
ECOLOGIA

AIKIS FERNANDES SANTOS DA SILVA

**TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA: PROPOSTA DE
DESENHO DE UM SISTEMA AGROFLORESTAL
(SAF) PARA UMA ÁREA COM ESCASSEZ DE
ÁGUA**

AIKIS FERNANDES SANTOS DA SILVA

**TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA:
PROPOSTA DE DESENHO DE UM SISTEMA AGROFLORESTAL
(SAF) PARA UMA ÁREA COM ESCASSEZ DE ÁGUA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do grau de Ecóloga.

Orientador: Prof^a Dr^a Vânia Sílvia Rosolen

Rio Claro - SP
2022

S586

Silva, Aikis Fernandes Santos da

Transição Agroecológica : proposta de desenho de um SistemaAgroflorestal (SAF) para uma área com escassez de água / Aikis Fernandes Santos da Silva. -- Rio Claro, 2022

58 p. : il., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ecologia) -
Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de
Biotecnologia, RioClaro

Orientadora: Vânia Silvia Rosolen

1. Ecologia agrícola. 2. Agroforestry. 3. Solos manejo. I.

AIKIS FERNANDES SANTOS DA SILVA

**TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA: PROPOSTA DE DESENHO DE
UM SISTEMA AGROFLORESTAL (SAF) PARA UMA ÁREA COM
ESCASSEZ DE ÁGUA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências –Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do grau de Bacharela em Ecologia.

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Vânia Silvia Rosolen (orientadora) Dra.
Renata Maria Guerreiro Fontoura Costa VazDr.
Diego Peruchi Trevisan

Aprovado em: 13 de Janeiro de 2022



Assinatura do discente



Assinatura do(a) orientador(a)

Dedico esse trabalho as agricultoras e agricultores
de todo o Brasil.

AGRADECIMENTOS

Agradeço de todo coração à minha família, em especial, minha mãe (Monaliza), minhas irmãs (Yasmin e Isabella) e meus avós (Marina e João), por abrirem mão de tantas coisas para que eu pudesse ter a chance de sonhar. Para vocês eu sou grata de corpo e alma, agradeço o esforço e cada segundo de suas vidas voltado a mim. Esse trabalho e tudo que eu conquistei (e vou conquistar) só é possível por causa de vocês. Amo vocês.

Agradeço à minha orientadora Dra. Vânia S. Rosolen, por ser uma daquelas professoras que escutam os alunos e demonstra acreditar tanto neles a ponto de eles acreditarem que são realmente capazes. Agradeço também a Professora Gildete, que me alfabetizou e foi a primeira pessoa que acreditou em mim, em todas as aulas eu me sentia uma pessoa especial e guardo com profundo carinho essa memória.

Agradeço ao Grupo de Extensão em Agroecologia Gira-Sol, por ser um aconchego de encontro, me apresentar a minha voz e ser uma memória que faz cócegas. Cada pessoa que eu esbarrei nas andanças do Gira me mudou, me somou e me formou. Ter na Universidade um abrigo de calma, contexto e contato me permitiu ser eu quando eu ainda não sabia quem era. Desejo ao Gira-Sol e todos aqueles que tive o prazer e o privilégio de esbarrar na vida, por causa do grupo, uma vida longa e próspera, porque vocês têm muito o que dizer e o mundo precisa ouvir.

Agradeço sentindo as dores das gargalhadas chegando, às companheiras e companheiros de turma: Graziela, Julia (Corote), João, Augusto, José Nicolas (Miguel) e Sophia. Esse encontro me rendeu lembranças para a vida toda, obrigada por me tirarem da zona de conforto e me acolherem tantas vezes.

Agradeço a algumas pessoas que me fazem lembrar incessantemente do verso “Queria eu guardar tudo que amo/ No castelo da minha imaginação” (Emicida, 2020): Mariana Pazetto, Júlia Vasconcelos (Xulinha, meu bebê), Gabriela Chiapina, Marcela Kondo, Beatriz Leonardo, Fernanda Gaspar, Raquel Destro, Igor Matos, João Hermenegildo, Caio Nascimento, Matheus Dias e Nicolas Calderón. O que seria eu nessa vida sem trombar com a vida de vocês? Não sei e nem quero saber. Vocês são tanto e me somam tanto, me acolheram sempre que precisei, me escutaram, me acalmaram, alguns me viram chorar, me fizeram rir e em alguns momentos me fizeram viver.

Não poderia deixar de agradecer aos agricultores e agricultoras que passaram pela minha trajetória, trocando experiências e me mostrando a realidade do campo. Vocês me mostraram que trabalhar a terra tem isso de acalmar o peito, de entender o tempo e continuar firme na luta.

Mas o mais importante: agradeço a mim. Por ter continuado a caminhada mesmo quando parecia mais difícil do que fosse possível suportar.

Por fim, deixo aqui as palavras do mestre para agradecer de forma justa e sincera a todos que foram citados aqui:

[...]

Quando tudo parece que estar perdido
É nessa hora que você vê
Quem é parceiro, quem é bom amigo
Quem tá contigo quem é de correr
A sua mão me tirou do abismo
O seu axé evitou o meu fim
Me ensinou o que é companheirismo
E também a gostar de quem gosta de mim

Quando a gira girou, ninguém suportou
Só você ficou, não me abandonou
Quando o vento parou e a água baixou
Eu tive a certeza do seu amor

Na hora que a gente menos espera
No fim do túnel aparece uma luz
A luz de uma amizade sincera
Para ajudar carregar nossa cruz
Foi deus quem pôs você no meu caminho
Na hora certa pra me socorrer
Eu não teria chegado sozinho
A lugar nenhum se não fosse você

[...]

Quando a Gira Girou,
Zeca Pagodinho.

Sobre a terra há de viver sempre o mais forte. (Junior, 2021. p.262)

RESUMO

A agricultura é uma das atividades mais importantes exercidas pelo ser humano e, quando não realizada de forma a preservar o ambiente, tende a ser um dos setores que mais contribuem com os impactos ambientais. No Brasil, acredita-se que a agricultura familiar seja responsável por pelo menos 70% de todo alimento servido em nossas casas, seguindo modelos de produção que tendem a respeitar o meio ambiente e seus ciclos. No entanto, é um grupo esquecido pelas políticas de crédito agrícola, assistência técnica rural e pesquisas na área. O objetivo deste trabalho é propor um desenho de um sistema agroflorestal (SAF) em um dos lotes do Assentamento XX de Novembro, localizado no Município de Cordeirópolis, onde há uma expressiva escassez de água decorrente das condições naturais que é intensificada pela atividade de extração de argila e produção de cerâmica, do histórico de exploração da terra e das más políticas públicas voltadas a esse recurso, com o intuito de melhorar a qualidade e disponibilidade da água no solo. Para a realização dos desenhos foi estudado diferentes metodologias a respeito da transição agroecológica, para assim, ser adequado às necessidades locais. É apresentado quatro desenhos e suas possibilidades de consórcio. Para manter a fertilidade e produtividade do solo saudável é necessária uma mudança nos métodos de manejo e os manejos agroecológicos podem contribuir nessa transformação.

Palavras-chaves: Ecologia agrícola. Agrofloresta. Solos manejo.

ABSTRACT

Agriculture is one of the most important activities performed by human beings and, when not carried out in a way that preserves the environment, tends to be one of the sectors that most contribute to environmental impacts. In Brazil, it is believed that family farming is responsible for at least 70% of all food served in our homes, following production models that tend to respect the environment and its cycles. However, it is a group forgotten by agricultural credit policies, rural technical assistance and research in the area. The objective of this work is to propose a design of an agroforestry system (AFS) in one of the plots of the XX de Novembro Settlement, located in the Municipality of Cordeirópolis, where there is a significant shortage of water due to natural conditions, which is intensified by the extraction of water. clay and ceramic production, the history of land exploitation and bad public policies aimed at this resource, in order to improve the quality and availability of water in the soil. For the realization of the designs, different methodologies were studied regarding the agroecological transition, in order to be adapted to the local needs. Four designs and their consortium possibilities are presented. To maintain healthy soil fertility and productivity, a change in management methods is necessary, and agroecological management can contribute to this transformation.

Keywords: Agricultural ecology. Agroforestry. Soil management.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	13
2.1. Objetivo Geral	13
2.2. Objetivo Específico	13
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	13
3.1. Assentamento XX De Novembro	14
4. REVISÃO DA LITERATURA	15
4.1. O Solo	15
4.2. Agricultura Convencional e a Degradação do Solo	16
4.3. Agroecossistemas	18
4.4. Modernização Agrícola no Brasil e os Impactos Ambientais	19
4.5. Agroecologia	20
4.6. Agroecologia e Sua Importância	22
5. MATERIAIS E MÉTODOS	23
5.1. Sistemas Agroflorestais – SAF	23
5.2. Classificação dos Sistemas Agroflorestais	25
5.3. Benefícios dos Sistemas Agroflorestais	25
5.4. Transição Agroecológica	28
5.5. Caminhos Para a Transição Agroecológica	29
5.6. Bases Para o Desenvolvimento do Desenho do Sistema Agroflorestal	33
6. Construção do Sistema Agroflorestal Proposto	36
6.1. Por Onde Começar: o manejo do solo e a diversificação para a geração de imunidade	37
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
7.1. Desenho Proposto	41
8. CONCLUSÃO	51
9. REFERÊNCIAS	53

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, é comprovado pela maioria dos pesquisadores e pesquisadoras pelo mundo, que o ser humano está sendo capaz de modificar o ambiente de forma drástica e por vezes irreversíveis. As atividades econômicas estão intrinsecamente ligadas com a liberação de poluentes na atmosfera, na água e no solo e, já se tem evidências de mudanças climáticas globais que podem ocorrer por conta destas alterações (PELLEGRINO *et al.*, 2007). O solo é um dos sistemas que mais sofrem com a disposição de poluentes no ambiente, segundo o relatório *Global Assessment of Soil Degradation - GLASOD* - (BRUNDTLAND, 1987), os solos do planeta estão sendo erodidos, ficando estéreis, ou ainda, contaminados com elementos químicos tóxicos em uma taxa que não pode ser sustentada. O GLASOD (1987) estimou que a perda de solos agrícolas se dê a uma taxa de 6 a 7 milhões de hectares por ano, portanto é importante que os solos sejam conservados, tanto para o presente quanto para o futuro (GUERRA; JORGE, 2014).

No Brasil, uma das atividades que mais deterioram o solo e suas propriedades físicas e químicas, tornando-o improdutivo, é o modelo de agricultura predominante (GUERRA; JORGE, 2014). A agricultura convencional segue algumas práticas como o cultivo intensivo do solo, a monocultura, a aplicação de fertilizantes sintéticos, irrigação, controle químico de pragas e ervas adventícias e a manipulação de genomas de plantas (GLIESSMAN, 2005). Essas práticas podem causar erosão dos solos, salinização, acidificação e desertificação, podendo deixar essas terras improdutivas (GUERRA; JORGE, 2014). No entanto, essas práticas ainda são utilizadas pois aceleram e aumentam a produção, por tempo determinado, suprimindo a principal demanda do agronegócio, que é a maximização do lucro. Esse modelo de agricultura além de contribuir com os impactos ambientais, predomina o cultivo de poucas espécies agrícolas favorecendo uma padronização dos hábitos alimentares e a desvalorização cultural das espécies nativas (SANTILLI, 2009). No entanto, por mais devastador que esse modelo de agricultura possa se apresentar, ainda assim, é a esfera rural que mais se beneficia pelos créditos agrícolas (SOUZA, *et al.*, 2009). Não havendo dúvidas de que esse modelo adotado pode comprometer a sustentabilidade ambiental e econômica do país.

Por outro lado, temos a agricultura familiar no Brasil, um setor de grande importância devido a quantidade de emprego gerado no campo e a produção de alimentos (GUILHOTO, *et al.*, 2011). No último censo agropecuário do IBGE (2017), a agricultura familiar comportava 67% dos trabalhos na área rural, uma parcela significativa no país. O setor da agricultura

familiar é bem heterogêneo e é responsável por uma significativa parcela da produção agropecuária, revelando sua importância (GUILHOTO, *et al.*, 2011). Além disso, ocupa uma posição relevante de interface nas relações com outros setores, como o industrial e o de serviços. Portanto, deve-se ressaltar a importância em atrair investimentos na área de políticas públicas, créditos, assistência técnica e, tão importante quanto, a pesquisa na área rural do país (GUILHOTO, *et al.*, 2011).

O Brasil se apresenta como um dos países que mais concentra terras (FERNANDES, *et al.*, 2014). Segundo o IBGE (2017), 77% dos estabelecimentos são classificados como de agricultura familiar, no entanto, esses estabelecimentos ocupam cerca de 23% da área total dos estabelecimentos agropecuários brasileiros. No contexto atual do país, é possível observar certa desvalorização do trabalho manual e rural, tanto pela própria sociedade civil, intensificada pelo Estado, quanto pelas vias midiáticas. Essa percepção é equivocada na medida em que a agricultura familiar é responsável por cerca de 70% da produção de alimentos consumidos pela população brasileira (FAO, 2020). A agricultura familiar, composta pelos povos indígenas, assentados da reforma agrária, ribeirinhos, caiçaras e quilombolas são os principais protagonistas do conhecimento do manejo agrícola, transmitido de forma oral, passado de geração para geração e pelo dinamismo da agrobiodiversidade brasileira (SANTILLI, 2009). Além do mais, são detentores dos saberes tradicionais e prezam por medidas que conservem a natureza, buscando causar o mínimo de impacto ambiental, pois como afirma Ademar Romeiro (2007), esses grupos entendem que os impactos que causam afetam a própria base de produção, o ecossistema agrícola.

