantes para o cenário nacional, por meio de uma revisão bibliográfica. Por ser um assunto ainda incipiente, existem ainda, muitas dúvidas sobre o seu potencial econômico, num cenário agrícola motivado principalmente pelo lucro imediato. Por isso, serão apresentadas algumas análises financeiras feitas em SAFs (sistemas agroflorestais) biodiversos, como um estímulo para sua prática e realização de outros estudos, o que se faz extremamente necessário para a expansão de sua adoção, na agricultura familiar e futuramente para grandes produtores. A partir do trabalho foi possível compreender os SAFs biodiversos como alternativa viável para que possamos, produzir alimentos com menor dependência de insumos externos e promover a restauração de manutenção dos ecossistemas, porém é preciso trazer esse conhecimento para as universidades com intuito de sistematizá-lo e promover uma maior segurança para produtores rurais, além disso é um caminho em potencial para trazer retorno financeiro para projetos de reflorestamento, tanto pela colheita de alimentos quanto de madeira, amenizando seus custos.

**Palavras-chave:** Agricultura sintrópica; Agrofloresta sucessional; Regeneração florestal; Sucessão natural.

## ABSTRACT

The world is going through an increasing ambiental crises, the new IPCC 2020 report proved the human influence on climate change, passed from a supposition to certainty. The change must come from the way we see and interact with the environment, since the humans are also part of nature. In this context, the loss of natural forests motivated for today's model of agriculture, dependent on chemicals and degrading soil practices, is seen as the number one factor of this problem. Reforestation projects can't keep up with logging's accelerate rhythm, and are frequently siezed by lack of encouragement and financial return, also the lack of specific knowledge on this area. The present work has the objective of presentating Ernst Götsch's Syntrophical Agriculture holistical path, where human being is one -of many others- natural agents, working for and with nature, instead of the usual resource exploration; to unite agricultural productivity, through an ecological and agricultural research. Through bibliographical revision, will be exemplified the fundamentals of practical syntrophic agriculture, with relevant examples for the world today's scenary. In a Agricultural scenary, motivated for immediate profits, there are many doubts in it's economical potential, therefore, financial analysis of agroforest systems will be presented as an encouragement for its application and future research, wich is extremely necessary for it's expansion. From this work, is possible to comprehend biodiverse agroforest system as a potential path, of future union with productivity and conservationism, through an integrative look, involving diferent agrary areas, making possible the solution of problems that come from modern agriculture.

**Keywords:** Syntrophical agriculture; Ernst Götsch; sucessional agroforestry; forest regeneration; natural sucesion

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> – Mudanças na temperatura relativa global em relação a 1850-1900.....	8
<b>FIGURA 2</b> – Florestas plantadas por Götsch no Brasil, nos anos 80.....	14
<b>FIGURA 3</b> – Plantio de capim-mombaça nas entrelinhas de árvores.....	21
<b>FIGURA 4</b> – Fazenda Olhos D´Água, de propriedade de Ernest Götsch.....	24
<b>FIGURA 5</b> – A Fazenda Olhos D´Água em 1985.....	25
<b>FIGURA 6</b> – A Fazenda Olhos D´Água em 2009.....	26
<b>FIGURA 7</b> – Recuperação das nascentes da Fazenda Olhos D´Água, por Ernest Götsch.....	27
<b>FIGURA 8</b> – O Sítio Semente, em 2006, antes da implementação de SAF.....	29
<b>FIGURA 9</b> – Sítio Semente, em 2010, com a implementação de SAF.....	29
<b>FIGURA 10</b> – Metodologia desenvolvida pelo Sítio Semente, com três canteiros de hortaliças entre linhas de árvore.....	30
<b>FIGURA 11</b> – Sítio Dagrofloresta com implementação de SAF mecanizado.....	31
<b>FIGURA 12</b> – Localização dos SAFs analisados por Hoffman (2013) .....	33

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2.</b>	<b>OBJETIVO GERAL</b> .....	10
<b>3.</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	11
<b>4.</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	11
4.1	IMPORTÂNCIA DAS FLORESTAS, CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO.....	11
4.2	SISTEMAS AGROFLORESTAIS E AGRICULTURA SINTRÓPICA.....	13
<b>5.</b>	<b>TÉCNICAS E FUNDAMENTOS DOS AGROECOSSISTEMAS</b> .....	15
5.1	A ESTRATIFICAÇÃO DAS FLORESTAS.....	15
5.2	SUCESSÃO NATURAL.....	16
5.3	SOLO CEOBERTO E PLANTIOS ADENSADOS.....	17
5.4	CAPINA SELETIVA E PODAS.....	18
5.5	CONCENTRAR ENERGIA E GERAR BIOMASSA DE FORMA EFICIENTE.....	20
5.6	FUNÇÃO ECOFISIOLÓGICA DAS PLANTAS.....	21
5.7	SINCRONIZAR OS PLANTIOS.....	22
5.8	TENTAR ENXERGAR O QUE CADA SER ESTÁ FAZENDO DE BOM.....	23
<b>6.</b>	<b>ESTUDOS DE CASO</b> .....	23
6.1	FAZENDA OLHOS DÁGUAS, O BERÇO DA SINTROPIA.....	23
6.2	SÍTIO SEMENTE E O CICLO DE HORTALIÇAS.....	28
6.3	SÍTIO DAGROFLORESTA.....	31
6.4	AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE DEZ EMPREENDIMENTOS AGROFLORESTAIS.....	32
<b>7.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	34
<b>8.</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	35

## 1. INTRODUÇÃO

Nosso planeta vive uma problemática ambiental jamais vista na história. Após décadas de exploração desmedida, e muitos avisos, começamos a sentir os efeitos dessas ações. Segundo Andrade e Romeiro (2011), “A crescente perda de diversidade biológica, associada ao não reconhecimento das contribuições dos ecossistemas para as atividades humanas, são as principais causas desse estado de risco, onde a própria sustentabilidade do sistema econômico e bem-estar das gerações futuras estão ameaçadas”. Se, ainda existia alguma dúvida sobre os malefícios que as atividades humanas vêm causando ao planeta, o sexto relatório do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2021), publicado em agosto de 2021, veio mostrar cientificamente as mudanças ocorridas até aqui; além de fazer projeções nada animadoras. Segundo o relatório: “É inequívoca a influência humana no aquecimento da atmosfera, oceano e continentes”. Ainda: “Cada uma das últimos quatro décadas tem sido sucessivamente mais quente do que qualquer década precedente desde 1850” (Figura 1).

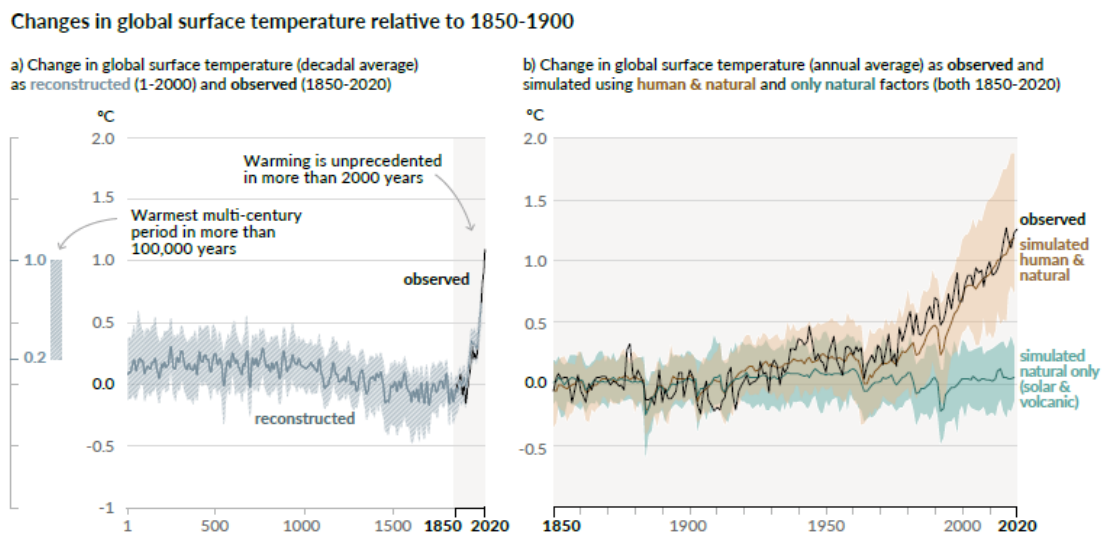


Figura 1: Mudanças na temperatura relativa global em relação a 1850-1900. Fonte: IPCC (2021).

A influência negativa das atividades humanas no equilíbrio do planeta é uma realidade. Segundo o relatório IPCC (2021), em 2019, a concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico foi a maior dos últimos 2 milhões de anos, e as concentrações de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O foram as maiores dos últimos 800.000 anos. Os efeitos também são sentidos no derretimento das camadas polares. A influência humana, desde 1990, é muito provavelmente a principal causa da retração das calotas e vem contribuindo para muitas mudanças observadas no clima e no aumento dos extremos climáticos. As mudanças já afetam todas as áreas habitadas do planeta.



Segundo o novo relatório, atividades humanas como a queima de combustíveis fósseis e o desmatamento provavelmente causaram nada menos que 98% do aquecimento global observado (ANGELO E WERNECK, 2021). Sabendo que o desmatamento é uma das principais causas do aquecimento global, como é possível que, no ano de 2021, o desmatamento da Amazônia continue batendo recordes? De acordo com o Instituto de Pesquisas Ambientais da Amazônia (IPAM, 2009), dentre os principais problemas ambientais brasileiros podem ser destacadas a degradação dos remanescentes florestais, que pode advir dos mais diversos fatores, entre os quais: a implantação de pecuária e monocultura, motivadas pela lucratividade rápida, e a especulação imobiliária rural. Se por um lado o agronegócio é responsável por 21,6% do PIB brasileiro (segundo dados de 2019 do Ministério da Agricultura), por outro, o setor é apontado como um dos grandes responsáveis pelo desmatamento de florestas tropicais (IPAM, 2021). É evidente que precisamos de uma mudança de paradigmas relacionados às formas como lidamos com o planeta.

O relatório “Colheita ilícita, bens coniventes” (DUMMETT E BLUNDELL, 2021) revela como a produção da agricultura comercial foi responsável por 60% de toda área florestal perdida no planeta. Mais de dois terços das florestas tropicais do mundo exploradas pelo agronegócio entre 2013 e 2019 foram devastadas de **forma ilegal** para a produção de itens como: carne bovina, soja e óleo de palma. Outro ponto destacado pelo relatório é a aceleração da perda florestal. Entre 2000 e 2012, a média era de 7,2 milhões de hectares de floresta tropical destruídos por ano no mundo. Este volume teve um salto e aumentou 52% no período entre 2013 e 2019, que apresentou uma área média anual desmatada de 10,9 milhões de hectares por ano. **No Brasil, em 2019 no mínimo 95% do desmatamento foi feito de forma criminosa.** Hoffman (2013) salienta que “devido a escala produtiva e estratégias de conquista de mercados, baixa a cada ano o preço dos produtos agrícolas à custa de uma dívida ambiental relegada as gerações futuras”.

Conforme as estatísticas do relatório “A que preço?” (GLOBAL WITNESS, 2017) a América Latina registrou o maior número de assassinatos de defensores ambientais, correspondendo a aproximadamente 60% do total, e o Brasil registrou a maior quantidade destes assassinatos, com 57 pessoas mortas, devido a conflitos socioambientais e ideológicos, 80% delas protegendo as riquezas naturais da Amazônia. Ou seja, o perigo está além da degradação e dos venenos.

