
Agroecologia e sua importância no contexto da sustentabilidade

Rebeca Alves Vieira Ribeiro, Glaicy Mauro Roriz Mansur, Walter Luiz Oliveira Có, Marjorie Mezabarba Gonçalves, João Sávio Monção Figueiredo, Willian Moreira da Costa, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-22-0.c3>

Resumo

Ao longo do tempo, os métodos convencionais de produção agrícola têm desencadeado um significativo colapso ambiental, sendo reconhecidos como um dos sistemas mais prejudiciais ao meio ambiente. O cerne do agronegócio é marcado pela prática da monocultura, caracterizada pelo cultivo exclusivo de uma única espécie. Este tipo de abordagem revela-se ineficaz em longo prazo, contribuindo para o desmatamento em prol da expansão das plantações, empobrecendo o solo devido à intensa demanda por nutrientes, gerando surtos de pragas, promovendo o uso excessivo de insumos químicos e resultando na drástica redução da biodiversidade. Diante da ineficiência desse modelo convencional, a produção agroecológica, fundamentada em técnicas sustentáveis, emerge como uma das alternativas mais promissoras para a agricultura. Essa abordagem busca estabelecer uma relação harmoniosa entre a atividade agrícola, o desenvolvimento econômico, político e social, evitando, assim, a degradação do meio ambiente. O objetivo principal deste estudo, por meio de uma revisão bibliográfica, foi investigar a relevância da agroecologia no contexto da sustentabilidade para o cenário atual brasileiro. Esta análise fundamentou-se em dados obtidos a partir de artigos científicos e *e-books* disponíveis no *Google*, *Google Acadêmico* e *Scielo*, utilizando termos de busca como "Agroecologia", "Sustentabilidade" e "Sistema Agroflorestal".

Palavras-chave: Agroecologia. Sustentabilidade. Sistema Agroflorestal.

1. Introdução

Atualmente, é amplamente reconhecido que uma parcela significativa da economia global está centrada na extração de matérias-primas diretamente do meio ambiente, sem retornos adequados. Tanto o agronegócio quanto a indústria adotam práticas inconsequentes e inadequadas, resultando em impactos negativos tanto para o meio ambiente quanto para a saúde humana.

Os danos gerados incluem desmatamento, uso inadequado de agrotóxicos, disposição irregular de resíduos sólidos, descarte inadequado de substâncias químicas prejudiciais à natureza e exploração desenfreada dos recursos naturais, frequentemente afetando ecossistemas próximos, além de serviços industriais e agroindustriais sem limites definidos (FELIX, 2018).

O uso excessivo de agrotóxicos na agricultura convencional moderna resulta em inúmeros problemas de saúde devido ao contato direto e indireto das pessoas com esses produtos. Desde alergias até cânceres fatais, os agrotóxicos causam milhares de vítimas a cada ano, incluindo produtores e consumidores (CARNEIRO et al., 2015). Além dos insumos químicos, a destruição de terras para a execução do sistema atual contribui para o desequilíbrio ambiental e hídrico, propagando enfermidades e desencadeando epidemias e pandemias (ALTIERI; NICHOLLS, 2020).

Os padrões modernos de obtenção de alimentos apresentam riscos significativos à saúde humana, destacando-se como um dos fatores cruciais para a mortalidade, devido à ênfase na alta mecanização e ao uso de agentes químicos associados a mudanças nos hábitos alimentares das populações (POUBEL, 2006). Esse cenário reforça a crescente necessidade de compreender e adotar práticas da agroecologia.

Visando reverter esses processos de degradação ambiental, o conceito de agroecologia tem sido estudado e executado, incorporando diversos elementos multidisciplinares, tais como economia, ecologia, desenvolvimento social, cultural, político e ético (LEEF, 2002). A agroecologia é um sistema que busca reproduzir, por meio da tecnologia, conhecimentos científicos, tradicionais e culturais, os processos naturais, visando substituir os modelos convencionais de produção (GLIESSMAN, 2000) (Figura 1).



Figura 1. Área degradada sendo recuperada com a introdução de um SAF.
Fonte: Dário Rodriguez, 2024.

Os modelos agroecológicos de produção introduziram diversos sistemas produtivos, sendo o Sistema Agroflorestal (SAF) um exemplo notável. Esse sistema busca integrar o cultivo agrícola, pecuário e florestal, promovendo não apenas a produção de alimentos, mas também ações ambientais, como o reflorestamento de áreas degradadas com espécies nativas, combinado com cultivos ou criação de animais desejados. Essa abordagem resulta em melhorias na produtividade do solo, na revitalização de animais nativos e no ciclo da água (PENEIRO, 2003; STEENBOCK et al., 2013; ALMEIDA et al., 2023).

O SAF não apenas garante segurança alimentar e diversidade produtiva, mas também contribui para a sustentabilidade ambiental, fertilização natural e redução de custos, sendo uma opção viável para o desenvolvimento agrícola, especialmente em áreas de agricultura familiar (ARMANDO, 2002; ALMEIDA et al., 2023). Além disso, a agroecologia busca criar sistemas cada vez mais sustentáveis, promovendo informação e reeducação para conscientizar as pessoas e os produtores sobre questões ambientais e a importância da conciliação entre produção e preservação (ALMEIDA et al., 2023).

Em resumo, este trabalho, por meio de uma revisão bibliográfica, destaca a importância da agroecologia no cenário brasileiro atual, enfatizando suas potencialidades como modelo agrário produtivo, sustentável, saudável e lucrativo. Ao mesmo tempo, ressalta os danos causados pela agricultura

convencional ao meio ambiente e à saúde humana, baseada em cultivos associados a agrotóxicos prejudiciais, desmatamento e o surgimento de doenças graves e pragas.

A metodologia aplicada envolveu a busca em bancos de dados como *Scielo*, *Google* e *Google Acadêmico*, utilizando palavras-chave em português, como "Agroecologia", "Sustentabilidade", "Sistema Agroflorestal", "Agricultura Sintrópica", "Agrotóxicos", "Sistema de monocultura" e "Agricultura convencional". A análise dos materiais coletados abrangeu temas específicos, desde a história da agroecologia até a compreensão dos sistemas agroecossistêmicos como estratégias de produção e sustentabilidade.

2. Contextos históricos das práticas agroecológicas e monoculturais

A prática da agricultura e da agroecologia não são recentes na história da humanidade. No período Neolítico, entre 9000 e 6000 a.C, surgiram as primeiras comunidades humanas sedentárias que perceberam a necessidade de cooperação. Elas incorporaram a criação de animais e cultivos em suas rotinas para subsistência, além da divisão de trabalho entre homens e mulheres (SOUZA, 2018).

À medida que as sociedades cresceram social, política, econômica e culturalmente, algumas civilizações desenvolveram sistemas de escrita e formas organizacionais baseadas em leis e na diversificação de atividades. O crescimento das civilizações foi impulsionado, em grande parte, pelo investimento nas práticas agrícolas, sustentando uma camada da população dedicada a atividades militares, administrativas e religiosas (GONÇALVES, 2021).

A sobrevivência da espécie humana ao longo do tempo foi garantida pela agricultura. Mesmo sem um profundo conhecimento científico em áreas como Genética, Botânica e Fisiologia Vegetal, gerações passadas adquiriram conhecimento prático, transmitindo-o para garantir a produção de alimentos para suas comunidades.

Durante grande parte da história, os seres humanos concentraram seus esforços em cultivar apenas cerca de três mil espécies de plantas, selecionando

as melhores para consumo. No entanto, ao longo do tempo, esse número foi diminuindo progressivamente, resultando em uma baixa biodiversidade. Muitas das plantas cultivadas atualmente foram exploradas por povos antigos, mantendo certa consistência ao longo dos tempos modernos (PATERNIANI, 2001).

Com o aumento populacional, surgiu uma pressão significativa sobre o trabalho e o uso do solo, levando à execução da monocultura durante a Revolução Verde ou revolução industrial na agricultura. Esse modelo, caracterizado pela mecanização, uso intensivo de produtos químicos e sementes selecionadas, representa a industrialização da agricultura.

A monocultura teve origem durante a colonização, quando potências europeias introduziram plantações de exportação em países colonizados, promovendo o latifúndio e o uso de trabalho escravo. No Brasil, isso foi evidente no cultivo de cana-de-açúcar, café e cacau no início do século XVI, resultando em problemas ambientais como erosão, esgotamento de solos e doenças nas plantações (SILVA, 2011; SOUZA, 2018).

Observando a necessidade de melhorar práticas agrícolas, surgiram correntes de agricultura alternativa nos anos da década de 1920, visando uma abordagem integrada ao ecossistema (ASSIS, 2002). O termo "agroecologia" foi cunhado em 1930 para descrever uma abordagem ecológica aplicada à agricultura (MOREIRA; CARMO, 2004).