Em vista também das atividades agrícolas, vêm sendo discutido cada vez mais sobre a qualidade dos solos, na medida em que o uso intensivo causado pelo agronegócio pode resultar em uma diminuição da sua capacidade em manter a produção biológica sustentável (CASSIANO, 2013). Por conta disso, alternativas que reconhecem o solo como um sistema vivo e dinâmico e prezam pela sua saúde vêm ganhando protagonismo. A transição agroecológica em diferentes regiões está sendo usada como um método de recuperação e manejo sustentável em áreas degradadas. Segundo Schuler (2018), é importante que haja uma maior promoção de sistemas que permitem aliar a produção agrícola com a manutenção das funções ecossistêmicas que garantem o bem-estar humano. Por isso, os sistemas agroflorestais (SAF) podem ser práticas de manejo mais sustentáveis, que podem promover um desenvolvimento rural sustentável, a recomposição de áreas degradadas e a geração de múltiplos serviços ecossistêmicos.

A natureza fornece os serviços ambientais, isto é, para manter a vida e os seus processos os ecossistemas são capazes de desempenhar a manutenção dos sistemas de suporte da vida no planeta, tendo estes, uma relação direta ou indireta com o bem estar-humano (CONSTANZA *et al.*, 1997). Um desses serviços proporcionados pela natureza é a água limpa, esse recurso é captado pelos ecossistemas e uma quantidade é mantida para os indivíduos e a sociedade (CONSTANZA *et al.*, 1997). Atualmente, esse recurso é usado de forma exorbitante pela agricultura convencional em suas irrigações e acarreta em grandes perdas para toda a sociedade.

A transição agroecológica é importante para assegurar a sustentabilidade dos recursos ambientais, além disso, é incentivada pelo Governo do Estado de São Paulo a partir do Protocolo de Transição Agroecológica (2016), que tem como proposta apoiar e viabilizar o processo de transição, de um sistema convencional para um agroecossistema, de acordo com os princípios agroecológicos. O processo de transição garante otimização do uso dos recursos naturais, sustentabilidade econômica e ecológica, maximização dos benefícios sociais, a minimização de dependência de energia não renovável, a proteção do meio ambiente, ofertar alimentos saudáveis para a sociedade, contribui para a preservação da água e do solo, melhoria da qualidade de vida da população, dentre outras coisas (Protocolo de Transição Agroecológica, 2016).

Atualmente, diversos projetos pelo Brasil vêm abordando as práticas de manejo agroecológico para suprir a necessidade de escassez de água em distintas regiões. Esses métodos tem se tornado um grande aliado, principalmente, para a agricultura familiar. O município de Cordeirópolis sofre com uma grande escassez de água e vários fatores são responsáveis pelo problema podendo destacar a má gestão relacionada a esse recurso, a intensa atividade de extração de argila e produção de cerâmica na região e o uso do solo agrícola voltado para o cultivo do café e cana-de-açúcar que comprometem as nascentes. Cordeirópolis é um dos municípios do estado com um dos piores índices de degradação e poluição ambiental influenciado pelas usinas sucroalcooleiras e os pólos de cerâmica da região de Santa Gertrudes (VALADÃO; AMOROZZO; MOTTA, 2006). É uma cidade com 90% da população morando na zona urbana e, mesmo assim, é um dos mais importantes polos de produção agrícola de São Paulo (CASSIANO, 2013).

Como o município depende exclusivamente de suas nascentes para o abastecimento é de extrema importância ações que prezam pela continuidade desses recursos, além de tecnologias sustentáveis que produzem água e asseguram aos agricultores familiares de continuarem suas atividades.

Portanto, devido a esse contexto, o objetivo deste trabalho é propor um desenho de um sistema agroflorestal que poderá ser aplicado em um dos lotes do Assentamento XX de Novembro, situado no município de Cordeirópolis, a fim de melhorar a disponibilidade de água e a qualidade do solo com as práticas de manejo agroecológico.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é a elaboração de um modelo de desenho agroflorestal, visando a produção agrícola com conservação do solo e da água para o Assentamento XX de Novembro, em Cordeirópolis.

2.2. Objetivo Específico

Descrever o processo de uma transição agroecológica, com foco na disponibilidade de água e no manejo agroecológico do solo.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Cordeirópolis é um município do Estado de São Paulo, localizado na região leste e está a uma altitude que varia entre 632 a 668m. Segundo o IBGE (2021), sua população estimada é de 25.116 habitantes. Três das principais rodovias do estado passam pelo Município: a Rodovia Anhanguera (SP -330), a Rodovia Washington Luís (SP-310) e a Rodovia dos Bandeirantes (SP-348). O Município foi criado em um contexto de propriedades rurais que em sua maioria, produziam cana-de-açúcar e café.

O município localiza-se na Depressão Periférica Paulista, onde a topografia é, em quase todo o território plana, tendo em alguns trechos relevo levemente ondulado. O solo é classificado como Latossolo Vermelho, que segundo Oliveira e Padro (1984), é um solo profundo, com facilidade de drenagem, vermelho-escuro, textura maciça porosa e há o favorecimento para uso agrícola.

O município apresenta um dos piores índices de degradação ambiental e poluição ambiental do Estado, esses fatores se dão, principalmente, por conta das usinas sucroalcooleiras e o Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes (CASSIANO, 2013).

O município de Cordeirópolis tem o abastecimento de água realizado através de duas represas, no entanto, em determinadas épocas do ano, devido ao clima, apresenta um baixo nível de chuvas (KONSTANTINOW, 2017). Nesses momentos de estiagem, onde há pouca ocorrência de chuvas o nível dessas represas fica em níveis extremamente baixos, conseqüentemente causando problemas de abastecimento da cidade (KONSTANTINOW, 2017).

Segundo o Censo Agropecuário do IBGE (2017), o município de Cordeirópolis tem 7.819 ha de área de estabelecimentos agropecuários, sendo ao total 120 estabelecimentos e 83 destes fazem o cultivo convencional do solo. Além disso, 64,16% dos estabelecimentos não recebem assistência técnica e 50,83% dos estabelecimentos fazem uso de agrotóxicos constantemente (IBGE, 2017). A economia da cidade é bem diversificada, o Produto Interno Bruto (PIB) per capita é de R\$ 116.519,63 (IBGE, 2018), as atividades econômicas com mais destaque no município são o plantio da cana-de-açúcar e as indústrias de cerâmica, papel e papelão.

3.1 Assentamento XX De Novembro

O assentamento foi criado pelo ITESP no ano de 1996 em uma área de Mata Atlântica do Estado de São Paulo, como uma forma de promover a democratização do acesso à terra, assentando 21 famílias (CASSIANO, 2011). O assentamento possui uma área total de 261,76 (ha) sendo cada lote com aproximadamente 9 (ha) e, localizado próximo ao município de Araras (FILUS, 2017). O Assentamento está localizado em um antigo horto florestal, onde antes era utilizado como um lixão municipal, é cercado de um lado por cana-de-açúcar e do outro por cerâmicas. A sua localização traz diversos problemas, como a perda do solo e sua contaminação por agrotóxicos e também, o assoreamento de uma represa que por parte pertence ao assentamento (CASSIANO, 2013).

Segundo um trabalho realizado por Cassiano (2013), no assentamento XX de Novembro, dentre os assentados alguns arrendaram suas terras ou para a usina ou para um agricultor da região que cultivava milho. Fora isso, a grande maioria vê na criação de animais uma forma de obter uma renda mensal garantida. Atualmente, o assentamento enfrenta um problema com a escassez de água, que não permite diversificar a produção. As práticas de manejo realizadas no local são convencionais, advindas, principalmente, da Revolução Verde.

Um dos primeiros problemas encontrados quando os assentados querem produzir cultivos agrícolas é a escassez de água. Cordeirópolis faz parte das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ). Encontram-se 96 nascentes identificadas no município, entre elas, 55 estão degradadas (57% do total), 41 estão perturbadas (42% do total) e nenhuma conservada (PERUCHI, 2007), ou seja, indica um uso inconsequente do território e de seus recursos naturais. O município depende apenas de suas nascentes para o abastecimento, por ser cabeceira da microbacia, no entanto, elas encontram-se degradadas e segundo Peruchi (2007), não há

trabalhos para mudar essa realidade. Por isso, tecnologias socioambientais que garantem uma produção que pensa no manejo dos recursos naturais de forma sustentável são de extrema importância no Município.

Acredita-se, que os trabalhadores e as trabalhadoras rurais do assentamento carecem de informações técnicas, principalmente, as voltadas para o reflorestamento de matas ciliares, o uso das práticas de conservação ambiental voltada para o controle da erosão do solo e o aumento da produtividade agrícola (MARONESI, 2010). Isso se deve pelo fato de as políticas de assistência técnica rural estarem sendo sucateadas nos últimos anos.

Segundo um trabalho realizado em 2017, a maior parte dos moradores que residem no assentamento se intitulam agricultores, além disso, identificou-se que 14 famílias já haviam utilizado algum crédito do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), 9 famílias acessaram o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e 2 famílias participavam do Programa Nacional de Alimentação Escolar (Pnae) (FILUS, 2017).

4.REVISÃO DA LITERATURA

4.1. O Solo

“Deus, por que a vida é tão amarga? / Na terra que é casa da cana-de-açúcar” -
Emicida, 2020.

No sentido mais amplo, o solo refere-se à porção da crosta da Terra onde as plantas estão fixadas (GLIESSMAN, 2005). Especificamente, segundo Odum (1971), o solo é a camada superficial da terra, que foi intemperizada, misturada com organismos vivos e os produtos de suas atividades metabólicas e de decomposição, o solo também possui material derivado de rochas, substâncias orgânicas e inorgânicas e o ar e a água, que ocupam os espaços entre as partículas do solo.

Para Ruellan & Dosso (1993) o solo além de dinâmico, é um recurso renovável que está inserido em uma paisagem, surge a partir da transformação de rochas pela ação conjugada do clima e da atividade biológica através do tempo, sendo ainda dependente do relevo e a matéria resultante desse processo é organizada em sistemas pedológicos. Ainda para esses autores, esses sistemas estão em constante evolução, sendo as atividades humanas um dos fatores que afetam o solo. Por tanto, para Ruellen & Dosso (1993), por mais que o solo seja resiliente, ainda assim, pode se exaurir pela má utilização.

Há uma certa dificuldade em avaliar a qualidade de um solo, visto que eles não apresentam padrões, no entanto, vários conceitos de qualidade do solo estão relacionados com as funções que eles desempenham em ecossistemas naturais e agrícolas (KARLEN et al., 1997). Resumidamente, segundo essa linha, a qualidade do solo depende da extensão em que o solo funcionará para o benefício humano, de acordo com a composição natural do solo e, também está fortemente relacionado com as práticas intervencionistas do homem (ARAÚJO et al., 2012).

Muitos são os que enxergam o solo apenas como algo que está ali apenas para gerar uma boa colheita e, por vezes, acabam subestimando/esquecendo dos processos ecológicos que acontecem abaixo de sua superfície. Essa visão intensificou-se com a modernização da agricultura, principalmente, com a chegada dos pacotes tecnológicos da Revolução Verde.

Conseqüentemente, acabou-se apagando a importância da atividade biológica nos solos tropicais, no entanto, a grande capacidade de produção vegetal nos solos tropicais se deve, principalmente, por causa da intensa atividade biológica (PRIMAVESI, 2016). Primavesi (2016) e Gliessman (2005), reforçam que o solo é um elemento vivo, dinâmico e complexo, um ecossistema que possui suas particularidades referentes a cada região climática. Com isso, Primavesi (2016) destaca que o solo tropical sofre influências da atividade biológica em suas características físicas e químicas. O solo também é o estrato mais complexo dos ecossistemas no desenvolvimento de relações bióticas, serve como um tampão, absorvendo as mudanças do ambiente, seja armazenando água nos períodos de estiagem ou servindo de abrigo para espécies de insetos que ali passam uma fase de suas vidas (KHATOUNIAN, 2001).

O solo tropical possui suas particularidades, como: a rápida reciclagem da matéria orgânica, a enorme biodiversidade nos ecossistemas naturais e o intenso ou profundo enraizamento do solo (PRIMAVESI, 2009). Devido às suas características, o solo tropical não pode ser manejado como se fosse um solo temperado, não pode haver uma transferência de tecnologias entre as regiões, como foi feito com os pacotes tecnológicos da Revolução Verde, cada solo deve ser manejado conforme suas necessidades.

4.2. Agricultura Convencional e a degradação do Solo

A agricultura desenvolveu-se rapidamente após o século XX, numa escala global, vem sendo bem sucedida, conseguindo atender a demanda crescente de alimentos dos últimos tempos. Foi possível atender a essas demandas devido aos avanços científicos e as inovações

tecnológicas, incluindo o desenvolvimento de novas variedades de plantas, o uso intenso de agrotóxicos e fertilizantes e o crescimento das tecnologias voltadas para a irrigação (GLIESSMAN, 2005).