O cenário do desmatamento no Brasil é catastrófico. Dados derivados de imagens do satélite Landsat de 2009 a 2010 mostraram que aproximadamente 49% da cobertura vegetal original do Cerrado já haviam sido suprimidas (IBAMA, 2010). Segundo dados da ONG SOS Mata Atlântica, restam de 5 a 8% da superfície originalmente coberta por Mata Atlântica. Destes, somente 20% ou menos de 2% da superfície original estão protegidas legalmente em Unidades de Conservação dos tipos mais restritivos, como Parques Nacionais e Reservas Biológicas (CÂMARA, 1996). A taxa consolidada de desmatamento por corte raso para os nove estados da Amazônia Legal, em 2020, foi de 10.851 km<sup>2</sup>. A Amazônia registrou 4.977 focos de queimadas em julho de 2021, segundo dados do Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE, 2021).

Os problemas causados pela agricultura tiveram início no período neolítico (10 mil anos atrás), e vão além do desmatamento. Há, ainda, perda da biodiversidade,

degradação física e química de solos, contaminação da água e solos, problemas na saúde humana, entre outros. A partir da segunda metade do século XX, com o advento da Revolução industrial e o posterior surgimento da Revolução Verde, o meio ambiente sofreu abruptas mudanças, relacionadas à forma como o ser humano interage com a natureza, transformando esse vínculo em uma relação degradadora e insustentável (FELIX, 2018; Gregio (2020).

Segundo Gliessman (2001): “A agricultura moderna é baseada em seis práticas básicas: cultivo intensivo do solo, monocultura, irrigação, aplicação de fertilizante inorgânico, controle químico de pragas e manipulação genética de plantas cultivadas. Onde cada uma é usada por sua contribuição individual à produtividade, mas, como um todo, formam um sistema no qual cada uma depende das outras e reforça a necessidade de usá-las”. Passamos a ter, então, um mundo sendo fortemente desflorestado, já causando um impacto negativo ao macro organismo do planeta; e, além disso, práticas agrícolas sendo implementadas, em sua grande maioria, sem nenhum cuidado com o ambiente, buscando somente extrair ao máximo até exaurir completamente os recursos; e deixando, em muitos lugares, somente terras degradadas em processo de desertificação.

Penereiro (1999) ressalta que: “A partir de todo este contexto agrícola, paira uma discussão generalizada sobre o tema sustentabilidade, que pode se caracterizar ora como sendo superficial, como retórica política, ora profunda, envolvendo debates a respeito de ética, atitudes e paradigmas. Para muitos, sustentabilidade é uma palavra já despida de significado, fruto do uso exagerado pelo “modismo”, já que muitos usam a palavra por estar na “ordem do dia”, por ser “politicamente correto”, e também, por apresentar um significado abrangente, por ser carregada de conceitos complexos e paradoxais, que podem refletir diferentes interesses-, que fez com que o termo fosse perdendo sua objetividade”.

Segundo Götsch (1995), o uso contínuo de fertilizantes e pesticidas aliado às colheitas que retiram toda a cobertura dos solos são formas não sustentáveis de resolver os problemas presentes e futuros na produção de comida. Os efeitos destas intervenções são, pelo contrário, um tipo de sabotagem contra este esforço. E completa: “A agricultura sustentável é um anseio mundial, já que o ser humano depende diretamente da produção de alimentos e matérias-primas a partir da atividade agrícola. Hoje, o atual modelo de produção [...] vive um período de crise, já que a agricultura se mostra como uma atividade altamente insustentável, degradante do meio e dependente de altos “inputs” energéticos, de insumos externos, com custos elevados e sérios reflexos sociais ocasionados pelo êxodo rural”.

## **2. OBJETIVO GERAL**

A partir desse cenário, o presente estudo visa apresentar, através de uma revisão bibliográfica, a “Agricultura Sintrópica”, termo criado por Ernst Götsch para designar sistemas onde os processos vão do simples ao complexo, aumentando a vida e complexificando as relações entre os seres vivos, como um caminho para uma nova forma de Agricultura, baseada em processos que imitam os processos naturais de formação de florestas, tais como: a sucessão natural e as dinâmicas de clareiras, para aliar a produção

de alimentos de alta qualidade à recuperação e manutenção dos ecossistemas, numa busca de trabalharmos junto à natureza, ao invés de expulsá-la de nossas lavouras. Serão discutidos os fundamentos, técnicas, alguns trabalhos já realizados e os desafios econômicos à sua implementação em larga escala.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

Foi realizada uma revisão bibliográfica, em revistas e artigos científicos encontrados na internet e livros impressos. Começando pelas causas de mudanças climáticas, especificamente a agricultura moderna. Para este assunto, foram escolhidos trabalhos internacionalmente reconhecidos, procurando identificar como as práticas agrícolas afetam negativamente o ambiente.

Uma segunda pesquisa foi realizada, para identificar os benefícios das florestas, além dos princípios da restauração florestal, sem o enfoque agroflorestal. Ainda, foi pesquisado o atual estado de projetos de restauração, sendo identificados os seus problemas.

A partir destes estudos, fazendo uma ligação entre os assuntos, foi pesquisado o tema agrofloresta, mostrando seus conceitos e tipos, para adentrar naquele que é o principal tema do trabalho, florestas plantadas biodiversas, ou Agricultura Sintrópica. Para isso, foram pesquisados trabalhos considerados referências na área, como as publicações de Ernst Götsch e estudos feitos em sua propriedade como os trabalhos de Penereiro (1999) e Hoffman (2013). Além destes, foram avaliados a fundo, publicações mais recentes, trazendo alguns resultados das aplicações das técnicas propostas além de conceitos mais desenvolvidos.

Foram estudadas as técnicas que norteiam a prática da Agricultura Sintrópica, com destaque para o trabalho de Rebelo (2021), pois, neste livro, o autor traz as principais técnicas utilizadas por Ernst Götsch com explicações detalhadas e exemplos. É um livro fundamental para o entendimento do atual estágio desta nova forma de Agricultura.

Após a apresentação das técnicas e fundamentos, foram estudadas publicações que mostram a aplicação e alguns resultados dos SAFs biodiversos em diferentes partes do Brasil, avaliando, principalmente, os aspectos ambientais e econômicos. São apresentados alguns casos, como o próprio trabalho de Ernst Götsch na Fazenda Olhos D'Água em Pirai do Norte - BA. Tem também o trabalho no Sítio Semente, em Brasília, DF e o trabalho de Hoffman, que conta com uma análise financeira de seu próprio sistema; além de outros nove empreendimentos florestais.

### **4. REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **4.1. Importância das florestas, conservação e restauração**

Florestas são extremamente complexas, desde as várias espécies que as compõem até as infinitas relações entre seus componentes, é impossível pensar numa floresta como a simples soma de suas partes. As interações entre plantas, fungos e animais, assim como fenômenos ambientais como incêndios e enchentes, levaram à evolução de uma infinidade de espécies, genes, funções e ecossistemas. Árvores e florestas fornecem às

peças, produtos e serviços incalculáveis, incluindo alimentos, remédios, materiais para construção, fibras, sombra, espaço para recreação, filtragem de poluição e redução do risco de erosão do solo, além de serem uma reserva essencial de carbono, água e nutrientes (DIAZ et al., 2018; DI SACCO; HARDWICK et al., 2021).

Intactas, florestas primárias são um importantíssimo reservatório de carbono devido à sua estrutura complexa, solos acumuladores e relativa resistência contra incêndios e erosões (MAXWELL et al., 2019). Além disso, a presença das florestas na vida humana é benéfica, também, para a saúde mental. Costa (2014, 2020) realizou um experimento para avaliar os benefícios da interação com ambientes naturais e concluiu que, a exposição a esses ambientes traz benefícios ao estado emocional e cognitivo das pessoas, além de demonstrarem um maior bem-estar após o contato com ambientes naturais e um decréscimo nessa sensação em ambiente urbano. Não obstante, estudos mostram um aumento nos sintomas de depressão e apontam para uma necessidade de maior cuidado com a saúde mental da população após o início da pandemia por Covid-19 e o isolamento social (FARO et al., 2020).

Existe uma crença de que os campos são mais produtivos que as florestas e que as florestas não são seguras para se viver, esta crença limita a percepção dos processos naturais e conseqüentemente define as técnicas. Em geral os hábitos alimentares atuais estão baseados em alimentos originários de clareiras e savanas (grãos e carnes). Isto reflete diretamente nas técnicas empregadas, que forçam o ambiente a manter-se com a presença apenas das plantas de interesse direto. Com isso toda a fertilidade, o equilíbrio biológico, de clima e ciclos da água, que só são promovidos com a presença da biodiversidade do reino vegetal e animal passa a não existir, criando assim desequilíbrios ambientais (HOFFMAN, 2013).

Com tamanha degradação dos ambientes naturais observada nos dias de hoje, tanto a saúde física quanto a saúde mental, ficam prejudicadas. Enquanto a conservação dos ecossistemas remanescentes devem ser uma prioridade, é necessária a restauração destes ambientes. A natureza possui seus mecanismos de colonização e regeneração natural, porém, nas atuais circunstâncias, o tempo necessário pode ser longo demais. Gibson et al. (2011) alertam que a recuperação dos serviços ecossistêmicos e da biodiversidade pode levar séculos em áreas degradadas. Existem, em curso, vários projetos de reflorestamento, sendo que, para os fins de restauração das funções, as monoculturas, como de Eucalipto, por exemplo, não cumprem esse papel, uma vez que sequestram pouco mais carbono do que as terras degradadas onde são plantados, especialmente quando plantados para colheita de madeira ou combustível; já que nesses casos o carbono é jogado novamente na atmosfera em poucas décadas (KÖRNER, 2017; LEWIS et al., 2019). É preciso restaurar florestas em forma e função.

O progresso da restauração pode ser medido pela biomassa, estrutura, biodiversidade e funções ecossistêmicas da área, mirando as características originais do bioma de referência (DI SACCO E HARDWICK, 2021). A metodologia que geralmente é aplicada, na maioria dos planos de recuperação florestal, é a de plantio estático, ou seja, a regeneração natural. São plantadas espécies vegetais conforme o levantamento florístico do ambiente, e espera-se a revegetação, com o mínimo de interferência do fator humano (FELIX, 2018). Porém, segundo Lewis et al. (2019), crescem as preocupações de que

várias iniciativas ambiciosas estão falhando no retorno destes objetivos. Dentre as possíveis causas destes insucessos são encontrados na literatura problemas relacionados aos custos de implantação e manutenção; além da falta de conhecimento específico e a falta de diálogo com as comunidades locais, para que os projetos atendam, também, as suas expectativas e necessidades (DI SACCO E HARDWICK, 2021; BRANCALION, 2010).