Em resposta aos prejuízos causados pelo plantio convencional, que incluem erosão, compactação e empobrecimento do solo, a agroecologia surgiu como uma alternativa. Esta busca uma abordagem mais sustentável, integrando práticas agrícolas ao ecossistema para reduzir os impactos negativos da agricultura convencional (PATERNIANI, 2001; TEIXEIRA et al., 2023).

Nos anos seguintes, nos anos da década de 1970, a agroecologia começou a se desenvolver como uma ciência que contestava o uso de insumos agrícolas industrializados, questionava o pensamento tradicional e buscava evitar a degradação da base social na produção de alimentos. Esses movimentos visavam a quebra da monocultura de forma definitiva, propondo uma reestruturação dos sistemas de produção que destacasse as diversas interações

ecológicas na agricultura, com o objetivo de reduzir a dependência de produtos externos ao agroecossistema (ASSIS, 2002; TEIXEIRA et al., 2023).

No Brasil, o conhecimento relacionado à agroecologia nasceu principalmente nos anos da década de 1970, influenciado por movimentos alinhados à contracultura e ecologia, no contexto de estudos universitários e tecnologia agrícola (GARCÍA, 2021).

A política nacional de agroecologia e produção orgânica no Brasil começaram a ganhar forma nos anos da década de 1980, após o período militar e o aumento da democracia, quando ocorreram mudanças e questionamentos em relação à modernização da agricultura no país (FREITAS; FREITAS; DIAS, 2012).

Ao final do século XX, destacou-se a agricultura desenvolvida por Ernst Götsch, um suíço, conhecida como agricultura sintrópica (PASINI, 2017). Götsch adquiriu uma propriedade degradada em Piraí do Norte, sul da Bahia, nos anos da década de 1980, e aplicou seus conhecimentos para desenvolver a Agricultura Sintrópica.

Ele conseguiu reverter a degradação da área, restaurando o solo, a biota e a qualidade da água. A propriedade, chamada Olhos D'Água, tornou-se um exemplo de sucesso da técnica, com o retorno da água em 17 nascentes, resultado de práticas como podas moderadas, plantio de espécies variadas, desassoreamento de cursos de água e uso de matéria orgânica para fertilização do solo (GREGIO, 2020).

Assim, a agricultura sintrópica de Götsch ofereceu uma abordagem inovadora e sustentável, mostrando que é possível recuperar áreas degradadas e promover benefícios significativos ao meio ambiente ao longo do tempo.

2.1. Impactos dos agrotóxicos na saúde

O Brasil ocupa uma posição destacada no cenário internacional como um importante provedor de alimentos, evidenciando-se pelo seu setor agrícola em constante destaque (BRAGA; ASSUNÇÃO, 2010). No entanto, essa relevância vem acompanhada de um aumento significativo no uso de práticas agrícolas

intensivas, especialmente o modelo de monocultura, que se torna cada vez mais agressivo globalmente devido ao crescente emprego de complexos químicos nas lavouras (BASSO; SIQUEIRA; SANTOS RICHARDS, 2021).

Entre todos os países do mundo, o Brasil se destaca como o maior consumidor de agrotóxicos, acarretando uma série de desafios ambientais e de saúde pública (OLIVEIRA SILVA; COSTA, 2018). Estima-se que os brasileiros consomem, anualmente, aproximadamente 5,2 litros de agrotóxicos, com variações relacionadas à composição da base alimentar (ABRASCO, 2012).

O Quadro 1 apresenta a porcentagem de insumos químicos presentes nos alimentos que compõem a dieta do cidadão brasileiro, conforme indicado por estudos conduzidos pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

Quadro 1. Porcentagem de insumos químicos nos alimentos que compõem a mesa do cidadão brasileiro de acordo com estudos realizados pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)

Classificação	Alimento	Presença de agrotóxicos
1º	Pimentão	98%
2º	Cenoura	91%
3º	Tomate	88%
4º	Uva	74%
5º	Alface	63%
6º	Laranja	59%
7º	Abacaxi	54%
8º	Goiaba	53%
9º	Manga	39%
10º	Beterraba	34%
11ª	Arroz	33%
12º	Chuchu	14%
13º	Alho	11%
14º	Batata-doce	9%

Fonte: Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos (para)/Anvisa (2017; 2018).

Os agrotóxicos, compostos químicos utilizados para aumentar a produção de culturas convencionais, apresentam sérios riscos à saúde humana quando em contato, podendo causar desde irritações leves até cânceres fatais (NISHIYAMA, 2003). Anualmente, esses produtos contribuem para milhões de casos de doenças e são diretamente ou indiretamente responsáveis por aproximadamente 20 mil mortes (KLEIN et al., 2018).

Os insumos agrícolas, quando em contato direto ou indireto, podem desencadear reações na saúde, sendo classificadas como agudas, caracterizadas por reações instantâneas ou ocorrendo em algumas horas após exposição ao químico, como náuseas, vômitos, fraqueza, convulsões, cefaleia, dores musculares e desmaios; e crônicas, que se desenvolvem ao longo do tempo com exposição prolongada aos agrotóxicos, manifestando sintomas meses ou anos após, e incluindo diagnósticos de doenças mais graves e danos irreversíveis, como distúrbios hormonais, alterações cromossômicas, neoplasias, lesões renais e hepáticas, paralisias e efeitos neurotóxicos (OPAS/OMS, 1996).

Os efeitos crônicos são particularmente impactantes na sociedade devido à sua letalidade, causando diversos tipos de tumores malignos, alterações endócrinas, máis-formações congênitas e distúrbios neurológicos e mentais, variando de acordo com o tipo de químico utilizado (CARNEIRO et al., 2015). Os agrotóxicos pertencem a diferentes grupos químicos, sendo os mais comuns os inseticidas, fungicidas e herbicidas (OPAS/OMS, 1996).

Os inseticidas visam combater a infestação de insetos e larvas, os herbicidas têm a função de controlar ervas daninhas, e os fungicidas atuam contra os fungos. O Quadro 2 destaca os principais agrotóxicos e suas consequências para a exposição humana.

Além dos inseticidas, fungicidas e herbicidas, existem outros insumos químicos utilizados no combate a pragas agrícolas, como os raticidas, empregados para exterminar roedores; os acaricidas, destinados ao controle de ácaros; os nematicidas, eficazes contra nematoides; os moluscicidas, utilizados para combater moluscos, especialmente o caramujo da esquistossomose; e os fumigantes, que têm a função de combater insetos e bactérias. Assim como os agrotóxicos mencionados anteriormente, esses produtos também apresentam

potenciais para causar danos à saúde em exposições curtas e em longo prazo (OPAS/OMS, 1996; IBAMA, 2013).

Quadro 2. Sequelas agudas e crônicas dos inseticidas, herbicidas e fungicidas

Praga que controla	Grupo químico	Sintomas de intoxicação aguda	Sintomas de intoxicação crônica
INSETICIDA	Organofosforados e Carbamatos	Fraqueza, cólicas abdominais, vômitos, espasmos musculares e convulsões	Efeitos neurotóxicos retardados, alterações cromossomiais e dermatites de contato
	Organoclorados	Náuseas, vômitos, contrações musculares involuntárias	Lesões hepáticas, arritmias cardíacas, lesões renais e neuropatias periféricas
	Piretróides sintéticos	Irritações das conjuntivas, espirros, excitação, convulsões	Alergias, asma brônquica, irritações nas mucosas, hipersensibilidade
HERBICIDAS	Dinitroferóis e pentaclorofeno	Dificuldade respiratória, hipertermia, convulsões	Cânceres (PCP-formação de dioxinas), cloroacnes
	Fenoxiacéticos	Perda de apetite, enjoo, vômitos, fasciculação muscular	Indução da produção de enzimas hepáticas, cânceres, teratogêneses
	Dipiridilos	Sangramento nasal, fraqueza, desmaios, conjuntivites	Lesões hepáticas, dermatites de contato, fibrose pulmonar
FUNGICIDAS	Ditiocarbamatos	Tonteiras, vômitos, tremores musculares, dor de cabeça	Alergias respiratórias, dermatites, doença de Parkinson, cânceres
	Fentalamidas	-	Teratogêneses

Fonte: OPAS/OMS, 1996.

Um dos maiores desafios enfrentados por aqueles que optam pela prática da agroecologia é a ausência de agrotóxicos. A dependência do trabalho diário

para o manejo de canteiros torna-se maior e mais demorada, sendo um dos principais motivos que levam algumas pessoas a desistirem dessa abordagem. Por outro lado, para aqueles que persistem na adoção da agroecologia, o principal fundamento é a busca pela saúde e segurança alimentar (FEUERHARMEL, 2018).