Com a Revolução Verde, houve uma intensificação dos cultivos, devido aos pacotes tecnológicos, levando ao aumento da produtividade por unidade de terra, assim possibilitando que a produção agrícola mundial se triplica nos últimos 50 anos (FAO, 2014), atingindo resultados antes inimagináveis.

No entanto, por mais sucessos que as inovações tecnológicas trouxeram para a agricultura, ainda assim está cada vez mais próximo a ruptura desse modelo. Isso se dá, porque as técnicas, inovações, práticas e políticas que permitiram alcançarmos os níveis de produtividade atual também aceleram o fim desse método de manejo e minam sua base (GLIESSMAN, 2005). Os recursos naturais são constantemente degradados e levados aos seus limites, principalmente o solo, as reservas de água e a diversidade genética (ALTIERI; NICHOLLS, 2020).

Além disso, a agricultura atual, também conhecida como “agricultura convencional” criou uma excessiva dependência por combustíveis fósseis não renováveis (GLIESSMAN, 2005), auxiliando no processo de constituir um sistema que cada vez mais dificulta para o pequeno e a pequena produtora ou os assalariados agrícolas de produzirem alimentos de qualidade e acessarem as terras (SANTILLI, 2009). Para Caporal (2009), as práticas baseadas principalmente na Revolução Verde são responsáveis por um conjunto de externalidades que nos levaram para uma crise socioambiental sem precedentes.

A agricultura convencional foi moldada em cima de dois pilares principais: a maximização dos lucros e da produção. Na corrida para alcançar essas metas uma porção de práticas foram desenvolvidas, no entanto, não foi pensado nas consequências que tais práticas poderiam acarretar no ambiente a longo prazo (GLIESSMAN, 2005). As seis práticas básicas desse modelo de agricultura são: cultivo intensivo do solo, monocultura, irrigação, aplicação de fertilizante inorgânico, controle químico de pragas e manipulação genética de plantas cultivadas (GLIESSMAN, 2005). Consequentemente, essas práticas intensificam os processos de contaminação da camada de ozônio, o aquecimento global, a degradação de terras de cultivo e a escassez de água (CAPORAL, 2009).

Um dos recursos que mais sofre com esses impactos é justamente o solo, a base da atividade agrícola. Estima-se que a perda de solos agrícolas se dê a uma taxa de 6 a 7 milhões de hectares por ano, os solos mundiais estão sendo erodidos, tornando-se estéreis, ou contaminados com tóxicos químicos, em uma taxa que não pode ser sustentada (GLASOD, 1987). A perda do solo não se refere apenas a processos de transformação marinha ou à erosão de áreas costeiras, mas também significa a deterioração das propriedades físicas e químicas, de maneira que o solo deixe de ser produtivo (GUERRA & JORGE, 2014).

A atividade agrícola, quando realizada de forma convencional contribui desenfreadamente para a degradação do solo (GLIESSMAN, 2005). Um solo degradado é aquele que perde sua capacidade de regeneração natural, conseqüentemente ligado a sua capacidade de produção agrícola (GUERRA & JORGE, 2014).

4.3. Agroecossistemas

O agroecossistema é visto como ecossistemas artificiais, criados pelo ser humano, com o intuito de obter alimentos, fibras, bebidas, drogas medicinais, estimulantes etc (PASCHOAL, 2019). Para Gliessman (2005), o agroecossistema é um local de produção agrícola que é compreendido como um ecossistema.

O conceito de agroecossistema foi fundado para que houvesse uma melhor compreensão e análise dos sistemas de produção de alimentos, se baseia, principalmente, nos princípios ecológicos e na compreensão dos ecossistemas naturais. Portanto, os agroecossistemas são descritos em termos de como eles se comparam estruturalmente e funcionalmente com os ecossistemas naturais (GLIESSMAN, 2005).

Paschoal (2019) afirma que para entender as características desses sistemas é necessário considerá-las constituídas por comunidades em processo de sucessão ecológica, isto é, o processo de substituição sucessória ordenada de comunidades vegetais, por outras que dependem, para se estabelecerem, das condições criadas pelas comunidades anteriores, isso ao longo do tempo (PASCHOAL, 2019).

Os ecossistemas não estão voltados para a produção de alimentos, por isso, convertemos esses ambientes em agroecossistemas, direcionados à produção agrícola (ALTIERI, 2012). Portanto, os processos de interação nos dois tipos de estruturas são diferentes, nos ecossistemas as interações são naturais, condicionadas pelo funcionamento dos mesmos, enquanto que nos

agroecossistemas os processos são artificializados pela ação antrópica, ou seja, são processos induzidos a um objetivo, que nesse caso é a produção agrícola.

Na Tabela abaixo é possível entender como os processos ecológicos acontecem nos ecossistemas naturais comparado aos agroecossistemas.

Tabela 1 - Diferenças estruturais e funcionais importantes entre ecossistemas naturais e agroecossistemas

	Ecossistemas naturais	Agroecossistemas
Produtividade líquida	Média	Alta
Interações tróficas	Complexas	Simples, lineares
Diversidade de espécies	Alta	Baixa
Diversidade genética	Alta	Baixa
Ciclos de nutrientes	Fechados	Abertos
Estabilidade (resiliência)	Alta	Baixa
Controle humano	Independente	Dependente
Permanência temporal	Longa	Curta
Heterogeneidade do habitat	Complexa	Simples

Fonte: Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. (Gliessman, 2005).

4.4. Modernização Agrícola no Brasil e os Impactos Ambientais

Em 1950, iniciou-se no Brasil o processo de modernização do meio rural, que foi acentuado a partir da década de 1960, principalmente nas regiões Sul e Sudeste e expandiu para as demais regiões a partir da década de 1970 (TEIXEIRA, 2005). Essa modernização se deu, principalmente, por causa da inserção dos pacotes tecnológicos da Revolução Verde e, embora tenha trago um considerável aumento na produção agrícola, acentuando a exportação e contribuindo para o crescimento da economia nacional, também se apresentou de maneira excludente, beneficiando apenas algumas partes da produção, principalmente aquelas voltadas à exportação, e somente atendia aos interesses da elite rural (TEIXEIRA, 2005).

Com esse processo de modernização, nota-se que a *Natureza* não apresenta mais limites para a produção agropecuária, a partir desse momento é como se a *Natureza* fosse um produto produzido pelo sistema capitalista, adequando-a para obter mais lucros, a partir das conquistas tecnológicas da sua própria indústria (SILVA, 1990). Portanto, o objetivo dessa modernização era passar de uma agricultura tradicional, dependente da natureza e praticada por meio de técnicas rudimentares, para um modelo de agricultura mecanizada (TEIXEIRA, 2005).

Conseqüentemente, as práticas agrícolas fomentadas pela modernização tecnológica tendem a comprometer a produção futura pela alta produtividade no presente. Em vista disso,

ficou evidente que os pontos necessários para manter esse modelo, que são explorados indevidamente, prevê o colapso desse sistema. Gliessman (2005) aponta que todos os países em que a “Revolução Verde” foram adotados em larga escala apresentou declínios na taxa de crescimento anual do setor agrícola.

Com isso, são muitas as maneiras pelas quais a agricultura convencional acaba afetando a produtividade ecológica do futuro, os recursos naturais que mantêm a atividade agrícola como a água, o solo e a atividade genética, são explorados em demasia e conseqüentemente degradados; os processos ecológicos globais, essenciais para esse setor, são constantemente alterados (GLIESSMAN, 2005).

As práticas de manejo dessa agricultura mecanizada resultam em degradação do solo, desperdício e uso exagerado de água, poluição do ambiente, dependência de insumos externos, perda da diversidade genética, perda do controle local sobre a produção agrícola, desigualdade global etc (GLIESSMAN, 2005). Muitos inseticidas usados indiscriminadamente causam a diminuição de espécies polinizadoras, inimigos naturais das pragas, borboletas e besouros, aves e a biota do solo em paisagens agrícolas, organismos dos quais fornecem serviços ecológicos fundamentais para a atividade agrícola (ALTIERI; NICHOLLS, 2020).

Conseqüentemente, essa perda significativa da biodiversidade acaba custando centenas de bilhões de dólares anuais na produção de cultivos e também na saúde humana, declarando os efeitos dos agrotóxicos sobre humanos e ecossistemas (ALTIERI; NICHOLLS, 2020). Além disso, o mapa Global Assessment of Soil Degradation (GLASOD), incluído no relatório Nosso Futuro Comum (Brundtland, 1987), estimou que a perda de solos agrícolas se dê a uma taxa de 6 a 7 milhões de hectares por ano.

Nos países em desenvolvimento, como o Brasil, a modernização agrícola levou a uma perda de segurança alimentar, isso se deve porque houve uma ruptura das comunidades tradicionais e seus sistemas diversificados de produção de alimentos em vista da padronização alimentar (SANTILLI, 2009; ALTIERI; NICHOLLS, 2020). Muitos desses países estão abdicando de sua agrobiodiversidade em prol de um sistema alimentar globalizado que oferta alimentos processados e ultra processados, com alta densidade de energia e pobres em micronutrientes. Conseqüentemente, a obesidade e doenças crônicas relacionadas a essas dietas aumentam por todo o planeta (ALTIERI; NICHOLLS, 2020).

4.5. Agroecologia

Ao longo do século XX foram discutidas diversas formas de se fazer a agricultura de um modo sustentável, no entanto, muitas dessas formas acabaram sendo generalizadas e rotuladas como “agriculturas alternativas”, sendo assim, ignoradas suas especificidades (CAMARGO, 2007). No entanto, quando essas “agriculturas alternativas” são praticadas sobre o capitalismo, há em muitos casos a continuidade do padrão vigente. Tornando os agricultores e agricultoras reféns das grandes corporações transnacionais, com isso, comprometendo a autonomia financeira e cultural dos mesmos (CAPORAL e COSTABEBER, 2004).

Atualmente, o movimento ambientalista vem abarcando com mais frequência em seus debates a questão dos impactos socioambientais salientados pelos nossos modelos agrícolas convencionais e industriais. Entre os impactos mais relevantes e severos, encontram-se a crescente dependência de combustíveis fósseis e a baixa eficiência energética; contaminação de alimentos e meio ambiente; a degradação dos recursos naturais; o uso crescente de agrotóxicos e fertilizantes químicos; a diminuição da biodiversidade com a simplificação dos agroecossistemas; o impacto negativo sobre a saúde dos agricultores e dos consumidores; a perda de técnicas, da cultura e de saberes tradicionais; e o aumento do êxodo rural e da pobreza rural (SARANDON, 2019).

Embora esses e demais problemas causados pelos modelos agrícolas, principalmente os latifúndios e o agronegócio, vêm sendo intensificados desde o início da modernização da agricultura, não faz muito tempo que surgiu interesse no trabalho de interseccionar todas essas problemáticas - ambientais, econômicas, sociais, políticas e alimentar - e, buscar de fato alternativas que trabalhem com várias, ou até todas, essas dinâmicas.

A agroecologia vem como uma dessas alternativas, buscando uma mudança além das práticas de manejo ou a substituição dos insumos industriais, mas também uma transformação da sociedade como um todo. Essa proposta de agricultura tem suas raízes nos princípios da ecologia, priorizando em um primeiro momento as dimensões da agronomia e da ecologia (ALTIERI, 1998; GLIESSMAN, 1990) e, em seguida, abarcando as dimensões sociológica e política (GUZMÁN, CASADO et al., 2000).

O processo de construção de uma agricultura realmente sustentável, embora implique a substituição inicial de insumos, não se resume a isso, devendo passar, necessariamente, pelo fortalecimento da agricultura de base familiar, por profundas modificações na estrutura fundiária do País, por políticas públicas consistentes e coerentes com a emancipação de milhões de brasileiros da miséria e pela revisão dos pressupostos epistemológicos e metodológicos que guiam ações de pesquisa e desenvolvimento. (MOREIRA; CARMO, 2004).

Está cada vez mais explícito que a agricultura moderna é insustentável, pois não pode continuar a produzir comida suficiente, a longo prazo, devido aos impactos que causam no planeta (GLIESSMAN, 2005). Gliessman (2005) diz que a agricultura convencional está construída em cima de dois pilares: a maximização da produção e do lucro. Buscando alcançar essas metas, uma grande quantidade de práticas foram desenvolvidas, no entanto, foi ignorado as consequências que essas atividades poderiam trazer ao meio ambiente e a dinâmica ecológica dos agroecossistemas. As seis práticas básicas desse modelo de produção são: cultivo intensivo do solo, monocultura, irrigação, aplicação de fertilizantes inorgânicos, controle químico de pragas e manipulação genética de plantas cultivadas (GLIESSMAN, 2005).

De um lado existem modelos que priorizam a produção de commodities para exportação, modelos esses que esgotam os recursos naturais, são socialmente injustos e geram pouco trabalho no campo (SANTILLI, 2009). E do outro, existem modelos que buscam se relacionar com a natureza de forma mais equilibrada, dando o protagonismo para o meio ambiente e para formas socialmente justas de trabalho.