No Brasil, a limitação de conhecimentos aplicados e específicos de restauração ecológica de florestas tropicais, a escassez de profissionais com capacitação nesse tema e a intensa demanda por ações emergenciais de restauração resultaram, nas últimas décadas, em uma infinidade de iniciativas malsucedidas e de pouca efetividade (BARBOSA et al., 2003; RODRIGUES et al., 2009a). Santos (2016) mostra que os custos com controle de plantas daninhas em áreas de pastagem de braquiária abandonadas podem variar de R\$ 2.674,00 a R\$ 15.096,00 por hectare até 30 meses após o plantio, dependendo do método empregado. Leles et al. (2015), avaliando ações de restauração florestal na Baixada Fluminense, no estado do Rio de Janeiro, apontam que nos primeiros três anos após o plantio, o controle de plantas daninhas responde por até 60% do custo de formação dos povoamentos. Mesmo dentro de propriedades rurais, a partir da recomposição das Áreas de Preservação Permanente (APP) e da criação/regulamentação da Reserva Legal (RL), é consenso que o alto custo de implantação de projetos para a restauração florestal é um obstáculo para sua realização por parte dos proprietários (LELES et al., 2015).

#### **4.2. Sistemas Agroflorestais e Agricultura Sintrópica**

Conceitualmente, os Sistemas Agroflorestais podem ser definidos, hoje, simplesmente como a associação de espécies arbóreas (florestais) com herbáceas e/ou animais. Porém, a origem deste tipo de plantio remete a tempos mais antigos, em diferentes lugares do mundo de forma empírica, sendo desenvolvidos por muitos povos indígenas ou populações autóctones (HOFFMAN, 2005; PENEREIRO, 1999, SILVA, 2002).

Segundo Miller (2009), a análise dos recentes congressos sobre sistemas agroflorestais (SAFs) no Brasil indica a existência de duas principais linhas de pensamento: a linha dos **SAFs agroecológicos**, que buscam a reconstituição florestal análoga ao ecossistema local, com alta biodiversidade e aceleração da sucessão natural de espécies vegetais; e a linha dos **SAFs convencionais**, com poucas espécies, ligados a estações de pesquisa e grandes empreendimentos. Mais recentemente, também foram incorporados ao conceito dos SAFs, a interação de componentes pecuários nos sistemas silvipastoris (animais e árvores) e agrossilvipastoris (animais, árvores e lavouras).

Penereiro (1999) ressalta que apesar do conceito de Agrofloresta contemplar a maioria dos sistemas, pelo seu caráter genérico, os SAFs complexos (biodiversos) pouco se assemelham com os consórcios cartesianos usados em SAFs mais tecnificados, ou elaborados com conhecimento técnico puramente agrônomo. O salto de qualidade entre os SAFs consórcios e os SAFs biodiversos está justamente na mudança de paradigma ao lidar com a natureza para elaborar uma proposta de SAF.

Para designar esse tipo de SAF biodiverso baseado em suas experiências, Ernst criou o conceito de *agricultura sintrópica*. Sintropia refere-se à organização das partículas de um dado sistema. É a função que representa o grau de ordem e previsibilidade existente nesse sistema. Quando o sistema vai do simples ao complexo, convergindo e concentrando a energia, trata-se de um sistema sintrópico (REBELO, 2021).

Nas palavras de Götsch: “Os princípios em que a vida se baseia são processos que levam do simples para o complexo, onde cada uma das milhares de espécies, a humana entre elas, tem uma função dentro de um conceito maior. A vida neste planeta é uma só, é um macroorganismo cujo metabolismo gira num balanço energético positivo, em processos que vão do simples para o complexo, na sintropia”. Explicando que “o princípio fundamental da vida neste planeta é a complexificação de resíduos entrópicos, primordialmente dos raios solares” (GÖTSCH, 1995).

A origem do interesse de Götsch pelas florestas tropicais começa com sua primeira visita ao Brasil, em 1976. Na ocasião conheceu várias regiões que eram fronteiras agrícolas em plena expansão e, ao ver tamanha destruição das florestas o deprimiu tanto que ele voltou ao seu país de origem, Suíça, determinado a seguir um novo rumo em sua vida. Naquele tempo, seu trabalho estava ligado ao melhoramento genético de plantas para criação de genótipos resistentes a doenças, chegando à conclusão de que seria mais inteligente e eficaz trabalhar para criar as condições nas quais as plantas se sentissem bem e se desenvolvessem melhor, ao invés de tentar adaptá-las a condições cada vez piores de crescimento (REBELO, 2021).

Foi assim que iniciou seus estudos testando e procurando em várias partes do mundo sistemas de plantio em harmonia com o ecossistema pré-existente, onde nossas plantas evoluíram por milhares de anos. Fixou-se no Brasil nos anos 80 e de lá para cá reflorestou, em estrutura e função, nada menos que 340 hectares de florestas, utilizando espécies nativas da Mata Atlântica e Amazônia, além de espécies exóticas como bananeira, laranjeira e *Acacia mangium* (Figura 2) (REBELO, 2021).



Figura 2: Florestas plantadas por Götsch no Brasil, nos anos 80. Fonte: [agendagotsch.com](http://agendagotsch.com) (acesso em 11/10/2021)

Ernst Götsch busca, até hoje, compreender os mecanismos de funcionamento da natureza, para, imitando-os, criar os chamados agroecossistemas. Cada uma das práticas de manejo adotadas nestes sistemas visa, de alguma maneira, imitar os processos naturais, desde a colonização à sucessão natural das espécies, ocupando todos os estratos da floresta para chegar até um patamar de abundância onde há predominância das espécies clímax. Lembrando, porém, que os ecossistemas não são estáticos e, pela dinâmica de formação de clareiras, ainda é possível recomeçar todo o sistema com a sua derrubada e replantio (REBELO, 2021).

## 5. Técnicas e Fundamentos dos Agroecossistemas

Serão apresentadas, a seguir, as técnicas e fundamentos que regem os agroecossistemas, sugeridas por Ernst Götsch e relatadas por Rebelo (2021). São estes os princípios norteadores para a implantação dos sistemas e, principalmente, sua manutenção, visando recuperar o ecossistema em forma e função ao mesmo tempo em que gera produção agrícola, utilizando-se de espécies nativas e exóticas, desde que cumprindo uma função dentro do sistema. Nesses sistemas, os seres humanos são vistos como uma das partes, catalisando processos em harmonia com o ecossistema em que estão inseridos.

### 5.1. A Estratificação das Florestas

Cada indivíduo, quando chega à sua fase adulta, atinge um tamanho característico de sua espécie. Por exemplo, quando um indivíduo está no topo da floresta e sua altura se sobressai em relação às outras, o chamamos de “emergente”. Para facilitar o entendimento, Götsch resume esta dinâmica da floresta em quatro estratos (emergente, alto, médio e baixo), cada um deles gerando uma porcentagem de sombra. Fazendo uma análise da luz dentro do sistema, concluiremos que cada estrato recebe uma quantidade de luz filtrada pelo estrato de cima, criando o ambiente ideal para cada planta (REBELO, 2021). Alguns exemplos de plantas nativas e exóticas de diferentes estratos:

- **Amazônia:**
  - Estrato emergente: castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), angelim (*Dinizia excelsa*), piquiá (*Caryocar villosum*), cajá mirim (*Spondias mombim*).
  - Estrato alto: jaca (*Artocarpus heterophyllus*), açai (*Euterpe oleracea*), mogno (*Swietenia macrophylla*), cedro rosa (*Cedrela fissilis*).
  - Estrato médio: cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), citros (*Citrus spp*), mangustão (*Garcinia mangostana*), achachairu (*Garcinia humilis*), biribá (*Rollinia mucosa*).
  - Estrato baixo: cacau (*Theobroma cacao*), abacaxi (*Ananas comosus*), araçá-boi (*Eugenia stipitata*).

- **Mata Atlântica:**

- Estrato emergente: jequitibá rosa (*Cariniana legalis*), jatobá (*Himenaea courbaril*), pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*).
- Estrato alto: cedro (*Cedrela fissilis*), juçara (*Euterpe edulis*), açai (*Euterpe oleracea*), araribá (*Centrolobium tomentosum*).
- Estrato médio: cambucá (*Plinia edulis*), jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*), citros (*Citrus* spp), banana-prata (*Musa acuminata*).
- Estrato baixo: cacau (*Theobroma cacao*), café (*Coffea arabica*), espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia*), cabeludinha (*Myrciaria glazioviana*).

- **Cerrado:**

- Estrato emergente: jatobá (*Himenaea courbaril*), barriguda-lisa (*Cavanillesia umbellata*), ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*), jequitibá branco (*Cariniana estrellensis*).
- Estrato alto: copaíba (*Copaifera langsdorffii*), baru (*Dipteryx alata*), gonçalo (*Astronium fraxinifolium*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva*).
- Estrato médio: pera-do-cerrado (*Eugenia klotzchiana*), amora (*Morus nigra*), biribá (*Rollinia mucosa*).
- Estrato baixo: marmelada-de-cachorro (*Cordia sessilis*), araçás (*Annona* spp.), abacaxi (*Ananas comosus*), café (*Coffea arabica*).

- **Hortaliças e plantas de ciclos curtos**

- Estrato emergente: girassol, milho, quiabo.
- Estrato alto: mandioca, berinjela, jiló, pimentão
- Estrato médio: inhame, alface americana, cenoura, batata inglesa
- Estrato baixo: batata doce, açafrão-da-terra, feijão carioca

“[...] na floresta existem árvores enormes de espécies diferentes, ocupando estratos diferentes, que convivem saudavelmente uma ao lado da outra, quase que no mesmo local, presume-se que para que não haja competição é preciso acertar na combinação das espécies, respeitando os estratos de cada planta, sua relação com as outras na sucessão, suas exigências ambientais (luz, nutrientes, etc.), o sinergismo entre plantas (liberação de exsudatos, hormônios), etc.” (PENNEREIRO, 1999).

Ainda de acordo com Rebelo (2021), num plantio convencional de milho, por exemplo, busca-se maximizar a fotossíntese ocupando cada centímetro quadrado da plantação com folhas verdes para captar a luz solar e obter maior produtividade. Porém, essa ocupação total só ocorre durante poucas semanas no período de um ano, com altos custos de insumos externos, muitas vezes danosos ao ambiente, provocando a exclusão de outras formas de vida que não são as desejáveis no monocultivo.

## 5.2. Sucessão Natural

É a ferramenta temporal da natureza para complexificar o ambiente. Uma área degradada por ação antrópica ou natural sofrerá regeneração natural, tendo sua cobertura



vegetal restabelecida. Este processo, que pressupõe mudança da fisionomia e das populações no espaço e no tempo, no sentido do aumento de qualidade e quantidade de vida é conhecido como sucessão natural (GÖTSCH, 1995). A sucessão natural como Götsch vê é o pulso da vida para mover-se no tempo e no espaço e aponta que o aparecimento de cada ser é predeterminado pelo seu antecessor. Vivendo, cumprindo sua função, todo ser modifica, mediante seu metabolismo, o sistema em que faz parte, definindo e determinando, assim, a próxima forma que o sucede. Desta forma, cada espécie desempenha uma função ecofisiológica no processo de sucessão, complexificando a energia (REBELO, 2021).

Esse processo de recuperação se dá de forma muito lenta naturalmente e o ser humano tem a capacidade agir como acelerador desse processo sucessional; e, ainda produzir alimentos, através dos sistemas agroflorestais sucessionais (COUTINHO, 2017). Cada consórcio cria as condições para o próximo na sucessão natural de espécies. Os consórcios funcionam dentro de um macro-organismo de alta complexidade, avançando o processo contínuo de absorção de luz e transformação da energia para formas mais estáveis (HOFFMAN, 2013).