2.2. Impactos ambientais e suas consequências pelo atual sistema agrário

O sistema monocultor representa um modelo agrícola que provoca danos graves e irreversíveis ao meio ambiente. Caracterizado pela produção exclusiva de um único produto, a monocultura resulta em uma falta de biodiversidade e diversidade genética. Essa deficiência ecológica do modelo convencional atual torna a produção altamente vulnerável a infestações de pragas, invasões de espécies exóticas nocivas, epidemias de doenças e mudanças climáticas (ALTIERI; NICHOLLS, 2020).

As extensas áreas necessárias para atender às demandas do agronegócio têm um impacto direto no desmatamento de áreas florestais e na extinção de *habitats* da fauna. Com a redução das áreas florestais, aumentam os riscos de contato entre seres humanos e animais selvagens, assim como seus patógenos (RIBEIRO, 2020). A pandemia de SARS-COV-2 é resultado de uma ruptura no ciclo ecológico causada pela Agricultura Industrial Convencional, que degradou os habitats das espécies vetoras do vírus, facilitando o contato com a população humana, direta ou indiretamente (SILVA; BARBOSA, 2020).

O atual sistema agrário é insustentável em longo prazo: o solo se tornará infértil, haverá déficit devido à exploração excessiva da água, e não haverá reposição de nutrientes, uma vez que a falta de biodiversidade impede a produção de biomassa para a ciclagem de nutrientes do solo (GLIESSMAN, 2000). Há de se considerar que 75% de toda a terra agrícola são dedicadas à agropecuária, com foco na criação em grande escala e confinamento de animais, contribuindo para a disseminação de vírus mortais (RIBEIRO, 2020).

A perda de *habitats* naturais, juntamente com a expansão da agropecuária, expõe os animais em cativeiro a vírus. Em ambientes de confinamento e exposição respiratória, o índice de contágio viral cresce exponencialmente,

impulsionando mutações do vírus (ALTIERI; NICHOLLS, 2020). Além disso, o uso excessivo de antibióticos e indutores de crescimento cria condições favoráveis para o desenvolvimento de patógenos e o surgimento de resistência a medicamentos (SILVA; BARBOSA, 2020).

Essas condições, aliadas ao desmatamento para expansão do agronegócio, não apenas contribuíram para o surgimento da COVID-19, mas também para outras doenças zoonóticas, como a Gripe Suína e a Gripe Aviária. Essas doenças, inicialmente presentes nas populações rurais com manejo direto dos animais, se espalham para as cidades, onde o vírus é disseminado rapidamente, resultando em grandes epidemias e pandemias (RIBEIRO, 2020).

O desmatamento, especialmente na Amazônia, é uma preocupação constante no Brasil. Os solos da região têm sido amplamente utilizados pelo setor agropecuário para a produção intensiva de alimentos e o confinamento de gado, resultando na destruição de extensas áreas de floresta nativa e gerando impactos em todo o país (KOHLENER, 2021).

Devido à vasta vegetação na Amazônia, os processos de evapotranspiração são significativamente elevados, formando os chamados "rios voadores". Esses rios voadores desempenham um papel crucial no equilíbrio hídrico do Brasil, transportando nuvens carregadas de umidade por todos os estados, contribuindo para o reabastecimento de água no país (NOBRE, 2014).

Além disso, a Amazônia atua como uma "bomba biótica", catalisando umidade do oceano para o continente, aumentando as chuvas no país. No entanto, a perda de vegetação na Amazônia leva a uma redução na taxa de evapotranspiração e na eficácia da bomba biótica, resultando em um déficit hídrico considerável. Isso pode causar inúmeros transtornos, como modificações ou desertificação de biomas, distúrbios climáticos, crises econômicas e sociais (NOBRE, 2014).

Relacionado à agropecuária, grande parte dos alimentos produzidos por monocultivos destina-se à alimentação de bovinos, suínos e aves. Esses animais emitem uma quantidade significativa de gás metano na atmosfera, um dos principais gases do efeito estufa, capaz de influenciar a temperatura ambiente e contribuir para mudanças climáticas, afetando os ciclos hidrológicos e a

migração de animais (GRAIN, 2017).

Os impactos ambientais também estão relacionados à falta de execução efetiva de políticas públicas voltadas para questões ambientais e ao controle deficiente do desmatamento, sendo evidenciada uma defasagem desde 2019 (SCHWERTNER, 2021). São temas de grande relevância e merecem discussão. Essa defasagem e lacuna na modelagem de programas e de medidas ambientais têm implicações significativas para o meio ambiente e para a sociedade como um todo.

3. Agroecologia como opção de produção sustentável

A agroecologia representa uma abordagem científica dedicada à criação de agroecossistemas sustentáveis, priorizando a preservação da biodiversidade local e a utilização dos processos naturais para a produção de alimentos. Seu foco reside na compreensão dos princípios e métodos ecológicos, visando estabelecer sistemas produtivos eficientes, livres de insumos químicos, e promovendo a conservação da biodiversidade, a preservação de áreas nativas e a criação de recursos naturais renováveis, com ênfase na autossustentabilidade (GLIESSMAN, 2000).

Os agroecossistemas de natureza ecológica são espaços heterogêneos que possibilitam a integração de diversas atividades e práticas. Além de seu papel na produção de alimentos, esses sistemas contribuem para o desenvolvimento pessoal e social, a conservação e preservação do meio ambiente, a promoção de consórcios entre culturas agrícolas e florestais, a oferta de culturas gastronômicas, medicinais e estéticas, a criação de cenários cênicos para atividades artísticas e turísticas, a geração de educação ambiental, a restauração de recursos naturais e a promoção de resiliência. Ademais, esses agroecossistemas representam fontes de renda e possibilitam a formulação de políticas públicas para a adoção do modelo ecológico, caracterizando a agroecologia como um sistema multidisciplinar que abrange diversas áreas de atuação (CARNEIRO et al., 2015; TEIXEIRA et al., 2023).

A agroecologia tem como objetivo primordial substituir a agricultura convencional, conhecida por desmatar o meio ambiente, esgotar os recursos

naturais e utilizar agrotóxicos para aperfeiçoar a produção e combater pragas e doenças. Em contraste, a agricultura ecológica, fundamentada nos pilares da preservação e propagação da biodiversidade, busca estabelecer agroecossistemas resilientes que dispensam o uso de insumos químicos, promovendo a produção e fortalecimento de recursos e nutrientes essenciais por meio de processos físico-químicos naturais (ALTIERI, 1998; CARNEIRO et al., 2015; TEIXEIRA et al., 2023).

Existem diversas variações de agroecossistemas que adotam os princípios agroecológicos, abrangendo características como a ausência de incineração da biodiversidade, sistemas silvipastoris, sistemas agroflorestais, controle de pragas e doenças por meio de recursos naturais, entre outros (CARNEIRO et al., 2015).

Enquanto o agronegócio segue um caminho voltado para o lucro e a produtividade, a agroecologia se destaca por sua orientação sustentável, respeitando diferentes métodos de cultivo e estando frequentemente associada à agricultura familiar. No contexto agroecológico, questões econômicas são consideradas, incluindo a viabilidade financeira, uma vez que se trata de uma atividade de menor impacto ambiental, pautada no respeito à biodiversidade e às culturas regionais. É fundamental compreender os custos de produção, bem como os investimentos dos produtores, para avaliar a viabilidade desse modelo ecológico (FEUERHARMEL, 2018).

Em 2018, Lilian Feuerharmel conduziu uma pesquisa junto a produtores familiares agroecológicos ligados ao CAPA/Ecovale - Santa Cruz do Sul. A pesquisa visava obter informações sobre custos de produção, renda e as percepções individuais dessas famílias em relação à agricultura agroecológica. As Figuras 2 a 5 apresentam dados relacionados a essa pesquisa, destacando a agroecologia como uma opção de renda viável para a agricultura familiar, com os participantes identificados como p1, p2, p3, p4, p5 e p6 sendo agricultores que adotam o sistema agroecológico.

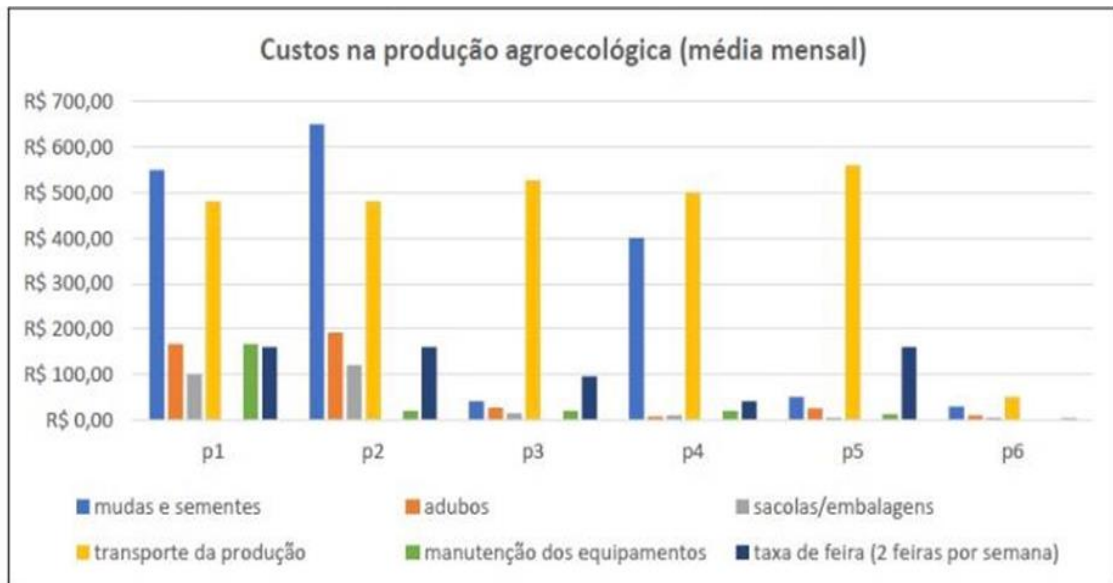


Figura 2. Custos de produção dos produtos agroecológicos (média mensal).
 Fonte: Feuerharmel, 2018.