A agroecologia, ao contrário da agricultura convencional, é um resgate de técnicas há muito tempo esquecidas, devido aos processos de colonização e padronização da agricultura, mas além disso, também é o resgate da tradição. Não existe um modelo específico de como implantá-la, é estudada cuidadosamente para cada região, levando em consideração suas dinâmicas individuais para inserir um modo de trabalhar na terra que seja mais justo com o trabalhador e a trabalhadora rural, com o meio ambiente e com os consumidores. Embora, muitas vezes, a agroecologia seja lida simplificada como um processo onde apenas se faz a troca dos insumos e busca conciliar a produção agrícola com a conservação dos recursos naturais, é muito mais que isso.

Há uma busca em relacionar os diferentes conhecimentos (tradicional, científicos e técnicos) e, não só na agricultura, mas para alcançar uma transformação social. Portanto, a agroecologia fornece as bases científicas, metodológicas e técnicas para uma nova *revolução agrária* no mundo inteiro (ALTIERI, 2012). Pois os agroecossistemas fundados com a agroecologia são biodiversos, resilientes, eficientes do ponto de vista energético, socialmente justos e também formam os pilares para uma estratégia energética, além de serem produtivos e ligados à noção de soberania alimentar (ALTIERI, 2012).

4.6. Agroecologia e Sua Importância

A agroecologia propõe o redesenho dos agroecossistemas, com isso, se adaptando às dinâmicas de cada região. Consequentemente, busca se emancipar desse modelo de agricultura colonialista para um modelo mais diverso, buscando a valorização e produção dos alimentos tipicamente brasileiros e, é realizada por camponeses e famílias de agricultores rurais e urbanos, a partir dos recursos locais, da inovação local e de formas de energia mais sustentáveis (ALTIERI, 2012).

A agroecologia busca ir além das práticas agrícolas, entende que é necessário ocorrer grandes transformações na agricultura. Emancipa a agricultura das grandes empresas de agroquímicos e de insumos e energia externa. Além disso, as práticas agroecológicas de manejo causam o menor impacto possível no ambiente, restauram solos degradados, mantêm a produtividade e fertilidade do solo e contribuem para armazenar água (PRIMAVESI, 2016).

Adicionalmente, a agroecologia gera uma economia saudável para o agricultor ou agricultora; valoriza as espécies brasileiras; tem um caráter de restauração; preserva os recursos naturais; presa por circuitos curtos de comercialização, assim contribuindo para a valorização do trabalho no campo; contribui para o beneficiamento dos alimentos pelos próprios agricultores e agricultoras, oferta alimentos saudáveis para toda a população e suas práticas de manejo conservam o solo e água, recursos que são extremamente importantes para a agricultura (ALTIERI, 2012).

Portanto, a agroecologia se torna importante por ser uma ciência e prática que busca construir um mundo ecologicamente equilibrado. Além de melhorar a qualidade de vida dos agricultores e agricultoras e ofertar não só alimentos saudáveis para a população, mas também contribuir para a preservação da natureza. Consequentemente, gera autonomia financeira e cultural para os agricultores e agricultoras.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. Sistemas Agroflorestais - SAF

Os sistemas agroflorestais (SAF) referem-se a uma grande variedade de uso da terra, onde é consorciado árvores e arbustos com cultivos agrícolas, pastagens e/ou animais, servem para diferentes propósitos e é uma opção de manejo viável para a natureza (RIBASKI; MONTOYA; RODIGHERI, 2001). Para Schuler (2018), os sistemas agroflorestais são práticas que permitem

alinhar a produção agrícola com a manutenção das funções ecossistêmicas que garantem o bem-estar humano.

Os SAF são vistos por muitos pesquisadores como uma imitação do ambiente natural, a partir da consorciação de várias espécies dentro de uma área, aumentando a diversidade do ecossistema e conseqüentemente, aproveitando as interações benéficas entre as plantas de diferentes ciclos, portes e funções (SANCHEZ, 1995; YOUNG, 1997).

Gliessman (2005) pontua que com o SAF se tem uma nova abordagem da agricultura e do desenvolvimento agrícola, baseado em aspectos de conservação de recursos da agricultura tradicional local e que consiga explorar conhecimentos e métodos ecológicos modernos. Em seu livro, *Agroecologia: processos ecológicos* (2005), Gliessman afirma: *"Esta abordagem é configurada na ciência da agroecologia, que é definida como a aplicação de conceitos e princípios ecológicos no desenho e manejo de agroecossistemas sustentáveis."*

Não existe na literatura um modelo específico de sistema agroflorestal para ser aplicado, isto se deve porque diferente da agricultura convencional, os SAF são desenhados a partir das dinâmicas de cada região. Além disso, a construção de um sistema agroflorestal deve ser embasado na cultura e necessidades daqueles que irão trabalhar com o manejo do sistema no dia-a-dia. Segundo Nair (1986), o sistema agroflorestal é um exemplo específico de práticas agroflorestais encontradas em uma determinada área ou localidade, de acordo com a composição biológica e arranjo, o nível tecnológico de manejo e as características socioeconômicas.

Um dos objetivos desses sistemas é criar diferentes estratos vegetais, e imitar um bosque natural. Nesses sistemas as árvores e os arbustos são considerados elementos estruturais básicos e a chave para alcançar a estabilidade do sistema, isso se deve porque exercem uma influência no processo de ciclagem de nutrientes e no aproveitamento da energia solar (RIBASKI; MONTOYA; RODIGHERI, 2001). Além disso, os SAF buscam otimizar o uso da terra, conciliando a produção florestal com a produção de alimentos, assim conservando o solo e diminuindo a pressão pelo uso da terra para a produção agrícola (ref).

Alguns pesquisadores como Montoya (2000) e Sánchez (2000) afirmam que os sistemas agroflorestais respondem, em partes, a problemas de desmatamento e degradação de diferentes ecossistemas. Por meio desse sistema é realizado um melhor aproveitamento dos diferentes tipos de estratos da vegetação, com isso, obtendo-se uma diversificação da produção, do uso da terra, da mão-de-obra, da renda e da produção de serviços ambientais, além disso, também se apresentam bem eficientes como reservatórios de gás carbônico (CO₂) e auxiliarem na

recuperação de solos marginais e/ou degradados (RIBASKI; MONTOYA; RODIGHERI, 2001).

Miguel Altieri (2012), apresenta os sistemas agroflorestais incorporando quatro características:

- 1) **Estrutura:** a grande diferença entre os sistemas agroflorestais e a agricultura convencional é a sua composição, que combina árvores, plantas anuais e animais;
- 2) **Sustentabilidade:** os sistemas agroflorestais têm a capacidade de otimizar os efeitos benéficos das interações entre as espécies arbóreas, anuais e animais. Como os SAF's buscam "*imitar*" os ecossistemas naturais, usando-os de modelo e aplicando suas características ecológicas nos sistemas produtivos, espera-se que mantenha a produtividade a longo prazo sem degradar o solo. Isso se torna uma característica fundamental, principalmente quando aplicado em áreas de qualidade marginal e baixa disponibilidade de insumos;
- 3) **Aumento da produtividade:** nesse sistema é estimulado as relações de complementaridade entre os componentes produtivos, melhorar as condições de crescimento e o uso eficientes dos recursos naturais, com isso, espera-se que a produção nos sistemas agroflorestais seja maior que em sistemas convencional;
- 4) **Adaptabilidade socioeconômica/cultural:** embora os sistemas agroflorestais possam ser apropriados a uma ampla faixa de tamanhos de propriedades e condições econômicas, seu potencial é mais reconhecido para os pequenos e pequenas agricultoras, localizadas em áreas pobres e marginais dos trópicos e subtropicais. Os pequenos e pequenas agricultoras muitas vezes não possuem a renda necessária para migrarem para tecnologias agrícolas modernas, além disso, o fato de estarem à margem das pesquisas agrícolas e de não terem poder político e social definido faz com que sejam mais abertos a tentarem a transição agroecológica.

5.2. Classificação dos Sistemas Agroflorestais

Os sistemas agroflorestais são classificados de diversas maneiras: de acordo com sua estrutura espacial, desenho no tempo, importância relativa e a função dos diferentes componentes, objetivos da produção e características socioeconômicas predominantes

(ENGEL, 1999). Quanto à sua composição, os sistemas agroflorestais podem ser classificados da seguinte forma (MEDRADO, 2000):

- a) **Sistemas Agrossilviculturais:** árvores + culturas;
- b) **Silvipastoris:** árvores + animais; e
- c) **Agrossilvipastoris:** árvores + culturas + animais.

Uma das classificações mais usadas é a que se baseia no tipo de componentes incluídos e na associação entre eles, essa classificação é mais didática, por ser descritiva, o nome de cada sistema indica os principais componentes, dando uma ideia da fisionomia e principais objetivos e funções (ENGEL, 1999):

- a) **Sistemas agroflorestais sequenciais:** quando os cultivos agrícolas anuais e as plantações de árvores se sucedem no tempo. Nesta categoria incluem os sistemas de agricultura migratória com intervenção e manejo de capoeiras; sistema silviagrícola rotativo (capoeiras melhoradas com espécies arbóreas de rápido crescimento); sistema Taungya (cultivos anuais consorciados apenas temporariamente com árvores, durante os primeiros anos de implantação);
- b) **Sistemas agroflorestais simultâneos:** são os que possuem integração simultânea e contínua de cultivos anuais e perenes, árvores madeiráveis ou de uso múltiplo e/ou pecuária. Incluem: associações de árvores com cultivos anuais ou perenes; hortos caseiros mistos e sistemas agrossilvipastoris;
- c) **Sistemas complementares (cercas vivas e quebra-vento):** fileiras de árvores para delimitar uma propriedade ou gleba ou servir de proteção para outros componentes e outros sistemas. São considerados complementares às outras duas categorias, pois podem estar associados a sistemas sequenciais ou simultâneos.

Nos sistemas sequenciais, os componentes arbóreos e não-arbóreos se encontram, pelo menos parcialmente, separados no tempo, alternando-se períodos de cultivos anuais com pousio e nos sistemas simultâneos, os componentes agropecuários e florestais sempre se encontram presentes em uma mesma unidade do terreno (ENGEL, 1999).

5.3. Benefícios dos Sistemas Agroflorestais

Os sistemas agroflorestais (SAF) podem se apresentar como práticas de manejo mais sustentáveis, fomentando um desenvolvimento rural sustentável, recuperando áreas degradadas e gerando múltiplos serviços ecossistêmicos. Os sistemas agroflorestais são como “imitações” dos ecossistemas naturais, por buscar reproduzir ao máximo os processos que acontecem na natureza possui práticas de manejo que impactam o mínimo possível o ambiente e que contribuem para a preservação do solo e da água.

No SAF a quantidade e a qualidade da água são mantidas e conservadas por conta da presença das árvores (RIGHI *et al.*, 2015). As árvores possuem a capacidade de influenciar no ciclo hidrológico incrementando a chuva, a redução do escoamento, o aumento da infiltração e a retenção e transpiração da água no solo (BEER *et al.*, 2003). Além disso, os SAFs podem contribuir para a conservação da água, pois retém os poluentes e melhoram as qualidades da água (física, química e biológica), incrementam a capacidade de armazenamento da água nos agroecossistemas reduzindo os picos máximos, auxilia a estabilizar os taludes e ribeiras de córregos, litorais e outras áreas frágeis, reduzem as enchentes e a sedimentação dos reservatórios e as perdas por lixiviação e em zonas de secas, redistribuem água profunda na zona radicular (JIMENEZ *et al.*, 2001).

Atualmente, já se sabe que o sistema agrícola capaz de auxiliar o ser humano a enfrentar os desafios do futuro é os que se baseiam em princípios agroecológicos, que são altamente diversificados e resilientes, ofertando rendimentos razoáveis e serviços ecossistêmicos (ALTIERI; NICHOLLS, 2020). A agroecologia busca restaurar as paisagens agrícolas, com isso, enriquecendo a matriz ecológica e seus serviços (ALTIERI; NICHOLLS, 2020).

Entre os principais benefícios do SAF podemos citar: a recuperação de áreas degradadas; a rotação de culturas; a reestruturação física do solo e maior teor de matéria orgânica; a redução de pragas, doenças e plantas daninhas; o aumento da capacidade de armazenamento da água no solo; a produção de biomassa produzida pelas árvores que podem ser usadas para cobrir o solo; o uso de árvores com raízes mais profundas que facilita a mobilização dos nutrientes lixiviados nas camadas mais profundas do solo; promove cobertura do solo contra o vento, a insolação e a água; auxilia a atividade biológica do solo pelo uso da matéria orgânica; protege as plantas; o uso de espécies leguminosas e matéria verde ajuda na recuperação de solos degradados; o sistema florestal contribui para o sequestro de carbono; devido aos diferentes tipos de raízes facilita a infiltração de água superficial abastecendo o lençol freático e aumentando a produção de água, além disso, por meio da diversidade de produção acaba gerando maior segurança financeira (ALTIERI, 2012).

5.4. Transição Agroecológica

Atualmente, está explícito que a agricultura convencional, baseada no uso excessivo de insumos químicos, vai vir a sofrer uma crise brutal. Esse modelo de agricultura não aguenta por muitos anos, devido aos problemas que causam nos solos, deixando-os improdutivos devido aos manejos inadequados. Por isso, os pequenos e pequenas agricultoras vêm desejando transicionar para modelos de produção mais sustentáveis, no entanto, essa passagem precisa de assistência técnica rural, fomento do governo, apoio da sociedade civil e pesquisas na área. A transição agroecológica precisa ser realizada lentamente, tomando todo o cuidado para não se tornar uma passagem radical, com pouco estudo e planejamento.