Götsch denomina o agrupamento das primeiras formas de vida que aparecem num lugar de “Sistema de Colonizadores”. Na sequência, outros seres vivos continuam o processo, são espécies que ocupam o ambiente acumulando hidrocarbono, caracteriza esta fase como “Sistema de Acumulação”, e vai até o ótimo em quantidade e qualidade de vida para cada lugar. Em seguida, surge o “Sistema de Abundância”, pois os produtos gerados pela energia materializada podem ser exportados do sistema, sem prejuízo para ele (HOFFMAN, 2005). É nesses estados que se encontram as florestas primárias, como por exemplo a Floresta Amazônica.

De acordo com Silva (2002), a sucessão significa o desenvolvimento do ambiente refletindo em características como, no sistema dos colonizadores, iniciam-se as redes de bactérias e fungos, no sistema de acumulação o carbono se acumula nos seres vivos, que apresentam alta relação C/N, sem grande disponibilidade de Nitrogênio e Fósforo, estando o último presente no solo, mas não disponível. As redes tróficas vão aumentando sua complexidade e os animais apresentam porte um pouco maior. Com o passar de alguns ciclos, as redes tróficas apresentam maior complexidade disponibilizando os nutrientes do solo criando condições para o aparecimento de plantas mais exigentes, típicas do sistema de abundância. Nesses sistemas a relação C/N é mais estreita e os consórcios são capazes de sustentar grandes e pequenos animais dentre os quais está situado o ser humano. A grande maioria das plantas cultivadas também são típicas de sistemas de abundância, daí a exigência em termos de fertilidade, matéria orgânica e interrelação entre espécies (HOFFMAN, 2005; SILVA, 2002).

### **5.3. Solo Coberto e Plantios Adensados**

Este é um princípio fundamental da Agricultura Sintrópica: primeiramente, é só observar a quantidade de serapilheira no solo e o adensamento de indivíduos nas florestas tropicais que teremos uma ideia da importância destes fatores. Penereiro (2003) ressalta que “manter o solo sempre protegido, coberto, é fundamental. A proteção da terra com plantas vivas e com a cobertura morta de matéria orgânica [...] é imprescindível para

manter a fertilidade da terra de forma sustentável. A terra, a qual tem uma pele muito delicada, deve estar sempre coberta, protegida”.

Ainda de acordo com Penereiro (2003): “Outra importância da matéria orgânica sobre a terra é que ela é a fonte de energia para a vida do solo. Sim, podemos dizer que a terra é viva. Os inúmeros organismos que vivem nela, ao se alimentarem de matéria orgânica, vão liberando os nutrientes para as plantas. E esses organismos, como as minhocas, ao trabalharem a terra, vão aumentando sua porosidade, importantíssima para que as raízes possam respirar e crescer”. A presença de serrapilheira permite que seja verificado se há ciclagem de matéria orgânica e de nutrientes no ambiente, sendo este um fator primordial para solos nas regiões tropicais, reconhecidos pela sua baixa fertilidade, mas com elevada capacidade de fixação de nutrientes com presença de vegetação. Além disso, a cobertura morta mantém a umidade no solo em períodos de estiagem (PENEREIRO, 1999; VASCONCELLOS; BELTRAO, 2018).

Podemos inferir daí o quão degradante é para o solo, a exposição a que ficam submetidos nas entressafras dos monocultivos. No caso do Cerrado isso acontece no período da seca, época de maior incidência solar, acarretando o aumento dos gastos futuros para correção do solo e adubação. Em sistemas agroflorestais, reconhecidos por tentarem recriar condições similares às de florestas naturais, a presença de bons valores de matéria orgânica em sua serapilheira garante a não necessidade de adubação, evitando custos e danos de médio e longo prazo ao solo (VASCONCELLOS; BELTRAO, 2018).

Em estudo realizado para avaliar o aporte de serapilheira em sistemas agroflorestais integrados a cultivos de palma de óleo, e em florestas sucessionais, foi observado que os sistemas agroflorestais com palma de óleo mais diversificados, em geral, apresentaram valores de aporte anual de serapilheira mais próximos dos ambientes naturais em comparação com sistemas integrados menos diversificados. Assim, sistemas mais diversificados, podem ser considerados mais produtivos em relação à ciclagem de matéria orgânica (SALDANHA, 2018). O plantio diversificado em alta densidade é, também, uma tentativa de imitar a natureza, onde cada árvore adulta libera uma grande quantidade de sementes para que, através da dispersão, as mesmas encontrem condições ideais para que possam germinar e estabelecer suas plântulas para que estas se tornem árvores.

Götsch testou vários adensamentos de plantas na Fazenda Olhos D'Água em Piraí do Norte - BA, desde uma a dez árvores por metro quadrado e observou os melhores resultados naqueles plantios em que nasceram dez árvores por metro quadrado. Dessa forma, é possível observar qual é o indivíduo mais adaptado para ocupar aquele espaço. Além disso, plantando em alta densidade, eliminamos ou diminuimos os “espaços vazios”, onde poderiam aparecer plantas invasoras ou indesejadas ao nosso sistema. Outro efeito diz respeito à genética: ao plantar muitas vezes mais sementes do que a densidade final do plantio, teremos, no campo, uma maior variabilidade de genes; o que permitirá aumentar a resiliência do sistema. Cada centímetro do solo é diferente assim como cada semente que vai ao chão; plantando dessa forma daremos a chance daqueles indivíduos mais adaptados àquela determinada condição, de se estabelecer (REBELO 2021).

#### **5.4. Capina Seletiva e Podas**

A capina seletiva e as podas são dois instrumentos ou técnicas de manejo que aceleram o processo sucessional utilizados nos SAFs. O manejo se dá no sentido de aumentar a organização dos elementos do sistema para resultar na condição de avanço da sucessão (PENNEREIRO, 1999). Esse manejo é fundamental para a dinamização do sistema, e exige a sistematização dos conhecimentos específicos sobre o funcionamento dos ecossistemas, tais como: dispersão, polinização, transformação e criação de nichos.

Capina seletiva é um termo criado por Ernst Götsch que significa: (a) Retirar do sistema plantas que tenham cumprido sua função (normalmente, neste momento já estão com seu sistema radicular fraco); (b) podar só o que está amadurecendo. Este é o primeiro passo recomendado no manejo de um sistema sintrópico (REBELO 2021).

Apenas as plantas pioneiras nativas ou plantadas que entram em estado de florescimento devem ser retiradas ou podadas (dependendo se há plantas do próximo consórcio na sucessão natural), pois, foi observado que, o amadurecimento de plantas do sistema repassa uma informação de senescência para as plantas ao seu redor, freando o crescimento do sistema como um todo. Plantas nativas oriundas de regeneração natural, quando jovens, podem estimular o crescimento das plantas cultivadas e afastarem as pragas (PENNEREIRO, 1999; GÖTSCH 1995).

Em sua experiência na Bahia, Götsch observou que, apenas ao realizar a capina seletiva de plantas espontâneas em estado de senescência, após dois anos do início do cultivo, as plantas cultivadas começaram a apresentar sinais de diminuição no seu crescimento (inibição do crescimento das plantas anuais). Assim, começou a prática da poda das partes maduras também das árvores, com diminuição das copas em 50% ou mais ou até mesmo a retirada total da árvore, isso quando há substitutos do próximo consórcio baseado na sucessão natural. De acordo com Götsch (1995), a poda tem múltiplos efeitos na plantação:

- O mais visível é a aceleração do crescimento no sistema como um todo após o rejuvenescimento das plantas maduras. Foi observado que, em sua fase de crescimento mais acelerado, as plantas estimulam o crescimento, também das plantas vizinhas e que, uma vez que uma planta do consórcio dominante na sucessão de espécies entra em maturação e senescência, ela induz outras ao seu redor a mostrar sinais de maturidade, tais como folhas amareladas e redução no crescimento, eventualmente mostrando sinais de senescência, como aumento da susceptibilidade a infecções fúngicas e microbiana, ou outras doenças;
- A matéria orgânica incorporada ao solo através da poda é colocada como cobertura que protege e fertiliza o solo;
- A poda indiretamente produz mudanças benéficas ao solo, observadas pela mudança na textura do solo e na abundância de minhocas.
- Aumenta a disponibilidade de luz para as futuras gerações de espécies de plantas;
- Podas servem, também, como um instrumento para acelerar, intervindo diretamente no processo orgânico de sucessão, pois oferece a possibilidade de influenciar cada planta individualmente em termos de acesso à luz, espaço e área foliar;

- Finalmente, o rejuvenescimento periódico da poda prolonga a vida de espécies pioneiras com ciclo curto de vida, aumentando sua capacidade de melhorar as condições do solo;

O trabalho de Limmieux (2002) avaliou como aparas de madeira usadas como adubação influenciam na produtividade em algumas culturas; e chegou a resultados expressivos. Em clima subtropical observou um aumento de produtividade e qualidade que variou entre 900% e 1.000%. A necessidade de irrigação suplementar caiu 50%. Em clima temperado, observou-se um salto de 1 para 4 toneladas de milho por hectare pela aplicação de madeira rameal fragmentada de *Acacia auriculiformes*, *Tectona grandis*, *Gliricidia sepium*, *Senna siamea* e *Azadirachta indica*. É importante ressaltar que a madeira jovem dos ramos (com diâmetro inferior a 7 centímetros), têm qualidades nutricionais superiores à madeira do tronco pelas seguintes qualidades:

- Alta proporção de casca;
- Alto teor de polifenóis solúveis;
- Fonte de matéria orgânica fundamental para agregação do solo;
- Precusores de húmus altamente reativo;
- Concentram 70% dos nutrientes da árvore;
- A relação C/N situa-se na faixa de 30:1 e 170:1, enquanto no tronco está na faixa de 400:1 a 750:1.

Este estudo reforça que, através das podas é possível melhorar significativamente as qualidades nutricionais do solo. Essa dinâmica ocorre naturalmente com a queda de árvores mais velhas e a consequente abertura de clareiras; onde nascem novamente todas as espécies desde os ciclos iniciais até as árvores da floresta clímax. Essa dinâmica é replicada pela poda, como um artifício para acelerar essa recomposição em áreas degradadas ou utilizada para “recriar” sistemas já estabelecidos pelo corte raso, permitindo novamente o cultivo de plantas anuais de ciclo curto e/ou ao agricultor refazer o seu sistema após a observação de possíveis falhas ou pontos a melhorar no plantio; partindo, porém, de um patamar mais alto de fertilidade (REBELO, 2021).

Rebello (2021) reforça: “Sempre que houver uma poda do sistema, haverá um aporte de madeira rameal fragmentada ao solo. Nesse sentido, podas mais drásticas não apenas disponibilizam mais luz como também devolvem ao solo a dinâmica biológica perdida com o desmatamento, criando os fundamentos para uma fertilidade duradoura e capaz de gerar abundantes colheitas. A experiência tem mostrado que a adubação com madeira gera abundante frutificação”.

### **5.5. Concentrar energia e Gerar Biomassa de Forma Eficiente**

Esta prática é particularmente importante ao trabalharmos com áreas degradadas. Concentrando a matéria orgânica proveniente de ervas e gramíneas em linhas ou “ilhas”, criamos condições para o estabelecimento de nossas culturas, que podem receber um “input” inicial de uma adubação com pó de rocha, esterco, entre outros, para ajudá-las no estabelecimento e crescimento inicial (REBELO, 2021).