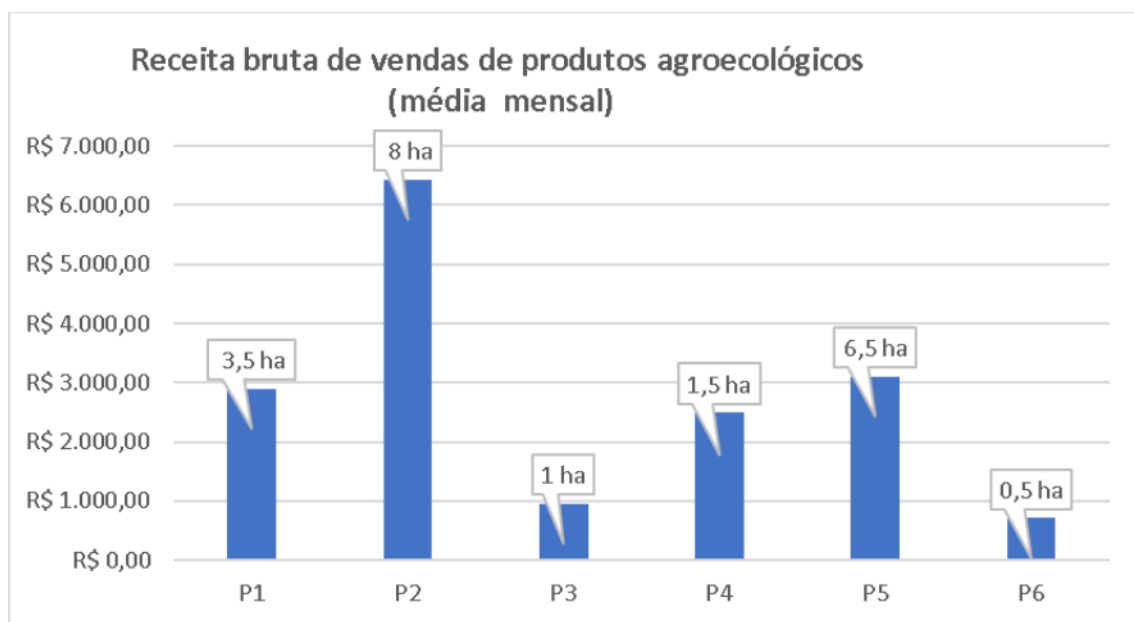


Figura 3. Receita de vendas mensal de produtos agroecológicos. Fonte: Feuerharmel, 2018.

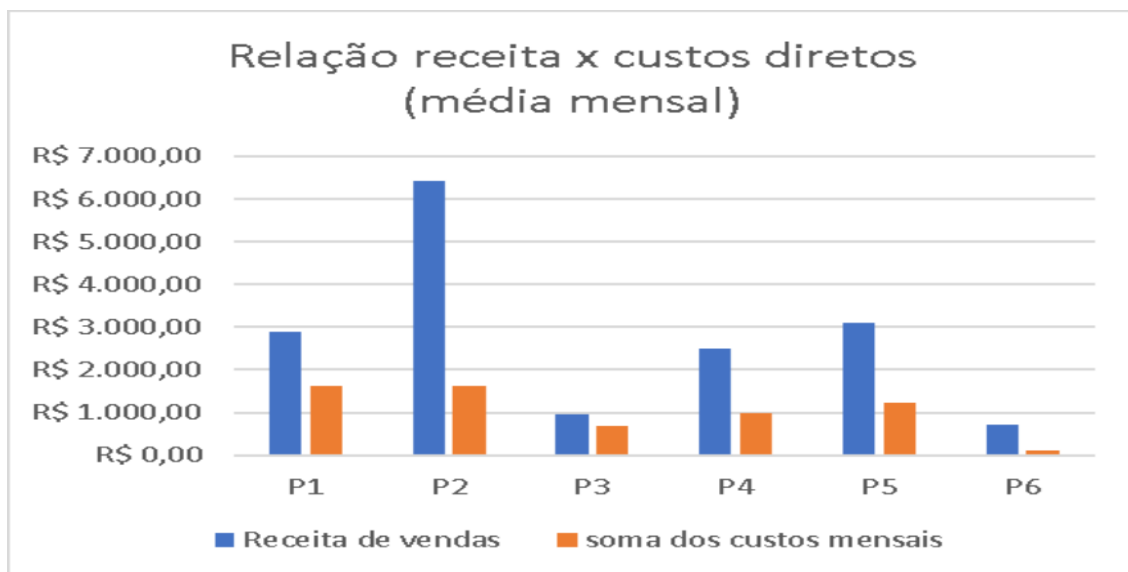


Figura 4. Relação entre Receita e Custos para a produção agroecológica (média mensal). Fonte: Feuerharmel, 2018.

Os custos analisados nas Figuras 2 a 5 foram exclusivos do desembolso empreendido. De maneira sucinta a produção do sistema agroecológico dissipa poucos custos (Figura 2), e possui receitas em vendas que se comparada aos gastos produz uma resposta positiva do comércio, pois as despesas são pequenas diante do que se vende (Figura 3 e 4), mesmo havendo variadas formas de comercialização: quem vende mais, lucra mais.

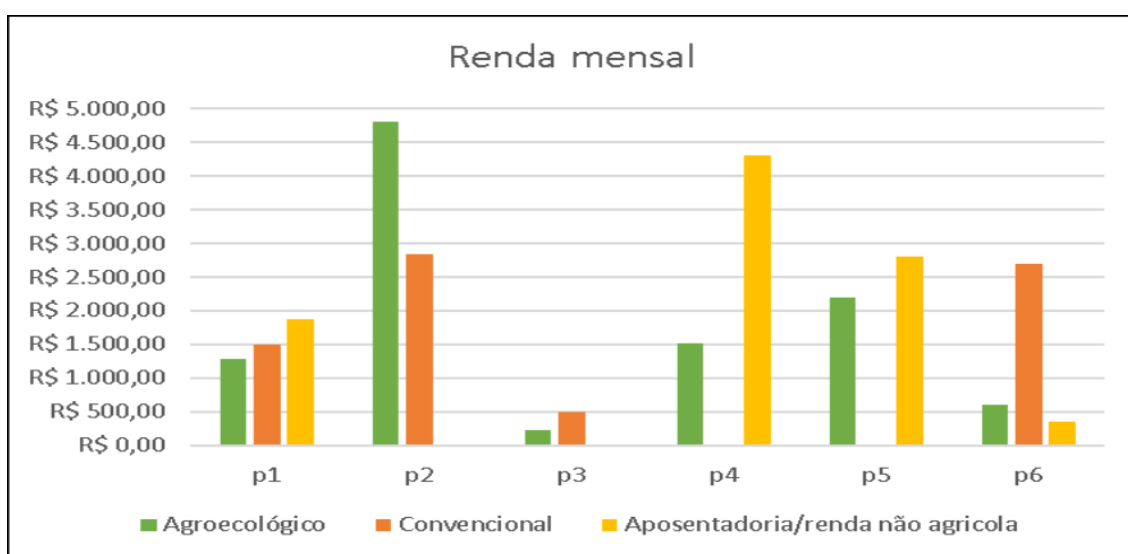


Figura 5. Renda mensal das famílias entrevistadas que praticam a agricultura familiar como opção de renda. Fonte: Feuerharmel, 2018.

Já a diferença das rendas das famílias com cultivos agroecológicos (Figura 5) leva em consideração a diversidade dos mesmos e das localidades dos entrevistados, como o tamanho de área a serem cultivados e tempo produzindo. No caso de p2, produz em maior área, por isso os resultados mais elevados. Com os dados obtidos nas Figuras 2, 3, 4 e 5, em modo geral, a produção agroecológica é financeiramente viável e é competente para o sustento das famílias. (FEUERHARMEL, 2018).