Não podemos esquecer que a terra está contaminada e dependente dos insumos químicos. Ao redor continuam as práticas da monocultura e do uso intensivo de venenos. O pequeno agricultor não é uma ilha. As práticas dos vizinhos afetam as suas. E muitos conhecimentos básicos de uma agricultura diversificada, ecológica e sem venenos foram esquecidos. E entre um prejuízo insuportável para o pequeno agricultor e o uso de alguma técnica ou insumo da “revolução verde”, ele não tem alternativas a não ser continuar usando (GUTERRES, 2006: 18).

Portanto, a transição agroecológica deve ser realizada tendo em vista a realidade e as condições do pequeno e pequena agricultora. Deve ser levado em consideração as especificidades de cada região, suas dinâmicas sociais, culturais, ambientais, políticas e econômicas. Quando planejada levando em consideração as pessoas que irão trabalhar/manejar ela futuramente, diminui a quantidade de erros que possam fazer os agricultores e agricultoras voltarem aos seus métodos de manejos convencionais. É necessário ir trabalhando aos poucos e ir reforçando a partir de práticas concretas os elementos que diminuem a dependência e aumentam a autonomia do camponês e da camponesa na construção de um novo jeito de produzir na terra (GUTERRES, 2006).

Ivani Guterres (2006) descreveu os motivos do caminho para a transição ser lenta e bem planejado:

- a terra que usamos está contaminada por adubos químicos e pelo uso de venenos;
- as sementes “melhoradas” pelas empresas multinacionais são viciadas pelo pacote químico e substituí-las completamente é um processo demorado;
- o meio ambiente, especialmente o solo, ao nosso redor está desequilibrado, e os insetos, fungos e plantas concorrentes, indicadoras (ditas “daninhas”), estão fora de controle;

- nós não temos recursos financeiros sobrando para arcar com três, quatro anos de transição de uma agricultura para outra, bancando eventuais prejuízos;
- não dispomos de conhecimentos suficientes que nos deem segurança para enfrentar todos os problemas e desafios que nos surgem no dia-a-dia;
- não temos assistência técnica e pesquisa suficiente na área agroecológica para acompanhar todos os pequenos agricultores que iniciam um processo de passagem, de transição.

As razões que Guterres trás, demonstra uma maneira de construir de forma devagar um novo jeito de produzir que melhora as condições dos agricultores e agricultoras, contribuindo para melhorar as condições de vida no campo e também, a produção de alimentos saudáveis para os consumidores, portanto, fomentando a soberania alimentar. Os motivos que Guterres apresenta deixa explícito que a agroecologia não veio somente como um pacote de tecnologias para ser aplicado, mas também como um agente de transformações sociais, buscando levar equidade e sustentabilidade para o campo.

É importante que a transição seja vinculada a propostas que valorizem a mobilização e organização social; priorize o uso de metodologias participativas; valorize e intersecciona os diferentes saberes (científico, tecnológico e tradicional); que tenha uma visão holística, ou seja, que incorpore os processos socioeconômicos em sua relação com o ambiente; estimule dinâmicas de participação ativa das populações, com diagnóstico e planejamentos em conjunto; estimular parcerias em todos os níveis; respeitar as diferenças de gênero; de culturas; de grupos de interesses, buscar a inclusão social, tomar o agroecossistema como uma unidade básica de análise, planejamento e avaliação dos sistemas de produção agrícola; apoiar a implantação da Reforma Agrária e o fortalecimento da Agricultura Familiar (SILIPRANDI, 2002) e também fortalecer as políticas públicas que garantem uma assistência técnica rural com conhecimento em agroecologia.

Portanto, a transição agroecológica possui um caráter muito importante para gerar uma grande transformação no meio rural, tanto social quanto das práticas agrícolas. Contribuindo para um desenvolvimento sustentável em muitas das dimensões do campo.

5.5.Caminhos para a Transição Agroecológica

A transição ecológica envolve o processo de converter os sistemas agrícolas que possuem um baixo nível de sustentabilidade, para outros, que aos poucos incorporam níveis de

sustentabilidade e, conseqüentemente, complexidade. Gliessman (2005), elencou alguns princípios iniciais para a conversão a sistemas agrícolas sustentáveis:

- Mover-se de um manejo de nutrientes, cujo fluxo passa através do sistema, para um manejo baseado na reciclagem de nutrientes, com uma crescente dependência em relação a processos naturais;
- Usar fontes renováveis de energia, em vez das não renováveis;
- Eliminar o uso de insumos sintéticos não renováveis oriundos de fora da unidade produtiva, que podem potencialmente causar danos ao ambiente ou à saúde dos produtores, trabalhadores rurais ou consumidores. Quando for necessário, adicionar materiais ao sistema, usando aqueles que ocorrem naturalmente, em vez de insumos sintéticos manufaturados;
- Manejar pragas, doenças e ervas adventícias, em vez de "controlá-las";
- Restabelecer as relações biológicas que podem ocorrer naturalmente na unidade produtiva, em vez de reduzi-las ou simplificá-las;
- Estabelecer combinações mais apropriadas entre padrões de cultivo e o potencial produtivo e as limitações físicas da paisagem agrícola.

Os princípios levantados por Gliessman (2005), servem como uma gama de possibilidades e/ou sugestões de emprego de tecnologias que podem possibilitar a conversão de agroecossistemas degradados pelo uso intensivo das práticas da agricultura convencional. A transição agroecológica ocorre sem uma estimativa temporal definida, isto é, o ritmo desse processo depende de muitas variáveis e, principalmente, das características dos agroecossistemas e do histórico de manejo dos mesmos (GUTERRES, 2006). Agroecossistemas que foram manejados por muito tempo utilizando insumos externos tem sua estabilidade e o equilíbrio ecológico afetados, portanto, dependeram de mais tempo para se converterem em agroecossistemas sustentáveis (GUTERRES, 2006).

Gliessman (2005) também apresentou níveis de transição agroecológica, esses níveis passaram a ser uma referência para explicitar como a conversão para agroecossistemas sustentáveis passa por uma série de etapas, ou de níveis, e esses níveis vão incorporando aos poucos graus crescentes de sustentabilidade. Os níveis vão ser apresentados abaixo:

Nível 1: O primeiro nível é aumentar a eficiência dos agroecossistemas em práticas convencionais, tendo como objetivo principal a redução do uso de recursos escassos ou de valor econômico elevado, ou também, que impactam o meio ambiente. Nesse nível, ainda é praticada a agricultura convencional, no entanto, buscando reduzir o uso de agroquímicos sintéticos,

como os adubos solúveis e, principalmente os agrotóxicos. Portanto, o objetivo central desse nível é o aumento da eficiência dos insumos utilizados na agricultura convencional, buscando racionalizar o uso destes produtos. Além de reduzir o uso dos agrotóxicos podem ser utilizados outros com menos impacto ao meio ambiente e a saúde humana e aos animais, também podem ser incorporados outros tipos de tecnologias que podem otimizar a produção e reduzir os insumos agrícolas externos e artificiais.

Nível 2: Neste nível ocorre a substituição de insumos e práticas convencionais por práticas alternativas. O objetivo desse nível é substituir os produtos e práticas baseados no uso intensivo de recursos e degradadores do ambiente por outros mais benéficos. Nesse nível acontece a incrementação da sustentabilidade, pois o objetivo não é apenas reduzir o uso de agrotóxicos, mas sim implementar o controle biológico, suprimindo então o uso dos agroquímicos.

Nível 3: Diferente dos outros níveis, neste há uma transformação dos agroecossistemas, denominado por Gliessman (2005) como: o redesenho. Este nível é um acúmulo dos níveis anteriores em termos de sustentabilidade e de certa forma, impulsiona uma mudança de comportamento dos agricultores que manejam os agroecossistemas. Esse nível busca uma estabilidade do sistema agrícola, sobretudo, a sustentabilidade ecológica, isto é, começa a aparecer características que são mais comuns em ecossistemas naturais, do que em um agroecossistema convencional. É nesse nível que o agroecossistema começa a funcionar com base em um novo conjunto de processos ecológicos.

Posteriormente, em outros trabalhos, Gliessman et. al. (2007) incluiu um quarto e último nível de conversão:

Nível 4: Este nível busca além de incorporar práticas mais sustentáveis, conectar diretamente o produtor e a produtora com o mercado consumidor, de modo a estabelecer uma cultura direcionada à sustentabilidade, considerando todos os componentes que integram o sistema produtivo. Neste nível, os consumidores além de consumirem os alimentos produzidos no local, também apoiam a conversão do sistema. Com isso, o contexto cultural, social e econômico desenvolve-se em apoio à manutenção da sustentabilidade dos sistemas agrários, possibilitando à comunidade local integrar-se e atuar nesse processo de transformação do sistema produtivo.

Enquanto nos primeiros dois níveis os objetivos são a redução e a maior eficiência no uso de insumos químicos sintéticos e também a substituição e a maior eficiência ecológica respectivamente, no terceiro nível é apresentado o redesenho do espaço e no quarto e último

nível tem a prevalência das relações sociais e as relações dos produtores com os consumidores. Neste último nível é possível observar que na transição agroecológica é valorizado as relações pessoais de consumo, diferente de como essas relações se constituem em outras estruturas de comercialização, onde os produtores e os consumidores possuem relações distantes, portanto são adicionadas as dimensões sociais, econômicas e culturais. Introduzindo essas dimensões no processo de transição agroecológica Gliessman (2007) busca discutir que não se pode apenas mudar as práticas de manejo e melhorar a eficiência ecológica, mas é necessário abarcar diferentes dimensões que podem contribuir para uma agricultura sustentável que valorize um modelo tradicional, social e ambientalmente viável.

O processo de transição agroecológica proposto em níveis por Gliessman (2005) muito se assemelha com os pontos levantados por Guterres (2006), quando este alerta sobre o processo de transição ser algo lento, planejado e redesenhado a partir das necessidades dos produtores e também da região. É necessário entender que a perspectiva agroecológica é muito mais do que somente a ecologia aplicada à agricultura, precisa assumir uma perspectiva cultural, à medida que inclui os seres humanos e seus impactos sobre os ambientes agrícolas (GLIESSMAN, 2007). Os sistemas agrícolas desenvolvem-se como o resultado da coevolução entre cultura e ambiente, portanto uma agricultura verdadeiramente sustentável valoriza o componente humano, o ecológico e a interdependência que pode desenvolver-se entre ambos (GLIESSMAN, 2005).

Caporal e Costabeber (2004), analisam a transição agroecológica através de uma perspectiva histórica, os autores afirmam que a primeira transição agroecológica foi a transição da agricultura tradicional para a convencional, esse processo também é conhecido como a modernização agrícola. Portanto, ao enxergarem o processo de transição agroecológica a partir do contexto histórico é discutido por Caporal e Costabeber (2004) que a transição agroecológica é um processo gradual e multilinear de mudança, ocorrendo através do tempo, nas formas de manejo dos agroecossistemas, que pode ser entendido como a passagem de um modelo agroquímico de produção a estilos de agricultura que buscam incorporar os princípios e tecnologias de base ecológica. A partir do ponto de vista dos autores citados anteriormente, nota-se que a transição agroecológica para eles depende da intervenção humana, por se tratar de um processo social, portanto é necessário também uma mudança nos valores dos atores sociais em relação ao manejo e conservação dos recursos naturais. Caporal e Costabeber (2004) elencaram algumas das mudanças que são necessárias para que possa ser realizado a transição do sistema agrícola atual para um sistema sustentável:

- Incrementar o investimento na pesquisa e na extensão rural agroecológica;
- Implementar políticas que reduzam os subsídios à agricultura convencional e que, especialmente, privilegiam a transição agroecológica;
- Melhorar a infraestrutura e serviços nas zonas rurais mais marginais;
- Dotar de oportunidades de mercados solidários aos pequenos agricultores;
- Assegurar o acesso à terra e a outros recursos produtivos;
- Estimular parcerias que favoreçam um processo participativo de extensão rural e que situe claramente aos agricultores familiares no centro da estratégia de desenvolvimento sustentável.

Tendo em vista que a agroecologia é um referencial teórico, que serve como orientação geral para as experiências de agricultura e, sendo o caráter local que dá a feição concreta dos princípios, a EMBRAPA elaborou o Marco Referencial em Agroecologia (2006), incorporando a agroecologia como um referencial e um suporte importante para o desenvolvimento de pesquisas e geração de tecnologias. Com isso, foi criado no mesmo documento uma proposta de transição agroecológica:

a) Transição interna ao sistema produtivo:

- Redução e racionalização do uso de insumos químicos;
- Substituição de insumos;
- Manejo da biodiversidade e redesenho dos sistemas produtivos.

b) Transição externa ao sistema produtivo:

- Expansão da consciência pública, organização dos mercados e infraestruturas;
- Mudanças institucionais (pesquisa, ensino, extensão) e formulação de políticas públicas integradas e sistêmicas sob controle social, geradas a partir de organizações sociais conscientes e propositivas.

5.6. Bases para o desenvolvimento do Desenho do Sistema Agroflorestal

Atualmente, há muitas discussões a respeito de tornar a agricultura mais autossuficiente e sustentável, no entanto, como lembrou Miguel Altieri (2012) ao pensar novas alternativas para a agricultura se esquece que é necessário um entendimento mais profundo da natureza, dos agroecossistemas e também dos princípios por trás desse funcionamento.