É possível iniciarmos um plantio em um pasto abandonado de braquiária, por exemplo, retirando o capim em faixas com largura de 80 centímetros a 1 metro, e roçando alguns metros (dependendo da quantidade de capim presente no campo) de cada lado das faixas e acumulando a matéria orgânica nelas. Essas faixas formam duas leiras convexas paralelas, isto garante que nenhum mato crescerá nessas linhas, onde, no centro, serão plantadas as culturas e árvores desejadas. Essa prática traz ainda os benefícios já citados no item 3.1.4 “cobertura de solo” mantendo a umidade, favorecendo a fauna edáfica e adubando o sistema. Podemos repetir este processo toda vez que há o crescimento do capim nas entrelinhas. Se for verão, trinta ou quarenta dias depois teremos novamente a braquiária em ponto de corte, de modo que vamos dominando o campo com a força da própria braquiária (REBELO 2021).

Ainda de acordo com Rebelo (2021): “Atualmente, Ernst Götsch vem desenvolvendo vários projetos de consultoria, nos quais prevê o uso de capim nas entrelinhas das árvores. Uma dessas gramíneas é o capim-mombaça (*Megathyrsus maximus*), que tem hábito cespitoso, não invadindo as linhas de árvores, e apresenta um ciclo vegetativo longo (trazendo, portanto, menos informação de senescência). Essas características facilitam o manejo” (Figura 3). Essa prática é facilmente mecanizável.



Figura 3: Plantio de capim-mombaça nas entrelinhas de árvores. Fonte: CEPEAS.org (acesso em 11/10/2021).

## 5.6. Função Ecofisiológica das Plantas

A ecofisiologia vegetal estuda a adaptação fisiológica dos organismos às condições ambientais (REBELO, 2021). Este estudo é indispensável para a escolha correta das espécies a serem introduzidas nos plantios. Cada local tem suas particularidades e plantas mais adaptadas àquelas condições (clima, solo, relevo, entre outras). E este conhecimento pode ser crucial para o sucesso de um plantio. Neste sentido,

a utilização de espécies exóticas (vista com desconfiança por muitos) pode ser muito benéfica, desde que feita com conhecimento e manejo adequados.

Um grande exemplo do uso de espécies exóticas é o caso dos *Eucalyptus* spp., Brancalion et al. (2020) salienta que: “Muitos dos efeitos negativos atribuídos ao eucalipto no crescimento e regeneração de árvores nativas dependem do tipo de sistema de produção, solo e clima aos quais estão inseridos, mais do que os efeitos do eucalipto em si”. O eucalipto na agricultura sintrópica é um forte aliado, pelo seu rápido crescimento até mesmo em condições ruins, sua vigorosa rebrota após a poda; e, ainda podendo fornecer madeira de boa qualidade após alguns anos (REBELO, 2020).

"Eucalipto não é o mal em si, *Acacia mangium* não é o mal em si, o modo de plantá-los é que pode ser o mal [...]. Não existem inimigos quando compreendemos a função de cada participante do sistema. É a falta de compreensão que faz com que existam preconceitos contra o eucalipto e a *Acacia mangium*" (GÖTSCH, 2012).

No estudo realizado por BRANCALION et al. (2020), foram avaliados dois tratamentos para regeneração de florestas na área da Mata Atlântica: no primeiro, fez-se da forma convencional, com a alternância de espécies pioneiras e clímax; e, no segundo, ao invés das pioneiras, foi usado o eucalipto, realizando essa mesma função de “colonizar” a área e, feita a sua colheita com 4 a 5 anos para a venda da madeira e amortização dos custos. Os resultados obtidos mostraram que a maior diferença entre os tratamentos foi o acúmulo de matéria orgânica de curto prazo; sendo que, nos plantios com eucalipto, esta foi aproximadamente nove vezes maior do que no tratamento com as pioneiras.

Além disso, a colheita do eucalipto resultou em uma boa contribuição (entre 45% - 75%) para amenizar os custos de implantação e manutenção da restauração. Brancalion et al. (2020) salientam que “a colheita de eucalipto ou outras espécies comercialmente valiosas, nativas ou exóticas, pode suprir parcialmente a barreira financeira para adoção ativa de projetos de restauração”.

Um estudo realizado por Penereiro (1999), ao comparar áreas próximas com histórico e condição semelhantes de pastagem abandonada, uma manejada por doze anos utilizando-se as práticas agroflorestais e outra em pousio, observou-se que a implantação e condução do SAF mudou completamente a cobertura vegetal da área manejada, assim como a qualidade da serapilheira, fertilidade do solo e macrofauna edáfica, se comparada com a área sob regeneração natural (pousio). Além disso, verificou-se a aceleração e avanço na sucessão natural da vegetação, com marcante presença de indivíduos das famílias Mimosaceae, Lauraceae e Cesalpiniaceae, na área manejada; enquanto na capoeira, em pousio, prevaleceu a família Melastomataceae quanto ao número de indivíduos, com predomínio de algumas espécies características de áreas degradadas ou em início de sucessão.

## **5.7. Sincronizar os Plantios**

Quando iniciamos um plantio em uma área degradada, semeamos e plantamos todas as espécies ao mesmo tempo, sejam elas hortaliças, herbáceas anuais, árvores pioneiras, secundárias ou clímax. Quando já existe um plantio e queremos fazer a transição para agricultura sintrópica, o ideal é realizar uma poda drástica ou até mesmo

um corte raso do sistema, para semear todas as plantas, de todos os estratos, pois assim teremos um grande “input” de matéria orgânica no solo, além de forte informação de crescimento promovida pela germinação das sementes e a rebrota dos indivíduos podados (REBELO, 2021).

Em alguns trabalhos realizados por Ernst Götsch, foi necessária uma intervenção mais drástica num sistema convencional já implantado. Na Fazenda da Toca, no estado de São Paulo, efetuou-se o manejo em um laranjal com um a dois anos de idade, onde, após o manejo sintrópico, a pulverização de caldas foi abandonada e buscou-se utilizar máquinas mais leves para evitar a compactação do solo. Porém, em outro trabalho, em um seringal, encontrou maiores dificuldades, pois, sem uma poda drástica, seria impossível implantar plantas dos outros estratos (baixo, médio e emergente). Pela lógica da estratificação, o estrato emergente deveria estar por cima das seringueiras, o que seria muito difícil ser alcançado devido à disponibilidade de luz. A melhor solução seria, assim, o corte raso de todo o sistema (REBELO, 2021).

### **5.8. Tentar enxergar o que cada ser está fazendo de bom**

“A parte visível da natureza ao ser humano é infinitamente menor que a parte não visível, e, na maioria das vezes, não temos a capacidade de olhar para além de seu aspecto material, físico. Somos incapazes de ver a olho nu o que acontece no solo, quais as relações que se estabelecem entre as plantas, entre a microfauna e a flora. Dificilmente conseguimos observar os animais se não usarmos técnicas de camuflagem, esconderijos. Como se isso não bastasse, existe ainda um mundo desconhecido no nível de energia, um mundo etéreo, que não pode ser captado pelos cinco sentidos” (REBELO 2021).

Ao olharmos um inseto ou uma planta indesejada propagando-se em nossas plantações, ou jardins, geralmente os vemos como nossos inimigos, querendo logo eliminá-los. Porém, se as enxergamos como aliados, poderemos ter um gigantesco salto em nosso entendimento do funcionamento do macro organismo que rege o planeta. É só através da reflexão que se pode entender que a natureza, baseada na sucessão, tem seus próprios mecanismos de colonizar e manejar quase todos os ambientes, até quando estes não suportem mais a vida. Neste sentido, a teoria de Götsch nos diz que as saúvas, por exemplo, são verdadeiras “profissionais” na atividade da poda. Elas podam tudo que, no momento, não tem capacidade para contribuir da melhor forma para o aumento da vida num determinado lugar (GÖTSCH, 1995; REBELO, 2021).

Götsch (1995) completa: “No começo, talvez, tu te sintas perturbado por uns matos nocivos, porém, ao invés de recorrer à enxada e à foice, tenta descobrir o motivo do surgimento deles, a função deles dentro do sistema. Todos eles aparecem para aumentar a vida” e completa “[...] a nossa reação, futuramente, será a de perguntar: em que é que tu estás querendo me ajudar? O que é que tu poderias fazer de útil? Qual é o teu potencial benéfico? Assim, talvez possas encontrar uma planta, uma espécie cultivada, para substituir o que quiseses no teu sistema, uma espécie de mais utilidade para ti”.

## **6. ESTUDOS DE CASO**

### **6.1. Fazenda Olhos D'Água, o berço da sintropia**



A Fazenda Olhos D'Água, localizada na porção Sul do estado da Bahia, foi adquirida por Ernst Götsch no início da década de 1980. A área possui 482 hectares, na sua maioria terras severamente degradadas e dezessete córregos que corriam somente em períodos de chuva, era denominada de Fazenda Fugidos da Terra Seca. Nela, Götsch desenvolveu seu trabalho de sistematização e implantação da Agricultura Sintrópica e, por isso, é considerada o berço deste tipo de sistema. A área está localizada em região de Mata Atlântica “sensu stricto”, a uma altitude de 350 metros. O relevo local é fortemente ondulado e os solos são latossólicos e podzólicos argilosos com alto grau de intemperização, profundos, ricos em óxidos de ferro e alumínio e considerados pouco férteis (GREGIO, 2020; HOFFMAN, 2013).

A propriedade tem apenas 15 hectares ocupados com SAFs que estão sendo manejados e utilizados para fins econômicos (onde há colheita e beneficiamento do cacau e outras culturas). Uma área de aproximadamente 450 hectares foi transformada em Reserva Particular de Proteção Natural (RPPN), em franco processo de recuperação após o trabalho agroflorestal realizado (GREGIO, 2020; HOFFMAN, 2013; PENEREIRO, 1999).

Até hoje, Ernst vive na Fazenda Olhos D'Água, onde produz diversos tipos de alimentos como: castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), pupunha (*Bactris gasipaes*), açaí (*Euterpe oleracea*), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), entre outros. Além do cacau (*Theobroma cacao*), que é a principal cultura, sendo comercializado no Brasil e exportado para a Europa (Figura 4) (GREGIO, 2020).



Figura 4: Fazenda Olhos D'Água, de propriedade de Ernest Götsch. Fonte: [agendagotsch.com](http://agendagotsch.com) acesso em 11/10/2020.

Penereiro (1999) relata que a paisagem do entorno da propriedade consiste em áreas de pasto, lavouras de cacau (algumas praticamente abandonadas), lavouras de mandioca e outras culturas de subsistência; além de capoeiras em diversos estágios de desenvolvimento. São também encontradas, nas proximidades, culturas tipicamente



tropicais como: dendê (*Elaeis guineensis*), seringueira (*Hevea brasiliensis*), cravo (*Dianthus caryophyllus*), guaraná (*Paulinia cupana*) e outras.

O histórico da área passa por exploração de madeira, queima e roças de mandioca até o esgotamento do solo; sendo, então, transformada em pasto e abandonada. Após o abandono, a regeneração aconteceu apenas por espécies de capoeira baixa, com herbáceas da família Asteraceae e arbóreas da família Melastomataceae. O impacto foi tão drástico ao ponto de a vegetação nativa não ter mais condições de regenerar-se. Em depoimento feito pelo filho do dono anterior, foi relatado que a área está há 78 anos abandonada (HOFFMAN, 2013).