Outro aspecto que levanta consideráveis questionamentos no contexto da agroecologia é a sua eficácia em atender às demandas alimentares da população global. Em contraste com os sistemas convencionais, que enfrentam uma vida útil finita e flutuações na produção devido à vulnerabilidade a fatores externos, os sistemas agroecológicos demonstram notável resiliência devido à disponibilidade de recursos naturais circundantes, como matéria orgânica e acesso à água. Essas características proporcionam estabilidade ao processo de cultivo, permitindo a manutenção da produtividade mesmo durante períodos mais secos e escassos do ano, resultando na produção de alimentos com elevado valor nutricional em quantidades suficientes para atender amplamente às necessidades populacionais (REGANOLD; WACHTER, 2016).

Apesar da crescente disseminação do conceito de agroecologia no território nacional, alguns autores questionam a autenticidade da produção livre de insumos. Lopes (2017) destaca a inviabilidade de alcançar a produção de alimentos sem o uso de insumos químicos, argumentando que existem adversidades, especialmente relacionadas a doenças biológicas, que não podem ser superadas sem a aplicação desses insumos. O autor também utiliza uma citação do médico Paracelsus, afirmando que a diferença entre veneno e remédio está na dose, sugerindo que, quando utilizados de maneira responsável e na medida apropriada, os agrotóxicos apresentam benefícios incontestáveis em qualquer paradigma de produção.

Por outro lado, Petersen, Weid e Fernandez (2019) relatam que a utilização de agrotóxicos não é a ação mais indicada, pois contribui para a adaptação de agentes que atingem a safra, eliminando problemas em curto prazo, mas promovendo pragas ainda mais agressivas no futuro. Isso resulta na necessidade de agrotóxicos mais potentes e em gastos cada vez maiores sobre

o meio ambiente.

Em outra abordagem, Ernst Götsch afirma que o surgimento de adversidades, como doenças, explosões de insetos, baixa produtividade e redução de estratificação, são resultados de uma quebra na cadeia harmônica de espécies envolvidas no sistema de produção. Em outras palavras, é uma fenda no sistema sintrópico que causa uma fuga energética, promovendo variáveis indesejáveis. Quando se tem um sistema fechado, onde todos os princípios propostos funcionam simultaneamente, não ocorrem colapsos, resultando em um desempenho equilibrado e autorregulador (RABELLO, 2018).

4. Sistemas agroflorestais

Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) representam uma categoria proeminente entre os agroecossistemas sustentáveis, sendo fundamental na prática da agroecologia. Este método abrange de maneira abrangente os princípios fundamentais da ciência da agroecologia (Figura 6). O SAF propõe a criação de um ambiente no qual a reflorestação e a produção de frutos coexistem, estabelecendo um consórcio entre espécies arbóreas nativas e aquelas de interesse econômico (PENEIRO, 2003).

Esses sistemas são configurados como formas de uso do solo em que a interação entre árvores, cultivos agrícolas e, ou, animais ocorrem de maneira simultânea ou sequencial. O principal objetivo dessa interação é aumentar a produtividade global de plantas e animais de maneira sustentável por unidade de área (NAIR, 1989). O SAF, assim, destaca-se por integrar harmoniosamente componentes arbóreos, culturas agrícolas e possivelmente criação de animais, promovendo uma abordagem holística que visa maximizar a produção de forma sustentável.



Figura 6. Sistema agroflorestal: culturas anuais e permanentes. Fonte: Dário Rodrigues, 2022.

Ernst Götsch, ao discutir sobre o conceito de agrofloresta, argumenta que esse termo pode não ser o mais apropriado. Ele destaca que, mesmo quando há interação entre espécies naturais nativas e culturas econômicas, a criação de consórcios específicos, como o cultivo de pinus com laranja ou eucalipto com banana e citros, pode resultar em expressões negativas no ecossistema. Apesar de essas interações parecerem sustentáveis à primeira vista e terem características florestais, Götsch aponta que, em longo prazo, podem gerar um saldo energético negativo, interrompendo os processos naturais de sucessão (RABELLO; SAKAMOTO, 2021).

Diante dessa perspectiva, Ernst Götsch propõe o termo "agricultura sintrópica" para descrever um processo de agricultura consorciada que cria sistemas produtivos autodinâmicos, positivamente energéticos e que renovam os recursos naturais (RABELLO; SAKAMOTO, 2021).

Os SAFs, baseados na diversificação e na imitação de processos naturais, desempenham um papel crucial para o bem-estar do meio ambiente. Com a presença de espécies diversificadas, o ambiente pode alcançar autossuficiência, assemelhando-se a uma floresta e proporcionando inúmeros benefícios para a natureza e a sociedade, tanto do ponto de vista econômico quanto social (STEENBOCK et al., 2013).

O SAF multiestratificado exemplifica um paradigma que busca aperfeiçoar simultaneamente aspectos produtivos e conservacionistas. Devido à sua analogia estrutural e diversidade com os ecossistemas naturais, o SAF mostra potencial para fornecer uma variedade de produtos e serviços, reduzindo a pressão extrativista sobre as florestas e contribuindo para a restauração de ecossistemas degradados, como evidenciados na recomposição de zonas ripárias (AMADOR, 2003; FERNANDES, 2006).

No entanto, é crucial que os SAFs integrem abordagens conservacionistas para benefícios em longo prazo, ao mesmo tempo em que atendem às demandas imediatas, como a geração de renda e a produção de alimentos (KNOKE et al., 2009; MAGCALE-MACANDONG et al., 2010).

O papel das árvores na melhoria da disponibilidade de nutrientes para o sistema, bem como sua função como fonte de renda adicional para os agricultores, levou a Organização das Nações Unidas (ONU) a reconhecer os SAFs como uma ferramenta relevante para o desenvolvimento de agricultores de subsistência (NAIR, 2006).

O SAF destaca-se como um sistema isento de insumos, uma vez que todo nutriente explorado é repostado dentro de um ciclo. Além disso, a agrofloresta é rica em biomassa, que pode ser viva ou morta, ambas fornecendo recursos essenciais para o sistema (Figura 7) (RABELLO, 2018).



Figura 7. Biomassa produzida dentro do ecossistema. Fonte: Dário Rodrigues, 2022.

Dentro desses agroecossistemas, um dos principais pilares para o sucesso de um SAF é a estratificação, ou seja, um sistema baseado em camadas, aproveitando cada recurso que é dado, formando um sistema cíclico, sem desperdício de energia (Figura 8).



Figura 8. Estratificação no SAF. Fonte: Dário Rodrigues, 2022.

A estratificação agroflorestal faz com que as plantas façam mais fotossíntese que acabam retendo gás carbônico atmosférico e, por intermédio de processos químicos, transformam esses compostos orgânicos em energia. Nesse sentido, quanto mais potencial fotossintético possui o sistema, maior será a saúde das espécies envolvidas dentro do mesmo, gerando um sistema mais promissor (RABELLO, 2018).

A polinização é um importante processo para a maior parte da vegetação agrícola que deriva a produção de alimentos. Desta forma, os vetores desse processo corroboram para uma maior diversidade de cultivos no sistema. Além do papel disseminador dos elementos durante a fase de reprodução, que servem como indicadores e controladores biológicos (CUNHA; NÓBREGA; ANTONIALLI JUNIOR, 2014).

No contexto do SAF, o desenvolvimento das biodiversidades desempenha um papel crucial na criação de solos propícios para o crescimento e a sustentação da vida. A biomassa morta, originada da queda de folhas ou das podas realizadas como parte do manejo, desencadeia processos de

decomposição que são fundamentais para enriquecer o solo com nutrientes essenciais, incluindo nitrogênio, carbono e fósforo. Essa decomposição contribui para um ciclo natural que fortalece a fertilidade do solo e sustenta a vitalidade do ecossistema agroflorestal (RABELLO, 2018).

O acúmulo e a decomposição da biomassa morta são componentes essenciais que promovem a ciclagem de nutrientes, resultando em um solo mais rico e fértil para o crescimento das plantas e a promoção da biodiversidade no SAF. Esse processo exemplifica a sinergia entre os elementos do sistema, evidenciando como a natureza intrinsecamente interconectada do SAF contribui para a criação de ambientes sustentáveis e produtivos.

Os solos em boas qualidades, com matérias orgânicas e nutrientes, dão espaço para a germinação, crescimento das plantas e desenvolvimento de fauna. Esse cenário beneficia o solo em vários aspectos. As coberturas proporcionadas pelas matas diminuem a agressão da chuva sobre o solo, levando a maior estabilidade de agregados. A fauna presente no solo torna-o mais poroso, rico em matéria orgânica e menos denso, fornecendo menor resistência à penetração de raízes e água (CARVALHO; GOEDERT; ARMANDO, 2004).