Gliessman (2005) apresentou alguns pontos que auxiliam a entender se uma agricultura é sustentável:

- teria efeitos negativos mínimos no ambiente e não liberaria substâncias tóxicas ou nocivas na atmosfera, água superficial ou subterrânea;
- preservaria e iria recompor a fertilidade, preveniria a erosão e manteria a saúde ecológica do solo;
- usaria a água de maneira que permitisse a recarga dos depósitos aquíferos e satisfizesse as necessidades hídricas do ambiente e das pessoas;
- dependeria, principalmente, de recursos de dentro dos agroecossistemas, incluindo comunidades próximas, ao substituir insumos externos por ciclagem de nutrientes, melhor conservação e uma base ampliada de conhecimento ecológico;
- trabalharia para valorizar e conservar a diversidade biológica, tanto em paisagens silvestres quanto em paisagens domesticadas; e
- garantiria igualdade de acesso a práticas, conhecimento e tecnologias adequadas e possibilitaria o controle local dos recursos agrícolas.

Dessa forma, a agroecologia surge como uma disciplina que disponibiliza os princípios ecológicos básicos sobre como estudar, projetar e manejar os agroecossistemas que ao mesmo tempo que sejam produtivos, conservem os recursos naturais e seja culturalmente adaptado, social e economicamente viável (ALTIERI, 2012). Portanto, a agroecologia se torna uma alternativa viável para quem está pensando em uma agricultura sustentável e que também busca trabalhar com as inter-relações entre todos os componentes e quer englobar as dinâmicas complexas dos processos ecológicos.

Miguel Altieri (1995), discute que para a agricultura poder alcançar a sustentabilidade ecológica a longo prazo o sistema de produção deveria: a) reduzir o uso de energia e recursos, a fim de obter uma relação alta de produção/investimento; b) reduzir as perdas de nutrientes, conter de forma efetiva a lixiviação e a erosão e, melhorar a reciclagem de nutrientes; c) estimular a produção local de cultivos adaptados natural e socioeconomicamente na região; d) manter uma produção que não abuse dos recursos naturais e também incluir processos e manejos que contribuem para diminuir a degradação do solo; e) é necessário reduzir os custos, aumentar a eficiência e viabilidade econômica para os pequenos e pequenas produtoras, promovendo então um sistema agrícola diversificado e flexível.

Portanto, no processo de transição agroecológica, uma das características fundamentais desse processo seria a “ecologização” da agricultura, assumindo as considerações de caráter ambiental e biofísico um papel determinante na escolha das práticas agrárias (COSTABEBER,

1998). Essa ecologização da agricultura vem com a intenção de explorar as complementaridades que existem entre a Agronomia e a Ecologia, buscando dessa forma gerar conhecimentos relevantes para acontecer uma melhoria dos métodos e técnicas utilizados na agricultura (COSTABEBER, 1998). A ecologização não vem como um modelo que deve ser seguido por todos, assim como foi a “Revolução Verde”, pelo contrário, é sobre assumir e respeitar as especificidades, potencialidades e limitações de cada ecossistema, ou seja, a ecologização é um processo dinâmico, contínuo, multilinear e em constante adaptação às condições de tempo e lugar.

Gliessman (2005) enfatiza que ao compreendermos as relações e os processos ecológicos que ocorrem na agricultura, passamos a manejar de forma que haja uma alta produtividade, ao mesmo tempo que o agroecossistema seja sustentável, reduzindo os impactos ambientais e sociais negativos e diminuindo o uso de insumos externos.

Para que seja possível a implantação de tais sistemas é importante aplicar alguns princípios ecológicos, Reijntjes *et al.*, (1992):

- Aumentar a ciclagem de biomassa e otimizar a disponibilidade e o fluxo equilibrado de nutrientes;
- Assegurar solo com condições favoráveis para o crescimento das plantas, particularmente por meio do manejo da matéria orgânica e do incremento de sua atividade biológica;
- Minimizar as perdas decorrentes dos fluxos de radiação solar, ar e água por meio do manejo do microclima, da captação de água e da cobertura do solo;
- Promover a diversificação inter e intra espécies no agroecossistema, no tempo e no espaço;
- Aumentar as interações biológicas e os sinergismos entre os componentes da biodiversidade promovendo processos e serviços ecológicos chaves.

Esses princípios podem ser aplicados através de diferentes técnicas e estratégias, a depender do contexto cultural, social e econômico da região. Cada um desses processos vai produzir um efeito diferente sobre a produtividade, a estabilidade e a resiliência do sistema, dependendo das condições locais, da disponibilidade de recursos e, em alguns casos, do mercado (ALTIERI, 2012). O principal objetivo da agroecologia é fazer interagir os diversos componentes do agroecossistema, aumentando sua eficiência biológica geral, a capacidade produtiva e também a autossuficiência (ALTIERI, 2012).

Miguel Altieri (2012) diz que os agroecossistemas precisam reproduzir a estrutura e a função dos ecossistemas naturais, para isso é necessário aplicar alguns processos ecológicos que auxiliam na otimização dos agroecossistemas, como:

- Fortalecer a imunidade do sistema (funcionamento apropriado do sistema natural de controle de pragas);
- Diminuir a toxicidade por meio da eliminação de agroquímicos;
- Otimizar a função metabólica (decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes);
- Equilibrar os sistemas regulatórios (ciclos de nutrientes, equilíbrio de água, fluxo de energia, regulação de populações etc);
- Aumentar a conservação e regeneração do solo, da água e da biodiversidade;
- Aumentar e manter a produtividade a longo prazo.

6. CONSTRUÇÃO DO SISTEMA AGROFLORESTAL PROPOSTO

"O que nasce grande é o monstro. O que é normal nasce pequeno."

Ivani Guterres (2016)

Como apresentado anteriormente, o processo de transição precisa acontecer de forma lenta e bem planejada, para não levar os agricultores e agricultoras a desistirem diante de algum desafio. Além disso, é necessário ser priorizado no início da transição o manejo do solo, visando sua recuperação quando degradado e, também, “limpando” esse sistema de possíveis vícios quando se é usado em grandes quantidades os produtos químicos.

Conseqüentemente, a transição agroecológica também depende do entendimento dos processos ecológicos que ocorrem nos agroecossistemas, portanto, é de suma importância que os agricultores compreendam estes processos desde o início, pois eles serão a base para a mudança e incorporação de outra prática de manejo. Para isso, será elaborado neste trabalho uma indicação de como iniciar e prosseguir com o sistema.

6.1 Por Onde Começar: o manejo do solo e a diversificação para a geração de imunidade

Na parte prática que envolve a transição agroecológica, é recomendado por diversos autores que o planejamento dos manejos se inicie com o solo (ALTIERI, 2012; GLIESSMAN, 2005; PRIMAVESI, 2009; GUTERRES, 2016). Isso se deve porque o solo, na agroecologia, é

visto como um ecossistema que está sujeito a transformações ininterruptas e, além disso, é a base da atividade agrícola (SANTILLI, 2009).

Por não ser visto pela agricultura convencional como um recurso que pode vir a ser degradado de forma irreversível pois ele pode receber aditivos químicos em cada ciclo de plantio, o solo como um ambiente ecologicamente produtivo vem sendo descartado pelas inovações tecnológicas e, devido ao uso intensivo, com práticas ecologicamente não sustentáveis, há a crescente perda de solos agricultáveis ao redor do planeta (GUERRA; JORGE, 2014).

Portanto, ao se planejar de forma prática a transição agroecológica, é necessário um olhar mais holístico para esse ecossistema que é responsável por produzir grande parte dos alimentos consumidos pelos seres vivos. Muitos autores relatam em suas metodologias de transição a preservação e conservação do solo como um dos fatores mais importantes no caminho para uma agricultura sustentável. Esse princípio norteou a discussão com os agricultores na área de estudo. Neste sentido, foram introduzidos os conceitos de alguns autores como Altieri (2012), que destaca que no processo de transição é necessário aumentar a conservação e regeneração do solo e também introduzir manejos para aumentar e manter sua produtividade a longo prazo. De acordo com Reijntjes *et al.* (1992), é importante assegurar um solo com condições favoráveis para o crescimento das plantas, através do incremento da atividade biológica e manejo da matéria orgânica.

Foram propostas ações que buscam atingir estas metas de manejo. A primeira foi o manejo da matéria orgânica considerado como um dos principais mecanismos que podem ser adotados para mantermos a saúde do solo, sua produtividade e fertilidade natural. A matéria orgânica é um alimento para a vida aeróbia do solo, auxiliando na agregação, criando o sistema poroso por onde entram ar e água que são indispensáveis para a produção vegetal (PRIMAVESI, 2009). A matéria orgânica presente no solo é formada por vários componentes distintos. O material vivo pode incluir raízes, microrganismos e pedofauna; e o material não vivo pode incluir a camada decomposta da superfície, raízes mortas, metabólitos microbianos e substâncias húmicas (GLIESSMAN, 2005). A matéria orgânica desempenha muitos papéis importantes e significativos para quem busca uma agricultura sustentável. Além de fornecer a fonte mais óbvia de nutrientes para o crescimento das plantas, ela constrói, promove, protege e mantém o ecossistema do solo (GLIESSMAN, 2005). Dependendo das práticas de manejo e cultivo que são utilizadas, as características citadas podem ser rapidamente alteradas, tanto para

melhor, quanto para pior. Algumas formas de manejo da matéria orgânica do solo foram propostas:

- a) **Adubação Verde:** A adubação verde tem por finalidade preservar ou restaurar os teores de matéria orgânica e de nutrientes do solo (SILVA et al., 1999). Por isso, o uso de adubação verde influencia na melhoria das propriedades do solo, porque interfere de forma positiva nas características físicas (NASCIMENTO, et al., 2005), químicas (BUZIRANO et al., 2009) e biológicas (RAGOZO et al., 2006). Conseqüentemente aumenta a produtividade, além disso, já existem estudos comprovando a recuperação da fertilidade de solos degradados a partir do uso da adubação verde (ALCÂNTARA et al., 2000). A adubação verde também auxilia a aumentar a quantidade de microrganismos do solo; deixa a terra mais úmida e mais fresca; melhora a infiltração da água; deixa a terra mais porosa; fornece nitrogênio; e descompacta o solo (Fichas Agroecológicas, 2016). As principais famílias usadas como adubação verde são: Leguminosas, Gramíneas, Asteraceae e Brássicas (Fichas Agroecológicas, 2016).

- b) **Cobertura (*mulch*):** A cobertura pode ser realizada a partir de restos de culturas picadas, pode ser usada palha e folhas secas, a depender da disponibilidade da região. O uso da cobertura é importante pois cria uma proteção contra o aquecimento, o dessecamento e o impacto das chuvas, um fator importante nos trópicos, evitando que o solo forme uma crosta superficial ou uma camada adensada (*hardpan*) em pouca profundidade, limitando o espaço das raízes (PRIMAVESI, 2016). Além disso, a cobertura auxilia a manter a temperatura do solo mais baixa e é possível colher razoavelmente quando o solo estiver seco (PRIMAVESI, 2016).

A segunda foi incorporar outros conceitos fundamentais da prática agroecológica que é proporcionar ambientes equilibrados, rendimentos sustentáveis, fertilidade do solo e a regulação natural das pragas, isso se dá por meio de agroecossistemas diversificados e bem planejados, usando tecnologias com baixos insumos externos (GLIESSMAN, 1998). Portanto, policultivos, sistemas agroflorestais e demais métodos de diversificação acabam imitando processos ecológicos naturais, por isso que a sustentabilidade dos agroecossistemas complexos, como os SAF's, se baseia nos mesmos modelos ecológicos que eles seguem (ALTIERI, 2012). Desenvolvendo agroecossistemas que se baseiam em ecossistemas naturais, obtemos um

melhor aproveitamento do uso da radiação solar, dos nutrientes do solo e da chuva (PRETTY, 1994).

Segundo Altieri (2012):

“O manejo agroecológico deve intensificar a ciclagem de nutrientes e de matéria orgânica, otimizar os fluxos de energia, conservar a água e o solo e equilibrar as populações de pragas e inimigos naturais. A estratégia explora as complementaridades e os sinergismos que resultam de várias combinações de cultivos, árvores e animais, em arranjos espaciais e temporais diversos.”

Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável, p.109. (Altieri, 2012)

Em resumo, quando aumentamos o nível de interações entre vários componentes bióticos e abióticos estamos fornecendo um manejo mais eficiente dos agroecossistemas (ALTIERI, 2012). Altieri e Nicholls (1999), acreditam que ao promovermos uma biodiversidade funcional, desencadeamos um sinergismo que subsidiam os processos do agroecossistema por meio de serviços ecológicos, como a ativação biológica do solo, a ciclagem de nutrientes, o aumento dos organismos benéficos e dos antagonistas, entre outros.

Altieri (2012), citou alguns mecanismos que podem ser utilizados para melhorar a imunidade do agroecossistema:

- Aumentar as espécies de plantas e a diversidade genética no tempo e no espaço;
- Melhorar a biodiversidade funcional (inimigos naturais, antagonistas etc.);
- Incrementar a matéria orgânica do solo e a atividade biológica;
- Aumentar a cobertura do solo e a capacidade de supressão da vegetação espontânea; e
- Eliminar agrotóxicos e seus resíduos.