Em estudos realizados, os quais acompanharam a implantação de SAFs implementados a partir de áreas degradadas da fazenda, os autores descrevem a vegetação com predomínio de feto-de-gaiola (*Pteridium aquilinum* (L.) Kunn), formando uma cama de até 2 a 3 metros de altura de ramos, subindo em árvores isoladas, em sua maioria melastomatáceas; sendo que estas últimas não conseguiam se reproduzir por sementes, o que Götsch atribuiu à baixa resiliência do sistema (ANDRADE E PASINI, 2014; HOFFMAN, 2005;2013).

Hoffman (2013), relata que: “A área onde foram implantados os SAFs nesta fazenda havia recebido um impacto ambiental causado pelo manejo produtivo inadequado realizado, no caso, pelo proprietário anterior da fazenda, tão drástico ao ponto que a vegetação nativa não apresenta condições de regeneração, devido ao alto nível de degradação ambiental. A área implantada em 2012 está abandonada ao desenvolvimento da vegetação nativa a 28 anos e a paisagem continua a mesma” (Figuras 5 e 6).



Figura 5: A Fazenda Olhos D'Água em 1985. Fonte: Moura (2010).



Figura 6: A Fazenda Olhos D'Água em 2009. Fonte: Moura (2010).

O método adotado para recuperação do solo da fazenda foi, principalmente através do plantio de duas espécies chave, conhecidas por se desenvolverem bem em solos pobres, a mandioca e o feijão de porco; dos quais somente a mandioca se estabeleceu, mas seu desenvolvimento foi fraco. A partir daí, Ernst Götsch percebeu que muitas plantas pioneiras nativas apareciam vigorosamente em alguns pontos. Foi, então, que começou a sua prática de capina seletiva, aproveitando o máximo potencial que aquelas plantas, que já são adaptadas aquela situação, tinham para melhorar o solo, evitando o aparecimento de pragas e doenças. As plantas cultivadas cresciam melhor com a presença das ervas nativas (GÖTSCH, 1995)

Após dois anos de capina, surgiu a prática da poda (já descrita anteriormente), quando se percebeu uma estagnação do crescimento do sistema. A prática se resume em podar plantas em amadurecimento e corte raso daquelas que já cumpriram sua função; além da poda potencial em praticamente todos os indivíduos para controlar acesso à luz e espaço. Ele percebeu que o melhor desenvolvimento das plantas se dava, não pelas melhores condições do solo, mas sim aonde a composição e densidade das espécies era mais completa (GÖTSCH, 1995). Hoffman (2013) reforça que Götsch utiliza uma estratégia de seleção dos melhores genótipos através do plantio principalmente com sementes, utilizando uma proporção de 100 sementes por planta adulta, ou seja, a cada 100 sementes, apenas uma planta adulta será selecionada.

Outra percepção de Götsch foi sobre o momento da introdução de cada espécie, onde as espécies de consórcios mais avançados na sucessão crescem muito bem sob a sombra e a influência de plantas de estágios anteriores, numa relação onde ambas crescem vigorosamente, até que a planta dominante tenha cumprido sua função e as próximas plantas da sucessão possam dominar o sistema. Assim, foi introduzido o conceito de sucessão natural das espécies. O ponto crítico para o sucesso no estabelecimento de sistemas agrícolas sustentáveis é a compreensão e modelamento do processo natural de sucessão de espécies, sendo fundamental para a recriação de áreas naturais de floresta (GÖTSCH, 1995).

Através destas percepções e, conseqüentemente, práticas agrícolas e agroflorestais, Ernst Götsch recuperou 18 nascentes onde corre água o ano inteiro, tem uma produção de cacau de 60 arrobas por hectare, além de várias outras espécies (Figura 7). No início da implementação, abacaxis e bananas eram processados em um secador solar e, daí, tirava-se a maior renda da propriedade, responsável por pagar todos os custos de implementação e produção (MOURA, 2010).



Figura 7: Recuperação das nascentes da Fazenda Olhos D'Água, por Ernest Götsch. Fonte: Moura (2010).

Dentre os muitos estudos realizados na Fazenda Olhos D'Água, destaca-se o trabalho de Penereiro (1999), ao comparar uma área de SAF com 12 anos de manejo e uma área em pousio da mesma idade, histórico e características ambientais, para identificar os efeitos do manejo dirigido pela sucessão natural em parâmetros vegetacionais e edáficos. Foi verificada uma distinção florística e fitossociológica onde, na área de SAF a composição florística mostrou-se mais avançada na sucessão do que a capoeira em pousio, com predominância das famílias Mimosaceae, Lauraceae e Cesalpiniaceae; enquanto na capoeira a família de maior densidade foi a Melastomataceae. Além disso, a área de SAF apresentou maior diversidade e equabilidade.

Quanto à análise química do solo, foi verificada uma grande distinção entre as áreas, com destaque para o fósforo, que na área manejada apresentou aproximadamente 7 vezes mais  $P_2O_5$  na profundidade de 0 – 5 cm e 4 vezes mais na camada de 5-20 cm do que na área em pousio. A área de SAF apresentou saturação por bases (V%) de 83%, enquanto a capoeira apresentou o valor de 40%, na profundidade de 0 – 5 cm. A serapilheira nas duas áreas não apresentou diferenças quanto ao peso seco, porém se mostrou muito distinta quimicamente, sendo os teores de nutrientes significativamente maiores na área manejada. A macrofauna edáfica mostrou-se sucessionalmente mais avançada na área de

SAF, com predominância de saprófitas; enquanto na capoeira predominam predadores (PENNEREIRO, 1999).

Hoffman (2013), em análise financeira, acompanhou a implementação de uma nova área, a partir de solo degradado, e a produção até o segundo ano, em uma área de um hectare. Para os dados de anos posteriores, foram levantadas outras áreas com idades de 5, 10 e 25 anos, onde o processo de implementação e as espécies utilizadas foram similares. Os resultados mostraram que, inicialmente, o plantio apresentou produções baixas, devido à baixa fertilidade inicial do solo. Com o passar dos anos, a fertilidade aumenta naturalmente, através dos processos naturais, o que permite o estabelecimento de frutíferas exigentes a partir do 5º ano, alcançando valores de produção próximos à média nacional, como por exemplo, 15kg de fruto por planta de cupuaçu e 30kg de fruto no caso da lima. O uso de espécies para produção de madeira (eucalipto, *Acacia mangium* e jaca) possibilitou incrementos, gerando picos significativos de benefícios.

Foi mostrado, neste estudo, que este modelo de SAF apresenta baixo uso de insumos, sendo apenas 25% do custo de implantação; o gasto com serviços representou 62%, evidenciando a importância do trabalhador rural para este tipo de empreendimento. O sistema apresenta-se adequado para pequenos agricultores com baixa capacidade financeira. O sistema apresentou fluxo de caixa positivo já no segundo ano. Quanto ao valor presente líquido (VPL) o sistema apresenta valores de crescentes com o passar dos anos, desde R\$ 10.468,00 no primeiro período de 5 anos, chegando até R\$ 210.473,00 num período de 25 anos. A relação benefício custo também se mostrou crescente, apresentando nos períodos de 5, 10, 15 e 25 anos, valores de 1,75; 6,02; 7,74 e 10,21, respectivamente (HOFFMAN, 2013).

## **6.2. Sítio Semente e o ciclo de hortaliças**

Em Brasília encontra-se o Sítio Semente, de propriedade de Juã Pereira. Por se inserir num contexto totalmente diferente da experiência de Götsch, a experiência e metodologia adotados no Sítio Semente mostram a adaptabilidade da agricultura sintrópica para diferentes realidades. A área está localizada no Lago Oeste - DF, à 15°33'44.91"S de latitude e 48° 1'52.63"O de longitude, com altitude de 1251 metros e o clima da área, segundo a classificação de Köppen é o tropical de altitude tipo Cwa, com duas estações bem definidas: verão quente e úmido e inverno frio e seco. O solo é do tipo latossolo-amarelo (LUZ, 2015; COUTINHO, 2017).

Segundo o proprietário, no início, todos da região diziam que a terra não era produtiva, pois tinha um solo com muito cascalho e com fraca fertilidade natural (MOURA, 2010). A vegetação predominante era rasteira, principalmente capim-andropogon (*Andropogon gayanus*) (GREGIO, 2018; 2020). Após mais de dez anos de trabalhos com SAFs, a paisagem mudou completamente, Moura, 2010 salienta que: “[...] anteriormente não havia árvores, bichos e nem pássaros. Porém, hoje, há grande quantidade de animais, pássaros e até capivara e lobo-guará passeiam por lá” (Figuras 8 e 9).





Figura 8: O Sítio Semente, em 2006, antes da implementação de SAF. Fonte: Moura (2010).



Figura 9: Sítio Semente, em 2010, com a implementação de SAF. Fonte: Moura (2010).

O diferencial do sistema de plantio adotado, é o foco na produção de hortaliças nos primeiros dois anos, para proporcionar retorno rápido para o agricultor. Por se tratar de uma área perto da cidade, torna-se possível esse tipo de produção (altamente perecível), com rápido escoamento para feiras da cidade. É uma opção viável para pequenas propriedades próximas a centros urbanos.

As hortaliças são plantadas em consórcios baseados nos processos de sucessão natural e estratificação, para melhor aproveitamento da luz, espaço e adubação, juntamente com linhas de árvores, as quais serão o foco da produção num momento futuro. O foco da produção, hoje, é o café. O café é uma planta de estrato baixo, o que faz com que seja fundamental o seu sombreamento pelos estratos superiores para evitarmos seu estresse. Nas monoculturas de café a pleno sol, o plantio fica atrelado ao uso excessivo de insumos externos, ao passo que, em sistemas sombreados, ele produz muito bem e, ainda recebe os benefícios das podas dos outros estratos, cobrindo e nutrindo o solo (REBELO, 2021).

A metodologia aplicada nos plantios, descrita por Luz (2015), Coutinho (2017) e Gregio (2018) consiste na abertura de canteiros de 80 centímetros, entre os canteiros é deixado um espaçamento de 30 centímetros, para permitir a circulação sem compactação dos canteiros. A cada três canteiros destinados às hortaliças, é feita uma linha de árvores, onde também são plantadas algumas hortaliças ocupando o primeiro estágio da sucessão

natural (Figura 10). O plantio nos canteiros centrais é possível de ser repetido de duas a três vezes, dependendo do tempo do consórcio, sendo que, num período de dois anos, a linha de árvores já sombreia os canteiros hortícolas. No início do segundo ano, ocorre o plantio do café nas linhas centrais, os quais serão o foco da produção de médio e longo prazo.



Figura 10: Metodologia desenvolvida pelo Sítio Semente, com três canteiros de hortaliças entre linhas de árvore. Fonte: sitiosemente.com (acesso em 10/10/2021).

Luz (2015) avaliou financeiramente os dados do 1º ano de implantação de um módulo de 106,425 m<sup>2</sup>, com dois ciclos de hortaliças, sendo um ciclo de 8 e outro de 4 meses de duração e encontrou razão benefício custo de 1,82, valor presente líquido (VPL) de R\$ 1711,71 e benefício periódico equivalente (BPE) de R\$ de 157,53; indicando a viabilidade do sistema. O valor de payback de 1,1 indica que, já no segundo mês, as receitas superam as despesas. As maiores despesas foram com manutenção e limpeza dos canteiros, permitindo, mais uma vez, inferir que o sistema é intensivo em uso do trabalho humano, reforçando o papel da agricultura familiar como provedora de empregos no campo. O sistema estudado mostrou-se como um investimento não convencional.