Uma das características mais marcantes do SAF é a capacidade de mantimento hídrico. A alta qualidade de solo permite com que seja elevada a capacidade de absorção da água da chuva, evitando erosões e lixiviação. A água captada pelo solo penetra o subsolo e abastece os lençóis freáticos. Ernst Gotsch aborda que o estabelecimento dos sistemas sintrópicos promove o aparecimento de nascentes, diante do alto teor de água no subsolo, levando ao pensamento de que água se planta (RABELLO; SAKAMOTO, 2021).

O estabelecimento de SAFs requer uma abordagem cuidadosa e planejada para aperfeiçoar o sistema. A inserção desse complexo agroecológico segue um processo em etapas, exigindo revisões bibliográficas, estudos da área, análises de espécies nativas e considerações socioeconômicas antes da elaboração de um plano (IASB, 2009).

Um erro comum entre os produtores é adotar o sistema sem um planejamento adequado, como se fosse uma decisão aleatória. Essa abordagem

inadequada resulta na utilização incorreta da área, com o plantio de espécies pouco adaptadas ao local, o que pode levar a um desenvolvimento vegetal deficiente, baixa produtividade, competição entre espécies, bem como problemas com pragas e doenças (FRANKE, LUNZ; AMARAL, 2000; IASB, 2009).

Segundo a EMBRAPA (2000), para haver a elaboração de um SAF produtivo, autossustentável, resiliente e restaurador de áreas é necessário construí-lo sob um plano de 4 etapas, sendo elas: planejamento de estudos básicos (FASE 1), planejamentos de estudos temáticos (FASE 2), Planejamento participativo de SAF (FASE 3), e Implantação, manejo e monitoramento do SAF's (FASE 4). As fases determinadas pela EMBRAPA são:

➤ **Planejamento de Estudos Básicos:**

Caracterizado pelo estudo da área em que será instituído o SAF, podendo assim prever as potencialidades da região, bem como as adversidades que irão dificultar o sucesso do sistema. O objetivo primordial desta ação é realizar uma descrição detalhada do meio físico, socioeconômico e biótico da área, a fim de formular a melhor alternativa de plantio a ser estabelecida. Para concretizar esse planejamento, é essencial contar com uma equipe multidisciplinar ou multi-institucional ligada aos recursos naturais e socioeconômicos. Essa abordagem amplia as áreas de conhecimento envolvidas e enriquece o projeto, resultando em um planejamento seguro e criterioso.

O planejamento de estudos básicos, para atender aos requisitos finais, é composto por diversas etapas.

- **Definição do nível de caracterização:** este estágio envolve a determinação do nível geográfico no qual o SAF será inserido, podendo abranger macrorregiões, microrregiões ou propriedades rurais. Uma vez estabelecido, procede-se ao levantamento dos recursos naturais e à análise da realidade socioeconômica.

- **Identificação e delimitação da área de estudo:** essa etapa consiste no levantamento do tamanho físico da área na qual o SAF será empreendido. Esse mapeamento pode ser realizado por meio de mapas, imagens de satélite e GPS,

proporcionando a elaboração de um mapa detalhado que inclui informações sobre solo, clima, vegetação, pastagem, corpos d'água, culturas agrícolas, bacias hidrográficas e infraestrutura rodoviária para rotas de acesso.

- **Definição dos fatores a serem estudados:** inicialmente, é crucial determinar o nível de caracterização com base nos objetivos principais, nos recursos humanos e financeiros disponíveis, bem como na disponibilidade de tempo. Esses elementos orientarão as prioridades de estudo. Os fatores a serem pesquisados podem abranger solos, vegetação, clima, topografia, ocupação do solo, estrutura fundiária, organização social, mão de obra, renda, saúde, mercado, educação e necessidades dos produtores. Esses fatores abrangem principalmente aspectos biofísicos, socioeconômicos e culturais.

- **Levantamento bibliográfico:** após a seleção das áreas de estudo e definição dos objetivos, é realizado um levantamento bibliográfico para obter informações detalhadas sobre cada fator em questão. Esses dados são de extrema importância para a validade do projeto, ajudando a captar e minimizar a perda de recursos, além de acelerar a instalação do SAF.

➤ **Planejamento dos estudos temáticos**

Após a conclusão do levantamento sistemático das áreas e fatores relevantes, serão conduzidos estudos temáticos para obtenção de dados relacionados à atividade em campo, empregando metodologias específicas em áreas designadas. As metodologias adotadas incluirão a aplicação de questionários, entrevistas, formulários, observações, gravações e diálogos informais. A realização eficaz do estudo temático requer uma preparação prévia, incluindo apoio logístico abrangendo computadores, transporte, mapas, materiais e equipamentos.

- **Estudos Temáticos:** estes estão relacionados aos dados analisados em campo sobre os fatores pré-estabelecidos no planejamento anterior. Para cada fator identificado como essencial, será aplicada a respectiva metodologia.

- **Estudos do Solo:** envolve um levantamento detalhado das características do solo-alvo, como fertilidade e disposição de nutrientes. Este estudo é de grande relevância, pois contribui para o aperfeiçoamento do SAF

que será empreendido.

- **Estudo Socioeconômico:** consiste na identificação do produtor, resgate das potencialidades do mercado, observação da mão de obra local, análise da rotação comercial de produtos, formas de comercialização, disponibilidade de insumos na área e avaliação da infraestrutura mecânica. Este estudo proporciona uma compreensão abrangente do contexto socioeconômico, informando decisões estratégicas para o desenvolvimento sustentável do SAF.

➤ **Planejamento Participativo de SAF**

Com base nas análises dos levantamentos básicos e temáticos, é realizada uma discussão para avaliar se a inserção do sistema consegue atender às demandas identificadas. O planejamento participativo engloba as ações a serem tomadas com base nos resultados das pesquisas anteriores.

Isso inclui a escolha do melhor arranjo para a terra, o desenho do croqui do SAF a ser empreendida, a seleção das espécies que atenderão às demandas alimentícias e econômicas do produtor, entre outras considerações. Este processo participativo permite a integração de conhecimentos locais, experiências dos agricultores e expertises técnicas, visando a construção de um plano efetivo e adaptado às necessidades específicas da comunidade agrícola.

➤ **Implantação, Manejo e Monitoramento do SAF**

Nesta fase, a execução prática de tudo o que foi planejado se torna crucial. Portanto, é imperativo proporcionar a capacitação do produtor ou extensionista por meio de cursos, dias de campo, visitas técnicas, palestras e seminários. O objetivo é fornecer informações e conceitos essenciais sobre a importância e os processos envolvidos no SAF para aqueles que irão manuseá-lo.

Posteriormente, é feita a seleção das mudas, priorizando as mais saudáveis para garantir um plantio mais vigoroso. Em seguida, escolhe-se a área onde o SAF será estabelecido, levando em consideração a disposição das espécies, que pode variar entre zonal ou contínua (Figura 9). Essa escolha estratégica contribui para o desenvolvimento saudável e equilibrado do sistema,

maximizando seus benefícios.

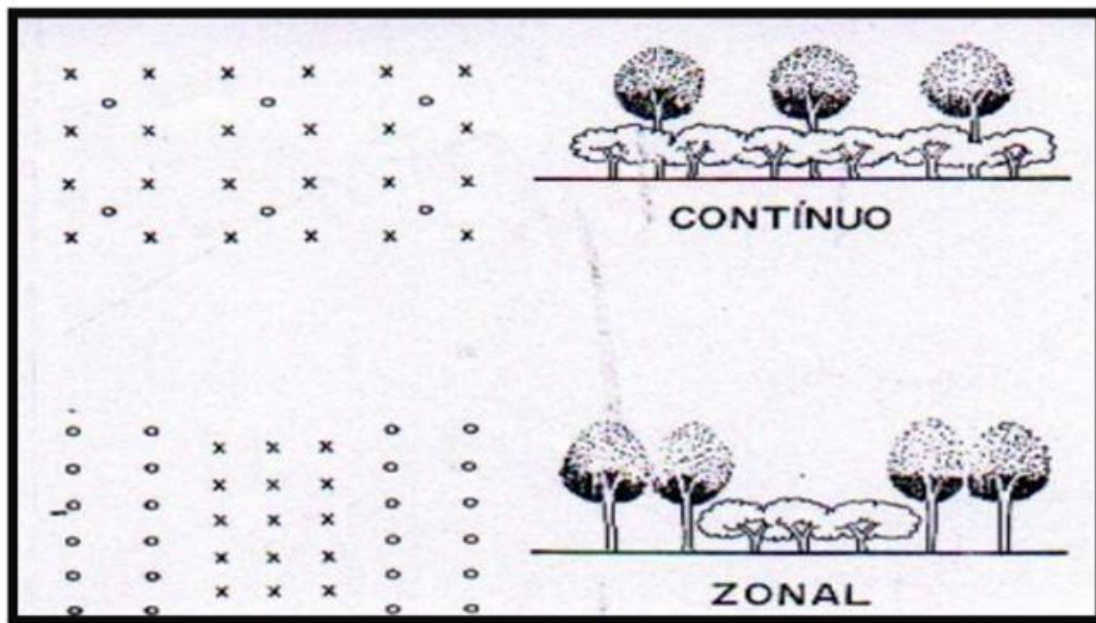


Figura 9. Distribuição espacial das espécies de distintos SAF. Fonte: SENAR, 2018.