Atualmente, existem muitas estratégias para auxiliar na restauração da agrobiodiversidade no tempo e no espaço, incluindo rotação de culturas, cultivos de cobertura, policultivos/consórcios e integração com a criação animal (ALTIERI, 2012). Esses mecanismos de diversificação apresentam características em comum, mantêm a cobertura vegetal com o intuito de conservar a água e o solo; fornecem matéria orgânica regularmente; auxilia a aumentar os mecanismos de ciclagem de nutrientes; e regulam as populações de insetos-pragas (ALTIERI, 2012).

O arranjo do SAF consiste, principalmente, na distribuição das espécies no tempo e no espaço, isto é, a densidade de plantas e a sua disposição na área e a distribuição no tempo.

Portanto, os componentes vegetais que integram o arranjo/desenho do saf devem possuir algumas características, como (FRANKE et al., 2000):

- estar adaptado às condições ecológicas da região;
- possuir ciclos de vida diferenciados;
- possuir períodos de safra (produção) diferenciados;
- não produzir efeitos alelopáticos;
- fornecer benefícios mútuos;
- preferencialmente ser de uso conhecido pelo/a agricultor agricultora;
- não ser muito agressivos e exigentes em água e nutrientes;
- possuir mercado atual ou potencial; e
- ter condições de escoamento e perecibilidade compatíveis com a realidade local.

Quando se trabalha com o consórcio de culturas diferentes é importante fazer um planejamento espacial dessas plantas e inclusive da sua relação com o tempo, (ARMANDO, 2002). Esses arranjos combinam as necessidades de luz, o porte, a forma do sistema radicular de cada planta e o seu comportamento no tipo de clima e de solo da região em que está trabalhando. Também é levado em consideração a interação entre essas plantas ao longo do tempo e dentro do espaço disponível.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1. Desenho Proposto

A transição agroecológica deve ocorrer de forma cuidadosa e bem planejada porque a experiência tem mostrado que quando acontece de forma abrupta e algo dá errado de início, há grandes chances dos agricultores e agricultoras voltarem à antiga forma de produzir. Devido a isso, a proposta apresentada neste trabalho é que a transição ocorra em módulos, para assim criar um planejamento seguro e que dê a oportunidade dos produtores e produtoras experimentarem manejos e espécies de plantas que se adaptam melhor à região.

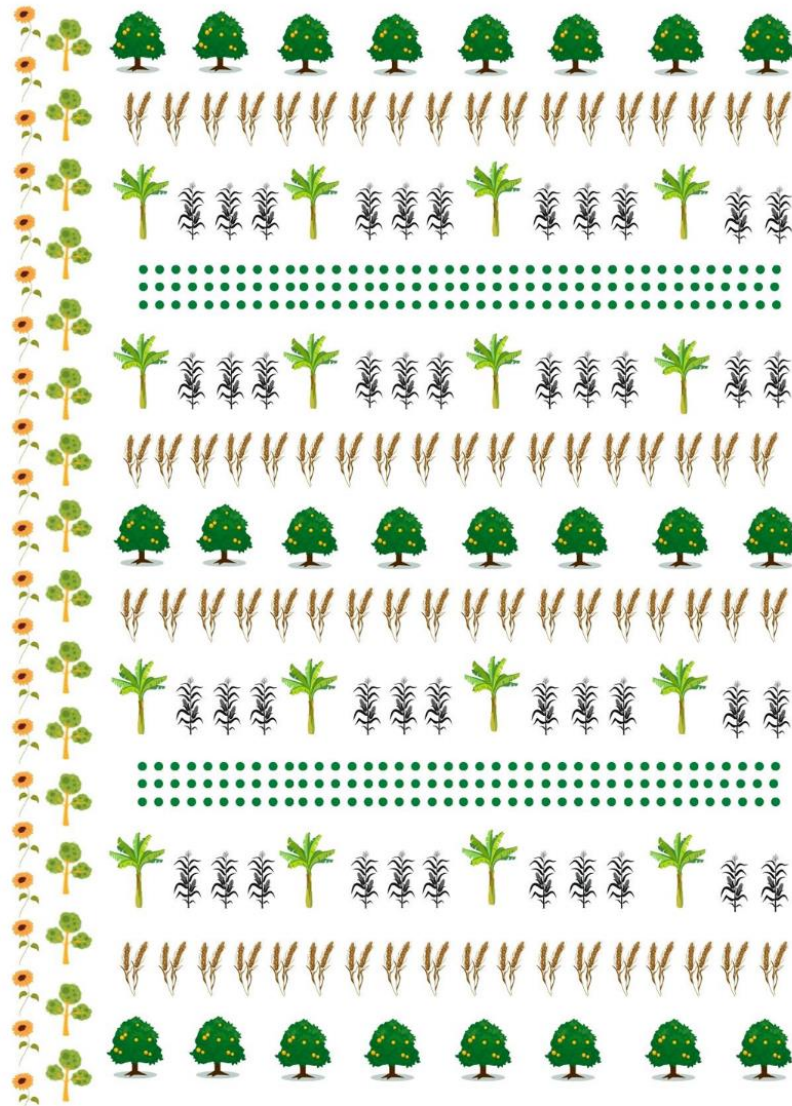
Nesse caso, os primeiros módulos podem ser implantados em áreas da propriedade que não estejam sendo usadas no momento e, aos poucos, conforme é compreendido esse novo jeito de produzir, os módulos vão sendo inseridos pela propriedade, até enfim completar toda a transição. Uma das vantagens de realizar esse processo em módulos é que conforme as implantações vão sendo realizadas a quantidade de insumos externos inseridos no sistema

agroflorestal vai diminuindo, porque com o tempo os primeiros módulos vão ser capazes de suprir as necessidades dos futuros (GUTERRES, 2016).

Os desenhos propostos aqui são classificados como sistemas agroflorestais simultâneos e complementares, isto é, sua composição vai ser a associação de árvores com cultivos anuais e/ou perenes e, para complementar, os desenhos apresentam também o quebra-vento que vai exercer a função de proteção do interior do sistema.

É importante salientar que as propostas expostas aqui foram realizadas a partir do estudo dos processos para a transição agroecológica que já foram apresentadas neste trabalho e pensadas para um cenário específico, que é o Assentamento XX de Novembro. De maneira alguma os desenhos propostos são modelos a serem seguidos, mas sim sugestões de como o processo pode ser realizado para melhorar a fertilidade e produtividade do solo, ao passo que também contribui com a infiltração e o armazenamento da água na região. Portanto, não será apresentado nos desenhos os espaçamentos e espécies vegetais que seriam usadas, porque a escolha precisa ser realizada por aqueles que vão trabalhar com o sistema, devido a isso, as espécies vão ser sugeridas em grupos, relacionados às suas características e a partir disso os produtores e produtoras podem escolher o que cumprem com suas necessidades. É importante ressaltar que cada uma das propostas representa arranjos espaciais diferentes para os módulos e podem ser repetidos ou implantados em sequência.

Figura 1 – Sistema agroflorestal proposto I (arranjo espacial).

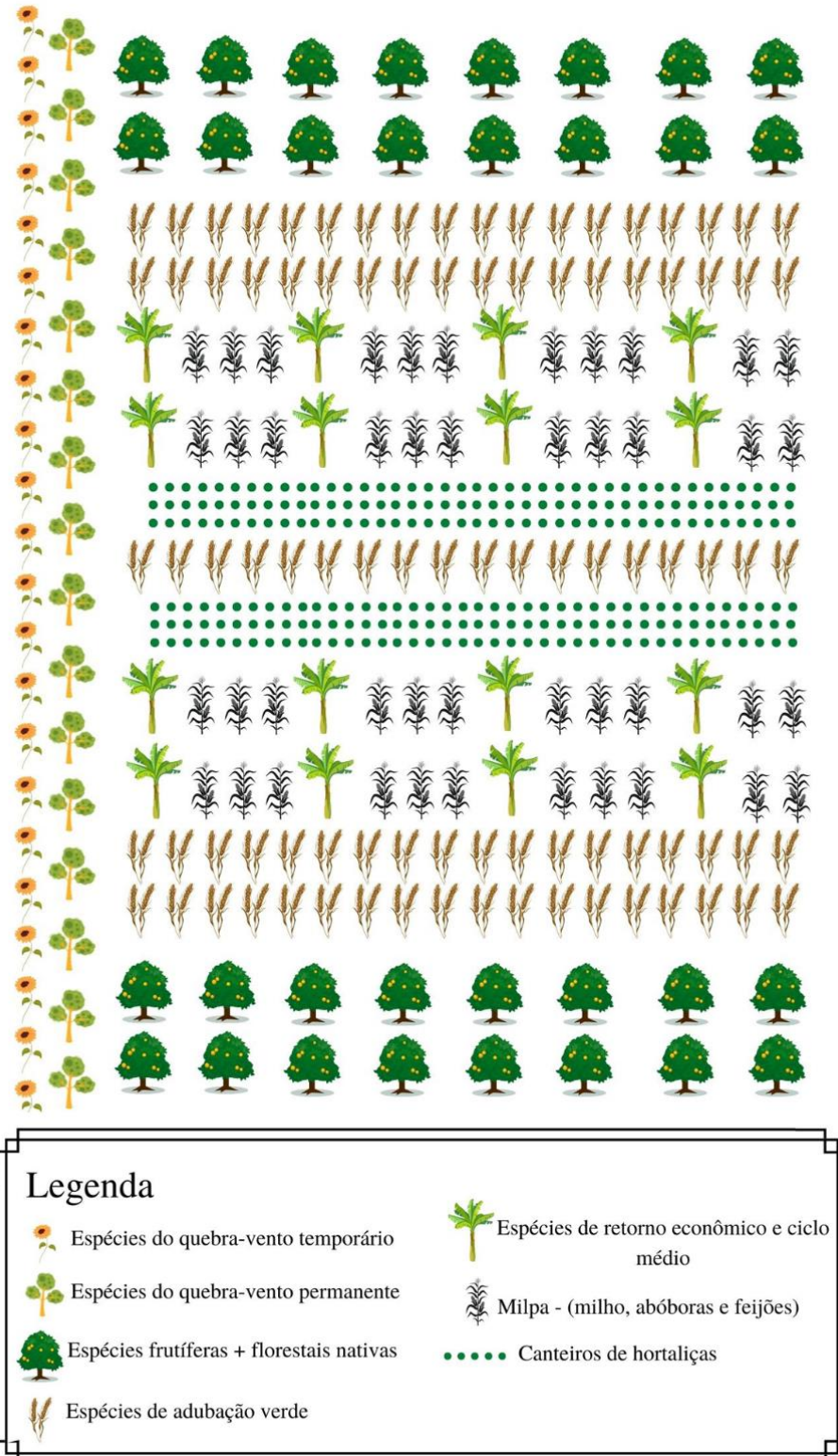


Legenda

Espécies do quebra-vento temporário	Espécies de retorno econômico e ciclo médio
Espécies do quebra-vento permanente	Milpa - (milho, abóboras e feijões)
Espécies frutíferas + florestais nativas	Canteiros de hortaliças
Espécies de adubação verde	

Fonte: elaborada pela autora (2021).

Figura 2 – Sistema agroflorestal proposto II (arranjo espacial).



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

As Propostas apresentadas na figura 1 e na figura 2, apresentam dois quebra-ventos, um temporário e outro “permanente”. Quando se implanta um sistema agroflorestal em um local com escassez de água como o município de Cordeirópolis (PERUCHI, 2007), é importante se atentar para a implantação de um sistema complementar como esse. O quebra-vento tem por objetivo diminuir a velocidade do vento, assim impedindo que a água dentro do sistema seja varrida para longe (VOLPE; SCHÖFFEL, 2001). Portanto, ao se fazer as escolhas das espécies que vão ocupar esses canteiros é importante que elas apresentem as seguintes características: não podem perder folhas em algum período do ano; precisam retornar biomassa para o sistema; cresçam rápido, sejam altas, eretas e flexíveis; deem flores que atraem os polinizadores; e se possível, que tenham um retorno econômico (MAPA, 2016).

O motivo dos desenhos terem dois quebra-ventos é que pode ser escolhido espécies que tenham ciclos curtos, mas mesmo assim dependem de um intervalo de anos para crescerem, no entanto, em regiões como a que está sendo trabalhada é importante que o quebra-vento não demore muito para começar a exercer sua função. Pensando nisso, implanta-se um quebra-vento com espécies que tenham ciclos mais curtos (de meses há um ano) e assim, vai sendo realizada a sua manutenção - crescimento, manejo e replantio rotativo de culturas -, esse seria o temporário, e enquanto isso cria-se o ambiente necessário para as espécies de ciclo mais longo irem crescendo e se desenvolvendo e com o tempo exercerem a função de quebra-vento principal, nos desenhos intitulado como “permanente”.

Algumas das espécies que podem ser usadas como quebra-vento temporário são: margaridão (*Sphagneticola trilobata*), girassol (*Helianthus annuus*) e crotalária (*Crotalaria sp.*). Quanto às espécies "permanentes" pode ser utilizado: Feijão guandu (*Cajanus Cajan*), urucum (*Bixa orellana*), louro-pardo (*Cordia trichotoma*), jenipapo (*Genipa americana*), guanandi (*Callophyllum brasiliensis*), angico branco (*Anadenanthera colubrina*), eritrina-da-baixa (*Erythrina fusca*), ingá-do-brejo (*Inga uruguensis*).