Outra avaliação financeira conduzida no Sítio Semente, por Coutinho (2018), analisou apenas um segundo ciclo, com duração de 7 meses, de plantio de hortaliças e encontrou VPL de R\$ 1.637,05, BPE de R\$ 235,80 e payback de 2 meses, indicando que o plantio de um segundo ciclo, também é viável financeiramente. A razão benefício custo encontrada foi de 4,17. Vale lembrar que esse consórcio faz parte de um módulo já implantado anteriormente e, por isso, conta com benefícios como: calagem, adubação e estruturação do solo do plantio anterior, além das podas das árvores das linhas laterais. O plantio de um segundo ciclo se mostrou recomendável. Novamente os maiores custos foram com mão de obra, reforçando a importância do trabalhador rural, além da falta de maquinário específico para o setor.



### 6.3. Sítio Dagrofloresta

Esta experiência realizada no Sítio Dagrofloresta, de propriedade de Hoffman, também no Distrito Federal, apresenta uma proposta de SAF mecanizado, o que é particularmente importante para a viabilizar implementações de sistemas em larga escala (Figura 11). A propriedade está localizada na Região administrativa de Planaltina - DF (15°34'51" S, 47°22'42" W), o clima segundo Koppen é classificado como Aw “tropical de savana”, com duas estações bem definidas (inverno seco e verão chuvoso). A altitude é de 920 metros, e o solo é classificado como latossolo vermelho. A área onde se implantou o experimento estava há dez anos sem cultivo, sendo que foi lavoura de milho nos cinco anos anteriores (HOFFMAN, 2013).

Hoffman (2013) relata que: “Com base nas experiências agroflorestais anteriores nesta propriedade rural, com a necessidade de desenhos agroflorestais que permitam uma maior escala de produção, em 2011, iniciou-se a implantação de um SAF para produção de tomate, mamão, abacaxi, maracujá, uva, gueroba, biribá, laranja, cajá e mogno”. O desenho foi planejado segundo a teoria sucessional de Göttsch (PENNEREIRO, 1999; SILVA, 2002; HOFFMAN, 2005).



Figura 11: Sítio Dagrofloresta com implementação de SAF mecanizado. Fonte: Moura (2010).

Os dados foram coletados até os dois primeiros anos do SAF e, a partir desse período, foram elaboradas projeções com base nos tratos culturais das outras experiências em andamento na propriedade. A produção agrícola foi projetada e descrita da seguinte forma: “no primeiro ano, ocorreu a produção de tomate e início da produção de mamão; no segundo ano, o mamão continua produzindo e ocorrem produções de abacaxi e maracujá; no terceiro ano, continua a produção de maracujá e abacaxi e inicia a produção de uva; no quarto ano, além da produção de uva, entram em produção o biribá e a laranja, sendo que estas espécies se mantem em produção até o final do sistema. A safra de gueroba deverá ocorrer do quinto ao sétimo ano, a produção de cajá se estabiliza por volta do décimo ano; e a produção de mogno será aos 25 anos” (HOFFMAN, 2013).

Os custos de implementação deste sistema foram maiores com os insumos, por conta do sistema de irrigação e a instalação de espaldeiras para a cultura da uva, representando 51,7%. Estes custos, porém, reduzem drasticamente nos anos seguintes, apresentando uma diminuição de 90% em valores. Por outro lado, aumentam os custos com serviços, o que está ligado à demanda de colheita e manejo do sistema (HOFFMAN, 2013).

Para área de um hectare, este sistema apresentou um VPL de R\$ 267.473,00 até o 25º ano, e um valor de R\$ 30.000,00 nos primeiros 5 anos, representando uma alta capacidade de criar valor neste período. O *payback* acontece já no segundo ano após a implementação com a venda das culturas do tomate e mamão. Este sistema apresentou um alto custo de implementação, R\$ 40.744,54, o que indica a necessidade de um alto capital de giro, além do uso de implementos e máquinas agrícolas. A relação benefício custo nos períodos de 5, 10, 15 e 25 anos foram, respectivamente, 1,52; 2,60; 3,09 e 3,58 (HOFFMAN, 2013).

#### 6.4 Avaliação econômica de dez empreendimentos florestais

No estudo de Hoffman (2013), ainda foi realizada uma análise econômica comparativa entre dez Sistemas Agroflorestais (SAFs) e três monocultivos no Brasil, sendo oito SAFs relatados na literatura, compondo dados secundários, em diferentes épocas e regiões do Brasil, foram selecionados os mais rentáveis dentre aqueles que apresentaram dados necessários à realização do trabalho (Figura 12). Os dados dos outros dois SAFs foram obtidos e analisados de forma primária pelo autor. O enfoque foi dado para identificar desafios econômicos deste tipo de sistema para a agricultura familiar, com foco em microeconomia, análise de projetos, administração rural, engenharia florestal, com análise dos efeitos da sucessão de espécies sobre os indicadores. Todos os resultados apresentados são para uma área de um hectare.

As culturas agrícolas utilizadas em quantidade e espaçamento, considerando-se um hectare, segundo Hoffman (2013) foram:

- **SAF 1:** 1000 Pimenta do reino (3x3,5), 800 maracujás (3x3,5), 400 cupuaçus (5x5), 100 mognos (10x10).
- **SAF 2:** 303 Cupuaçu (6x6), 303 limões (6x6), 300 tecas (5,5x6).
- **SAF 3:** 238 cupuaçus (6x7), 60 pupunhas (13x13), 60 castanheiras (13x13).
- **SAF 4:** 73 espécies, 4.457 fruteiras em produção.
- **SAF 5:** Cereais, mandioca (1x1), 416 bananas (4x6), 416 cupuaçus (4x6), 338 pupunhas (5x6), 52 castanhas (13x14), 52 cupiúba (13x14), 360 ingás e gliricídia.
- **SAF 6:** castanha-do-brasil (12x12), cupuaçu (6x6), banana (6x6), pimenta do reino (6x2).
- **SAF 7:** 12 genipapo, 93 pupunhas, 18 abacates, 18 biribá, 312 bacabinhas, 10 jatobás, 32 açaís, 75 graviolas, 38 abius, 360 cupuaçus.
- **SAF 8:** 1111 Pimenta do reino, 25 ingás, 24 freijós, 23 castanhas, 24 cumarus, 24 quaruba, 24 mognos, 136 cupuaçus.



- **SAF 9:** (sítio Dagrofloresta): Tomate, mamão, abacaxi, maracujá, uva, gueroba, biribá, laranja, cajá e mogno.
- **SAF 10:** (Fazenda Olhos D'Água): Mandioca, maracujá, cacau, açai, pupunha, cupuaçu, abacate, lima, cajá, seringueira, mangostão, castanha-do-brasil, acácia manjo, eucalipto e jaca.



Figura 12: Localização dos SAFs analisados. Fonte: Hoffman (2013).

As tecnologias utilizadas nos SAFs são parecidas, com diferenças apenas quanto à intensidade do processo produtivo, nas densidades de plantio, combinações e espaçamentos, além de algumas técnicas de poda de fruteiras específicas. Foram utilizadas, em cada um dos sistemas, plantas adaptadas ao ecossistema local (HOFFMAN, 2013).

Os resultados obtidos mostraram que, os arranjos utilizados foram decisivos para atestar bons resultados econômicos, sendo que, foram aqueles em que houve a presença de todos os grupos sucessionais que obtiveram maior sucesso, especificamente as espécies secundárias, pois, onde não foram utilizadas espécies destes ciclos, observou-se uma queda brusca na produção para os mesmos períodos (até dez anos e até quinze anos). A presença de espécies produtivas nos cinco grupos sucessionais possibilitou um fluxo de caixa crescente estável para os SAFs 9 e 10. O uso da biodiversidade pode aumentar a rentabilidade, com manejo da sucessão, podendo baixar os custos e proporcionar condições favoráveis de competitividade. Além disto, o uso planejado de espécies para produção de madeira, como eucalipto, acácia manjo, jaca e mogno possibilitou incrementos financeiros significativos (HOFFMAN, 2013).

Ainda que a biodiversidade gere maior necessidade de mão de obra e certas dificuldades ao longo do tempo, devido às particularidades de cada espécie e sua

interferência no sistema como um todo, a composição do sistema por espécies de diferentes ciclos e estratos incrementam o potencial econômico do arranjo. A fim de reduzir o tempo, a intensa necessidade de mão de obra, e conseqüentemente os custos observados nos períodos iniciais do sistema, há necessidade do desenvolvimento tecnológico voltado para o manejo nos primeiros anos (IUNES, 2021).

Dentre os dez empreendimentos avaliados por Hoffman (2013), cinco apresentaram taxas internas de retorno (TIR) positivas no primeiro período de 5 anos, sendo que quatro apresentaram retorno do investimento no segundo ano. A relação benefício custo, no período de 0 a 5 anos, apresentou valores entre 1,76 e 3,03. A produção média dos sistemas, entre 2.427 e 20.921 kg/ha/ano indica o potencial produtivo, desde que acertados os tratos culturais relacionados ao local de implantação.

Apesar de haver viabilidade econômica, outras barreiras ainda existem para adoção de SAFs para proprietários rurais, entre elas: competências administrativas, capacidade de endividamento e técnicas mais apuradas. Reforçando a necessidade de assistência técnica, educação ambiental e apoio financeiro no setor (COUTINHO, 2017; HOFFMAN, 2013; LUZ, 2015).

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo, mostrou, através de uma revisão de literatura, qual é o panorama ambiental do Brasil e do mundo. As influências das atividades humanas mostram-se altamente degradantes e já refletidas em mudanças climáticas. Neste caminho, certamente o futuro não será nada agradável e nem propício para a própria vida humana no planeta, onde a economia se coloca à beira de um colapso. A visão de mundo, altamente materialista, leva em consideração quase que somente aspectos individuais de lucratividade e exploração, e a atividade agrícola praticada atualmente, se mostra como a principal causa do desmatamento (quase sempre ilegal).

A destruição das florestas, a baixos custos e, em sua grande maioria, ilegais, continua desmedida, para implementação de novas lavouras onde os custos ambientais não são levados em consideração no preço dos produtos, muito menos ações mitigadoras são tomadas por parte dos grandes produtores. Ao mesmo tempo áreas já degradadas e sem condições de recuperação vão sendo abandonadas gradativamente. Na contramão do modelo vigente e a favor da vida como um todo, Ernst Götsch desenvolveu, na prática, uma metodologia baseada não em regras, mas sim em princípios, onde o lema é “cooperação e amor incondicional”.

Os SAFs biodiversos se apresentam como uma alternativa possível para uma mudança na agricultura, trazendo:

- Maior variedade de plantas e alimentos, dando segurança ao produtor.
- Aumento da biomassa (sequestro de carbono).
- Maior resiliência contra erosões e queimadas.
- Melhoria nas condições do solo.
- Geração de produtos agrícolas orgânicos e de alta qualidade.
- Competitividade no mercado.

- Capacidade de adaptação a diferentes biomas.
- Empregos no meio rural.
- Proteção e recuperação de rios.
- Melhores condições de vida para a fauna.
- Menor dependência de insumos.
- Uma alternativa para produtividade aliada a restauração florestal.