A Figura 9 ilustra os arranjos mencionados. Os SAFs zonais ou sequenciais caracterizam-se por uma segmentação das espécies, com uma distribuição separada pela área. Por outro lado, a agrofloresta contínua ou simultânea é marcada pelo plantio conjunto, onde espécies distintas se misturam dentro da área manejada.

A escolha da área e sua dimensão são determinadas pelas características do solo, dando preferência aos solos mais profundos, porosos, nutritivos e com taxas equilibradas de pH. O preparo da área deve ser adequado à cultura desejada, visando potencializá-la perante a distribuição de recursos do local que será instituído o complexo (EMBRAPA, 2000).

O plantio deve ser realizado no início dos períodos de precipitação, pois nesse momento o solo estará em condições mais favoráveis para o crescimento vegetal. No caso de instalação de espécies perenes, as covas devem ser adubadas e preparadas anteriormente para garantir um bom crescimento inicial. Em seguida, são necessários tratamentos culturais específicos para cada plantio, como podas, capinas, adubação, roçagem, desbrota, desbaste, entre outros. Esses manejos geralmente são utilizados em sistemas multiestratos.

A época de colheita é variável, pois as espécies inseridas trabalham em ritmos diferentes. Essa peculiaridade confere ao SAF uma produção estável e contínua, tornando crucial a escolha das espécies nas fases anteriores da implantação. Um dos principais pilares para o sucesso do sistema é o constante monitoramento.

Para maximizar a produtividade, a resiliência e a restauração ambiental, é essencial analisar frequentemente as condições das culturas, pois estas são dinâmicas e podem sofrer alterações devido ao tempo. A observação é necessária não apenas para avaliar o sucesso e a sustentabilidade do SAF, mas também para analisar as propriedades físicas do ambiente, a reposição de nutrientes e recursos hídricos, a restauração da fauna e microfauna, a desaceleração da degradação da natureza circundante, a afinidade das espécies do plantio ou coexistência harmônica, os ganhos econômicos, as aquisições e a melhoria da qualidade de vida (EMBRAPA, 2000).

Embora a demanda por resultados científicos no setor da agroflorestra possa não acompanhar os esforços exercidos no meio acadêmico e nas pesquisas para atender à grande diversidade edafoclimática e cultural no vasto território do Brasil, esses esforços acadêmicos, quando direcionados à causa, podem contribuir com ajustes nas práticas já vigentes ao analisar cada caso em particular. Isso envolve a consideração da biota local, culturas de importância econômica da região, tecnologias disponíveis e mão de obra disponível (GUIMARÃES; MENDONÇA, 2019).

5. Considerações

O crescimento da agricultura convencional, ao se expandir, revela-se impraticável em longo prazo e potencialmente prejudicial devido às suas características intrínsecas de produção. O desmatamento extenso para criar espaços destinados a culturas de interesse econômico gera ambientes adversos e inférteis, resultando na depleção de nutrientes essenciais, interrupção de ciclos hídricos e propagação de pragas e doenças.

Além dos impactos ambientais mencionados, a monocultura característica da agricultura convencional envolve a aplicação extensiva e diversificada de

agrotóxicos, visando aperfeiçoar a produção, a segurança e a qualidade das colheitas. No entanto, os resíduos desses produtos contaminam solos, lençóis freáticos, produtos agrícolas e animais, alcançando eventualmente os seres humanos. Essas substâncias contribuem para diversas doenças, sendo responsáveis por milhares de óbitos anualmente, direta ou indiretamente, e associadas a manifestações que variam desde irritações cutâneas até o desenvolvimento de tumores malignos e malformações congênitas.

Em contrapartida, modelos de produção agroecológicos demonstram a capacidade de fornecer alimentos de alta qualidade e restaurar áreas degradadas. Isso ocorre devido à diversidade por consórcios nesses sistemas, que buscam imitar processos naturais que ocorrem nas zonas de mata. Os processos de sucessão ecológica, estratificação da área e ação conjunta das espécies nos agroecossistemas sustentáveis promovem um solo rico em nutrientes pela decomposição de matéria orgânica que o próprio sistema oferece. Esse solo apresenta maior porosidade e menor densidade, favorecendo a penetração de água, oxigênio, carbono e outros, propiciando a interação da microfauna, flora e fungos. Esses processos atuam como fertilizantes e "venenos" naturais, dispensando os sintetizados.

Esses elementos contribuem para o surgimento de um sistema resiliente a variáveis ameaçadoras, como escassez de água, ação dos ventos, raios solares, grandes chuvas e pragas, além de ser livre de insumos químicos. Portanto, é evidente que a agroecologia é uma opção superior para substituir o modelo convencional, representando também um gesto de solidariedade para as gerações futuras, que poderão usufruir dos mesmos recursos de maneira inteligente.

Essa análise reforça a importância da agroecologia como uma abordagem promissora para a produção agrícola sustentável, destacando sua capacidade de integrar a preservação ambiental, o desenvolvimento econômico e social. Ao contrastar a agricultura convencional com a abordagem agroecológica, evidencia-se a relevância da transição para práticas mais sustentáveis.

A transição para a agroecologia não é isenta de desafios, demandando mudanças profundas nas práticas agrícolas, na organização social e na política pública. Para efetivar essa transição, é crucial investir em pesquisa e

desenvolvimento de tecnologias apropriadas, capacitação dos agricultores, incentivos fiscais e financeiros, bem como políticas públicas que valorizem a agroecologia e a participação ativa da sociedade civil.

Além dos benefícios ambientais, a adoção de práticas agroecológicas pode trazer impactos positivos significativos do ponto de vista econômico e social, como a redução dos custos de produção, o aumento da produtividade, a melhoria da qualidade dos alimentos, a geração de empregos e a promoção da segurança alimentar e nutricional. A agroecologia também pode contribuir para a preservação dos recursos naturais, a mitigação das mudanças climáticas e a promoção da justiça social.

Diante disso, ressalta-se a necessidade de um compromisso político e social em promover a transição para a agroecologia, enfatizando a importância de valorizar e apoiar os agricultores que adotam práticas agroecológicas, bem como pressionar os governos e as empresas a investirem em políticas públicas e práticas sustentáveis. Somente por meio desse engajamento coletivo será possível construir um futuro mais justo, equitativo e sustentável para todos os envolvidos.

6. Referências

ALMEIDA, M. R.; GUERRA, A. C. M.; BISPO, V. dos S. C.; TRUGILHO, G. A.; XAVIER, S. A. B.; NASCIMENTO, L. M. Q. do; AZEVEDO, P. L.; SOUZA, M. N. Produção de madeira, sequestro de carbono, SAFs e fomento florestal. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. VII. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2023. p. 150-182. **ISBN:** 978-65-84548-18-3. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-18-3.c5>

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: A dinâmica Produtiva da Agricultura Sustentável**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. **La Agroecología en tiempos del COVID-19**. CLACSO, 2020.

AMADOR, D. B. Restauração de ecossistemas com ecossistemas naturais. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. p. 331-340.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA)** - Relatório das

Amostras Analisadas no Período de 2017-2018 - Primeiro Ciclo do Plano Plurianual 2017-2020. ANVISA. Brasília, 10 de dezembro de 2019.

ARMANDO, M. S. et al. **Agrofloresta para agricultura familiar**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2002.

ASSIS, R. L. de et al. **Agroecologia e agricultura orgânica: controvérsias e tendências**. Desenvolvimento e meio ambiente, 2002.

BASSO, C.; SIQUEIRA, A. C. F; SANTOS, R. dos; PEREIRA, N. S. **Impactos na saúde humana e no meio ambiente relacionados ao uso de agrotóxicos: uma revisão integrativa**. Research, Society and Development, 2021.

BRAGA, B. C.; ASSUNÇÃO, J. **Consequências da produção agropecuária para o desmatamento no Brasil**. 2010.

CARNEIRO, F. F. et al. **Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Parte 1 – Segurança Alimentar e Nutricional e Saúde. Dossiê ABRASCO. Rio de Janeiro: Abrasco, 2015.

CARNEIRO, F. F. et al. **Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Dossiê ABRASCO. Rio de Janeiro, abril de 2012.

CARVALHO, R.; GOEDERT, W. J.; ARMANDO, M. S. Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 1153-1155, 2004.

FELIX, D. B. **Sistemas agroflorestais como alternativa para conservação ambiental: uma revisão bibliográfica**. Paraíba, 2018.