Ficou claro que, as florestas plantadas biodiversas de Götsch, ou, *agricultura sintrópica*, não são meros instrumentos econômicos para maximizar a produção, apesar disso, foi demonstrado pelas bibliografias consultadas o seu potencial financeiro. Deve-se valorizar questões ambientais e de saúde pública como altas temperaturas, redução das chuvas, rios secando, florestas queimando, alimentos contaminados e a chegada de uma pandemia trazendo mortes, mudança de hábitos, separação de pessoas e surgimento (ou agravamento) de doenças mentais.

Ao mesmo tempo, esta prática agroflorestal pode servir como um amparo aos projetos de reflorestamento, trazendo retorno econômico (com culturas de ciclos curtos e colheita planejada de madeira) e o envolvimento de população local (implementação, manejo e colheita), porém, é preciso se atentar ao fator do conhecimento específico, com capacitação da mão-de-obra e uma boa gerência do projeto.

Sendo assim, alguns pontos a serem desenvolvidos podem ser citados, como:

- Falta de conhecimento específico e mão-de-obra qualificada.
- Falta de incentivos financeiros.
- Dificuldade de aplicação em grande escala.
- Pouco maquinário desenvolvido para a área.
- Distanciamento das Universidades.
- Carência de estudos, gerando desconfiança.

Por ser uma prática relativamente nova, existem poucas referências, enquanto muitos agroflorestores ainda estão em fases de testes com seus sistemas, sendo, em sua maioria adotada por pequenos agricultores. Por isso, é fundamental trazer este conhecimento para o meio acadêmico promovendo seu desenvolvimento. É uma prática que envolve diversas áreas do conhecimento da engenharia florestal, agronomia e ecologia.

## 8. REFERÊNCIAS

ANDRADE, D.V.P., PASINI F.S. **Implantação e Manejo de Agroecossistema Segundo os Métodos da Agricultura Sintrópica de Ernst Götsch**. Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – Vol 9, No. 4, Nov 2014.

ANDRADE, D. C., ROMEIRO, A. R. **Degradação Ambiental e Teoria Econômica: Algumas Reflexões sobre uma “Economia dos Ecossistemas”**. *Revista Economia*, Brasília(DF), v.12, n.1, p.3–26, jan/abr 2011.

ANGELO, C., WERNECK, F. IPCC x IPCC: como o consenso científico sobre o clima evoluiu em 30 anos. **LUPA**, 2021. Disponível em: <https://piaui.folha.uol.com.br/lupa/2021/08/11/ipcc-relatorio-consenso-cientifico/>. Acesso em: 17/07/2021.

BARBOSA, L. M. et al. **Recuperação florestal com espécies nativas no estado de São Paulo**: pesquisas apontam mudanças necessárias. *Florestar Estatístico*, v.6, n.1, p.28-34, 2003.

BRANCALION, P.H.S. et al. **Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas**. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.34, n.3, p.455-470, 2010

Brancalion, P. H. S., Amazonas, N. T., Chazdon, R. L., van Melis, J., Rodrigues, R. R., Silva, C. C., Sorrini, T. B., & Holl, K. D. (2020). **Exotic eucalypts: From demonized trees to allies of tropical forest restoration?** *Journal of Applied Ecology*, 57(1), 55–66. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13513>

COSTA, Ana Beatriz S. **Influência do contato com ambientes naturais na cognição e no bem-estar humanos** – Um estudo de caso no Cerrado brasileiro. 2014. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal). 55p – Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

COSTA, A.B.S. et al. **Cognitive and emotional responses to urban and nature exposures in the Brazilian Cerrado**. *Heringeriana* 14(1): 21-32. 2020.

COUTINHO, Luana de Castro. **Viabilidade financeira da inserção de um segundo ciclo de hortaliças em sistemas agroflorestais sucessionais**: um estudo de caso. 2018. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) —Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

Di Sacco A, Hardwick KA, Blakesley D, et al. **Ten golden rules for reforestation to optimize carbon sequestration, biodiversity recovery and livelihood benefits**. *Glob Change Biol*. 2021;27:1328–1348. <https://doi.org/10.1111/gcb.15498>

Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín-López, B., Watson, R. T., Molnár, Z., Hill, R., Chan, K. M. A., Baste, I. A., Brauman, K. A., Polasky, S., Church, A., Lonsdale, M., Larigauderie, A., Leadley, P. W., van Oudenhoven, A. P. E., van der Plaats, F., Schröter, M., Lavorel, S., ... Shirayama, Y. (2018). **Assessing nature's contributions to people.** *Science*, 359(6373), 270–272. <https://doi.org/10.1126/science.aap8826>

DUMMETT, C., BLUNDELL, A. **Illicit Harvest, Complicit Goods:** the state of illegal deforestation for agriculture. *Forest Trends*, mai 2021. Disponível em: [https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2021/05/Illicit-Harvest-Complicit-Goods\\_rev.pdf](https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2021/05/Illicit-Harvest-Complicit-Goods_rev.pdf)

Körner, C. (2017). **A matter of tree longevity. Tree longevity rather than growth rate controls the carbon capital of forests.** *Science*, 355(6321), 130–131. <https://doi.org/10.1126/science.aal2449>

Faro, A., Bahiano, M. A., Nakano, T. C., Reis, C., Silva, B. F. P., & Vitti, L. S. (2020). **COVID-19 e saúde mental: a emergência do cuidado.** *Estudos de Psicologia (Campinas)*, 37, e200074. <https://doi.org/10.1590/1982-0275202037e200074>

FELIX, Djailson Bezerra. **Sistemas agroflorestais como alternativa para conservação ambiental: uma revisão bibliográfica.** 2018. – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, João Pessoa, 2018.

Gibson, L., Lee, T. M., Koh, L. P., Brook, B. W., Gardner, T. A., Barlow, J., Peres, C. A., Bradshaw, C. J. A., Laurance, W. F., Lovejoy, T. E., & Sodhi, N. S. (2011). **Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity.** *Nature*, 478(7369), 378–381. <https://doi.org/10.1038/nature10425>

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia – Processos Ecológicos em Agricultura Sustentável** – 2ª e. – Porto Alegre Ed. Universidade/UFRGS, 2001.

Global Witness. **A Que preço?** Disponível em: [https://www.globalwitness.org/.../Defenders\\_report\\_portuguese-7\\_WVVwc95.pdf](https://www.globalwitness.org/.../Defenders_report_portuguese-7_WVVwc95.pdf). Acesso em 10/08/2021.

GÖTSCH, E. **Break-through in agriculture.** Rio de Janeiro: AS-PTA, 1995.

GÖTSCH, E. **Homem e natureza: cultura na agricultura**. Recife: CENTRO DE DESENVOLVIMENTO AGROECOLÓGICO SABIÁ, 1995.

GREGIO, Josué V. **Agricultura Sintrópica: Produzindo alimentos na floresta, das raízes do aipim ao dossel das castanheiras**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual Do Oeste Do Paraná, Campus Francisco Beltrão. Francisco Beltrão, 2018.

GREGIO, Josué V. **Da degradação à floresta: a agricultura sintrópica de Ernst Götsch e sua aplicação nas fazendas Olhos D'Água e Santa Teresinha, Piraí do Norte/BA**. 2020. *Ambientes* Volume 2, Número 2, 2020, pp. 106-143.. <https://doi.org/10.48075/amb.v2i2.26585>

HOFFMANN, M. R. **Sistema agroflorestal sucessional-implantação mecanizada. Um estudo de caso**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2005. 57p. Monografia de graduação.

IBAMA. Centro de Sensoriamento Remoto - CSR/Ibama, 2010. Disponível em: [http://siscom.ibama.gov.br/monitora\\_biomass/PMDBBS%20-%20CERRADO.html](http://siscom.ibama.gov.br/monitora_biomass/PMDBBS%20-%20CERRADO.html). Acesso em 08/09/2021.

INPE. A taxa consolidada de desmatamento por corte raso para os nove estados da Amazônia Legal em 2020 foi de 10.851 km<sup>2</sup>. INPE, 2021. Disponível em: [http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=5811](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5811). Acesso em: 20/09/2021.

IPAM. **É possível conciliar o agronegócio e a Amazônia de pé?**. IPAM, 2021. Disponível em: <https://ipam.org.br/e-possivel-conciliar-o-agronegocio-e-a-amazonia-de-pe/>. Acesso em: 15/09/2021.

IPCC, 2021: **Summary for Policymakers**. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

IUNES, C.S. **Sistemas agroflorestais sucessionais: avaliação financeira de um arranjo biodiverso voltado para a agricultura familiar.** 2021. 64p. – Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2021.

Lewis, S. L., Wheeler, C. E., Mitchard, E. T. A., & Koch, A. (2019). **Regenerate natural forests to store carbon.** *Nature*, 568, 25–28.

LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; ALONSO, J. M. **Restauração florestal em diferentes espaçamentos.** In: LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N. (ed.). *Restauração Florestal e a Bacia do Rio Guandu*. Seropédica: Editora Rural, 2015. p. 107-140.

LIMIEUX, G Apud OSTERROHT, M. “**Madeira como fonte de fertilidade duradoura e sustentável**”, In: **O papel da lignina no manejo dos solos.** *Agroecologia hoje*. Nº 15, São Paulo, 2002.

LUZ, Igor de Souza Bessa. **Sistemas Agroflorestais sucessionais: viabilidade financeira para a agricultura familiar.** 2015. iv, 55 f., il. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) —Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

Maxwell, S. L., Evans, T., Watson, J. E. M., Morel, A., Grantham, H., Duncan, A., Harris, N., Potapov, P., Runting, R. K., Venter, O., Wang, S., & Malhi, Y. (2019). **Degradation and forgone removals increase the carbon impact of intact forest loss by 626%.** *Science Advances*, 5(10), eaax2546. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aax2546>

MILLER, R. P. **Construindo a complexidade: o encontro de paradigmas agroflorestais.** In: PORRO, R. (Ed.). *Alternativa agroflorestal na Amazônia em transformação*. Brasília-DF: Embrapa Informação e Tecnologia, 2009. p. 537 – 557.

MOURA, Maurício R. H. et al. **Agrofloresta pra todo lado.** 2010. 44p.; il. Brasília: Emater-DF, 2010.

PENEIREIRO, F. M. **Sistemas agroflorestais dirigidos pela sucessão natural: um estudo de caso.** Piracicaba, 1999. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

REBELO, José Fernando S., SAKAMOTO, D. G. **Agricultura sintrópica segundo Ernst Götsch.** 1ª ed. Editora Reviver. 2021.

RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Orgs.) **Pacto para a restauração ecológica da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal.** São Paulo: Instituto BioAtlântica, 2009a.

SALDANHA, Vinicius N. **Aporte de serapilheira em sistemas agroflorestais com palma de óleo na Amazônia oriental.** 2018. 85f – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2018.

SANTOS, F. A. M. **Formação de povoamento para restauração florestal sob estratégias de controle de *Urochloa spp.*** 2016. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SILVA, P.P.V. **Sistemas agroflorestais para recuperação de matas ciliares em Piracicaba, SP.** Piracicaba, 2002. 98p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

VASCONCELLOS, R.C., BELTRÃO, N.E.S. **Avaliação de prestação de serviços ecossistêmicos em sistemas agroflorestais através de indicadores ambientais.** *INTERAÇÕES*, Campo Grande, MS, v. 19, n. 1, p. 209-220, jan./mar. 2018. <http://dx.doi.org/10.20435/inter.v19i1.1494>