FERNANDES, E. C. M. Agroforestry for productive and sustainable landscapes in the face of global change. In: GAMA-RODRIGUES, A. C. da; BARROS, N. F. de; GAMA-RODRIGUES, E. F. da; FREITAS, M. S. M.; VIANA, A. P.; JASMIN, J. M.; MARCIANO, C. R.; CARNEIRO, J. G. de A. (Ed.). **Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável**. Campos dos Goytacazes: UENF, 2006. p. 15-31.

FEUERHARMEL, L. D. de S. **A Agroecologia como opção de renda na agricultura familiar: o caso de produtores vinculados ao CAPA/Covalde-Santa Cruz do Sul**. 2018.

FRANKE, I. L.; LUNZ, A. M. P.; AMARAL, A. F. **Metodologia para planejamento, implementação e monitoramento de sistemas agroflorestais: um processo participativo**. EMBRAPA, ACRE, 2000.

FREITAS, A. F. de; FREITAS, A. F. de; DIAS, M. M. Mudanças conceituais do desenvolvimento rural e suas influências nas políticas públicas. **Revista de administração pública**, v. 46, p. 1575-1597, 2012.

GARCÍA, L. M. H. **Princípios e fundamentos ecológicos aplicados na busca de uma produção sustentável**, 2021.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

GONÇALVES, H. S. **Breves apontamentos para as raízes da agroecologia na história**. Faculdade Asa de Brumadinho-Ano XVIII-Número 34, 2021, p. 36.

GRAIN. **Tomar el toro por los cuernos: reduzir a produção industrial de carne e lácteos pode frear o impacto negativo no clima**. GRAIN, 2017.

GREGIO, J. V. Da degradação à floresta: A Agricultura Sintrópica de Ernst Götsch e sua aplicação nas Fazendas Olhos D'Água e Santa Teresinha, Pirai do Norte/BA. **AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política**, v. 2, n. 2, p. 106, 2020.

GUIMARÃES, L. A. de O. P.; MENDONÇA, G. C. de. **Conceitos e princípios práticos da agrofloresta sucessional biodiversa (agricultura sintrópica)**, 2019.

IASB - INSTITUTO DAS ÁGUAS DA SERRA DA BODOQUENA. **Sistemas Agrofloretais: uma alternativa para manter a floresta em pé**. Instituto das águas da serra da Bodoquena, 2009.

IBAMA. Ministério do Meio Ambiente. **Banco de Dados Nacional sobre Áreas Contaminadas** (BDNAC0 foi instituído pela Resolução Conama n.º 420, 2013). <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/emergenciasambientais/relatorios/2013-iba-marelatorio-acidentes-ambientais.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2016.

KLEIN, B. N. et al. Análise do impacto do uso de organofosforados e carbamatos em trabalhadores rurais de um município da região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. **Acta toxicológica argentina**, v. 26, n. 3, p. 104-112, 2018.

KNOKE, T.; CALVAS, B.; AGUIRRE, N.; ROMÁN-CUESTA, R. M.; GÜNTER, S.; STIMM, B.; WEBER, M.; MOSAND, R. Can tropical farmers reconcile subsistence needs with forest conservation? **Frontiers in Ecological and the Environmental**, v. 7, n. 10, p. 548-554, 2009.

KOHLER, M. R. et al. O desmatamento da Amazônia brasileira sob o prisma da pecuária: a degradação dos recursos hídricos no contexto da região norte de Mato Grosso. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 11, p. 1-24, 2021.

LEFF, E. Agroecologia e saber ambiental. **Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável**, v. 3, n. 1, p. 36-51, 2002.

MAGCALE-MACANDONG, D. B.; RAÑOLA, F. M.; RAÑOLA JR., R. F.; ANI, P. A. B.; VIDAL, N. B. Enhancing the food security of upland farming households through agroforestry in Claveria, Misamis Oriental, Philippines. **Agroforestry**

Systems, v. 79, p. 327-342, 2010.

MOREIRA, R. M.; CARMO, M. S. do. Agroecologia na construção do desenvolvimento rural sustentável. **Agricultura São Paulo**, v. 51, n. 2, p. 37-56, 2004.

NAIR, P. K. R. The role of soil science in the sustainability of agroforestry systems: eliminating hunger and poverty. In: GAMA-RODRIGUES, A. C. da; BARROS, N. F. de; GAMA-RODRIGUES, E. F. da; FREITAS, M. S. M.; VIANA, A. P.; JASMIN, J. M.; MARCIANO, C. R.; CARNEIRO, J. G. de A. (Ed.). **Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável**. Campos dos Goytacazes: UENF, 2006. p. 203-216.

NAIR, P. K. R. (Ed.) **Agroforestry systems in the tropics**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers: ICRAF, 1989. 664 p. (Forestry sciences).

NISHIYAMA, P. **Utilização de agrotóxicos em áreas de reforma agrária no estado do Paraná**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2003.

NOBRE, A. D. **O futuro climático da Amazônia**. Relatório de Avaliação Científica. São José dos Campos, São Paulo, 2014.

OLIVEIRA SILVA, S. L. de; COSTA, E. A. Intoxicações por agrotóxicos no estado do Tocantins: 2010–2014. *Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia*, v. 6, n. 4, p. 13-22, 2018.

OPAS. Manual de Vigilância da Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos. **Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância Sanitária**. Brasília: Opas/OMS, 1996.

PASINI, F. S. **A Agricultura Sintrópica de Ernst Götsch: história, fundamentos e seu nicho no universo da Agricultura Sustentável**. Universidade Federal do Rio de Janeiro-Campus UFRJ-Macaé Aloísio Teixeira (Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e Conservação). Rio de Janeiro, 2017.

PATERNIANI, E. **Agricultura sustentável nos trópicos**. Estudos avançados, v. 15, p. 303-326, 2001.

PENEIREIRO, F. M. **Fundamentos da agrofloresta sucessional**. II Simpósio sobre Agrofloresta Sucessionais. Embrapa/Petrobrás. Sergipe, 2003.

PETERSEN, P. F., WEID, J. M., FERNANDEZ, G. B. Agroecologia: reconciliando agricultura e natureza. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 30, n. 252, p. 31-38, 2009.

POUBEL, R. de O. **Hábitos alimentares, nutrição e sustentabilidade: agroflorestas sucessionais como estratégia na agricultura familiar**. 2006.

RABELLO, J. F. S. **Princípios da Agricultura Sintrópica Segundo Ernst**

Götsch. ECOAGRI, 2018.

RABELLO, J. F. S., SAKAMOTO, D. G. **Princípios da agricultura sintrópica segundo Ernst Gotsch.** Editora Reviver, 2021.

REGANOLD, J.; WACHTER, J. Organic Agriculture in the XXI Century. **Nature Plants** 2, 2016.

RIBEIRO, S. Os latifundiários da pandemia. **Brasil de Fato**, 2020. Disponível em: <<https://www.brasildefato.com.br/2020/04/01/artigo-os-latifundiarios-da-pandemia-por-silvia-ribeiro>> Acesso em: 25 abr. 2020.

SCHWERTNER, C. Amazônia em Foco: Uma Análise das Políticas Brasileiras de Preservação da Região. **Revista Perspectiva: reflexões sobre a temática internacional**, v. 14, n. 26, 2021.

SILVA CUNHA, D. A. da; SANTOS NÓBREGA, M. A. dos; ANTONIALLI JUNIOR, W. F. Insetos Polinizadores em Sistemas Agrícolas. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 18, n. 4, p. 185-194, 2014.

SILVA, C. E. M. **Monocultura e conflito socioambiental.** Disponível em: <http://conflitosambientaismg.icc.ufmg.br/>. Acesso em: 24 nov. 2011.

SILVA, J. H. C. S.; BARBOSA, A. da S. A inserção da agroecologia em um novo sistema alimentar pós COVID-19. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, 2020.

SOUZA, M. N. **Degradação antrópica e procedimentos de recuperação ambiental.** Balti, Moldova, Europe: Novas Edições Acadêmicas, 2018. 376 p.

STEENBOCK, W. et al. **Agroflorestas e sistemas agroflorestais no espaço e no tempo.** SOCIEDADE, 2013.

TEIXEIRA, C. P. **Sistemas Agroflorestais: experiências no estado do Espírito Santo.** SENAR, [s.d]. E-book (não paginado). 2018. Disponível em: <https://ead.senar.org.br/wpcontent/uploads/capacitacoes_conteudos/bioma_mata_atlantica/>. Acesso em: 26 dez. 2021.

TEIXEIRA, I. da C.; DESTEFANI, J. D.; FIGUEIREDO, J. S. M.; TRUGILHO, G. A.; OLIVEIRA, S. R. dos S. M. de; CRESPO, A. M.; SILVA, M. A. P. da; SOUZA, M. N. Agricultura 4.0: Agroecologia 5.0? In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas.** Vol. VII. – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2023. p. 258-298. **ISBN:** 978-65-84548-18-3. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-18-3.c9>