Deve ser inserido no local espécies de árvores frutíferas que podem gerar algum retorno financeiro, consorciadas com florestais nativas que não vão ser destinadas ao corte. Esses canteiros são importantes porque além de agregarem à composição como espécies arbóreas, geram sombras e auxiliam na criação de microclimas dentro do sistema. Além disso, espécies com raízes mais profundas são capazes de absorver nutrientes e água de camadas mais profundas do solo e transportá-las para as espécies que apresentam raízes menos profundas (PRIMAVESI, 2016). Na caminhada para uma agricultura sustentável é necessário transportar as relações e processos que ocorrem em ecossistemas naturais para os agroecossistemas, assim,

buscando alcançar uma estabilidade ecológica. A escolha dessas e das demais espécies podem ser baseadas no que já é plantado na região, do que se sabe que já está adaptado ao clima local, dos interesses e do que já é conhecido o manejo por aqueles que vão trabalhar com o sistema.

Uma das diferenças entre o primeiro e o segundo desenho proposto é a quantidade de fileiras de árvores frutíferas e florestais nativas. Na primeira proposta há 3 canteiros destinados a esse grupo vegetal, o que torna o manejo mais rápido, no entanto, um desses canteiros se encontra no meio do módulo e deve-se tomar cuidado para manter o manejo em dia. A segunda proposta apresenta uma fileira a mais de árvores frutíferas e florestais nativas, no entanto, elas se encontram nas extremidades do módulo, o que facilita o manejo, por estarem concentradas e pode haver mais retorno financeiro a depender das espécies selecionadas.

Uma alternativa, caso o agricultor ou a agricultura tenham meios financeiros e tempo, pode ser feito inicialmente um plantio em todo o módulo de espécies de adubação verde, assim preparando o solo e modificando o ambiente para a chegada das próximas culturas. No entanto, a realidade do campo é diferente, devido a isso, pode ser um desafio fazer esse preparo antes, mas não deve ser deixado de lado os canteiros destinados à adubação verde.

Quanto aos canteiros de adubação verde, são essenciais, principalmente porque essas espécies realizam um preparo do solo e disponibilizam matéria orgânica (SILVA et al.; 1999). O primeiro desenho proposto apresenta canteiros isolados de adubação verde e o segundo é formado com dois canteiros duplos e um isolado. O arranjo espacial da adubação verde precisa ser bem planejado, porque a intenção desses canteiros é repartir a biomassa gerada pelo sistema, portanto, quanto mais espalhado pela área melhor, por facilitar o manejo e a divisão. A primeira proposta apresenta menos canteiros no total quando comparada com a segunda, por isso a diferença na quantidade de canteiros destinados à adubação verde. É importante que os canteiros de adubação também sejam realizados com mais de uma espécie, porque quanto mais diversidade, melhor a imunidade do sistema (ALTIERI, 2012).

A tabela abaixo mostra alguns exemplos de espécies que podem ser utilizadas como adubação verde, essas culturas foram selecionadas a partir do conhecimento que os agricultores tem das já conhecidas espécies de adubação verde.

Tabela 2 – Espécies de adubação verde

Espécies	Nomes Populares
Crotalária	<i>Crotalaria juncea</i>
Margaridão	<i>Sphagneticola trilobata</i>
Nabo forrageiro	<i>Brassica rapa</i>
Urucum	<i>Bixa orellana</i>
Mucuna preta	<i>Macuna aterrima</i>
Feijão de porco	<i>Canavalia ensiformis</i>
Feijão guandu	<i>Cajanus Cajan</i>
Tremoço	<i>Lupinus sp.</i>
Ervilha forrageira	<i>Pisum sativum</i>
Girassol	<i>Helianthus annuus</i>
Mucuna anã	<i>Macuna deeringiana</i>
Labelabe	<i>Lab Lab purpureus</i>
Milheto	<i>Pennisetum glaucum</i>
Milho	<i>Zea mays</i>

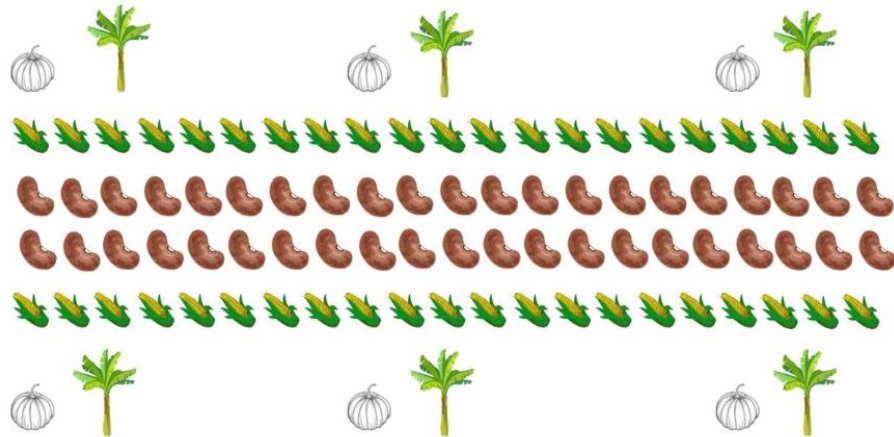
Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Quanto aos canteiros de consórcio com espécies de retorno econômico e ciclo médio e as de retorno econômico e ciclo curto e também os canteiros de hortaliças são de extrema importância estarem no início da implantação. Esses canteiros tem como objetivo principal assegurar uma renda para os agricultores e agricultoras no início da transição. Um exemplo de consorciação de ciclo curto que pode ser realizado em conjunto no canteiro com espécies de ciclo médio é a Milpa. A milpa é um consórcio originalmente cultivado pelos povos latino-americanos, onde é consorciado abóboras com o intuito de diminuir/impedir a competição da vegetação não desejada e também proteger as raízes do milho; o milho fornece a sustentação para os feijões escalarem; e os feijões fornecem o nitrogênio ao solo (EMBRAPA, 2016).

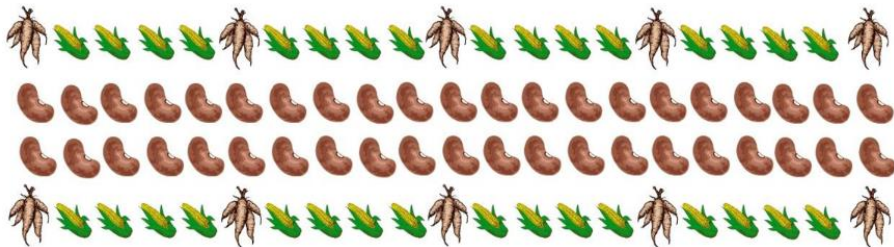
É importante priorizar consórcios como a Milpa no início da transição, pois além de gerarem um retorno econômico, também contribuem para melhorar as características do solo (EMBRAPA, 2016). Na imagem abaixo pode ser observado dois exemplos de como pode ocorrer essa consorciação de espécies de ciclo curto e médio destinadas ao retorno econômico.

Figura 3: Exemplos de Consórcio com espécies de ciclo curto e médio (arranjo espacial)

Exemplo 1



Exemplo 2



Legenda	
Espécies de ciclo curto:	Espécies de ciclo médio:
Abóboras	Bananas
Milho	Mandioca
Feijão	

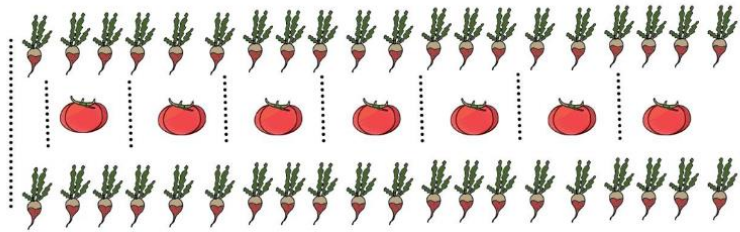
Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Quanto ao exemplo 1 a banana pode ser adicionada ao sistema assim que o milho e o feijão saírem ou pode ser adicionada junto com as outras espécies, mas deve-se manter atenção com o manejo para as bananas não serem sufocadas. Quanto ao exemplo 2 a mandioca pode ser adicionada em conjunto com as outras espécies.

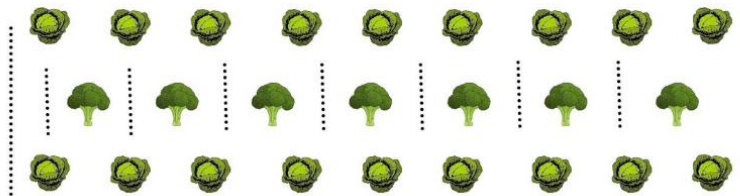
Quanto aos canteiros de hortaliças, no início da transição é necessário ter em mente que são esses os canteiros que mais vão retornar financeiramente, portanto, eles precisam ser bem planejados. Na hora de consorciar esses canteiros é importante levar em consideração fatores como: estratificação das espécies, ciclo e exigência nutricional. A ideia desses canteiros é que as espécies de ciclo mais longo sejam arrançadas no meio; entre elas é colocado espécies de ciclo curto que servem para preenchimento, como a cebolinha (*Allium schoenoprasum*), a salsinha (*Petroselinum crispum*), a rúcula (*Eruca vesicaria*), o coentro (*Coriandrum sativum*) entre outras e; nas laterais pode ser adicionado espécies de ciclo curto ou médio. Em todos os canteiros é importante rotacionar as culturas, evitando plantar sempre as mesmas coisas nos mesmos lugares, pois assim não é esgotado nutrientes específicos do solo. Na figura abaixo pode ser observado o arranjo desses grupos de espécies.

Figura 4 – Exemplos de consórcio com hortaliças (arranjo espacial).

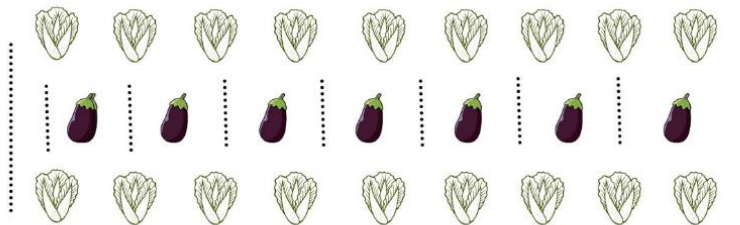
Exemplo 1



Exemplo 2



Exemplo 3



Fonte: elaborado pela autora (2021)

Quanto à escolha das espécies que serão plantadas, é importante ter em mente que em muitos casos o solo se encontra degradado, mesmo que minimamente. Portanto, nos momentos iniciais é necessário priorizar as espécies pioneiras, ou seja, aquelas que em ecossistemas naturais ocorrem primeiro nas clareiras; normalmente de tamanho médio; apresentam dormência; e alta longevidade (MACIEL, 2003).

As sementes das espécies pioneiras crescem somente recebendo radiação solar direta em pelo menos parte do dia e são menos exigentes em nutrientes e sombra (MACIEL, 2003), por isso, em ecossistemas naturais essas espécies são conhecidas como modificadoras, isto é, ao longo da sua germinação, crescimento e desenvolvimento elas preparam o ambiente para a germinação, crescimento e desenvolvimento das espécies secundárias e, posteriormente, as secundárias preparam o ambiente para as de clímax, “reproduzindo” o processo de sucessão ecológica que ocorre nos ecossistemas naturais (PASCHOAL, 2019). A sucessão é um dos processos ecológicos que ocorre em ambientes naturais e deve ser transportado para os agroecossistemas que buscam se tornar sustentáveis. A compreensão desse processo permite ao produtor e a produtora no início da implantação diminuir os gastos, a energia depositada no manejo, os insumos para manter as espécies mais exigentes no futuro e também diminuir as chances de ter que lidar com uma perda significativa da colheita, devido a algum empecilho. Como em ecossistemas naturais, uma espécie prepara o ambiente para outra e, assim, continuamente.

Portanto, no momento do redesenho da área, quando for realizado o levantamento das espécies que serão plantadas é importante priorizar as pioneiras, para que elas possam preparar o ambiente agrícola para a chegada das espécies mais exigentes. Nesse caso, também é importante que as espécies escolhidas tragam algum retorno financeiro para os agricultores e agricultoras.

Com o tempo, o agroecossistema evolui e torna-se cada vez mais complexo, a composição arbórea vai aumentando e a cobertura vegetal vai ficando fechada, com isso é necessário ir abrindo clareiras e pressionando perturbações no agroecossistema. Na literatura, a perturbação é compreendida como uma interrupção do estado de equilíbrio estabelecido, tendo efeito sobre a riqueza e abundância das espécies modificando a biodiversidade local (OLIVEIRA et al.; 2011). Esse evento ecológico leva a novas oportunidades, devido aos novos espaços vagos, dando a chance de o agricultor cultivar nessas clareiras espécies que dependem de uma grande quantidade de radiação solar.

Portanto, se engana quem acredita que os sistemas agroflorestais, com o tempo, deixam de produzir espécies de ciclo curto que preferem a radiação solar direta, pelo contrário, imitando os processos ecológicos dentro dos agroecossistemas e buscando formas de potencializá-los cria-se diferentes ambientes dentro do sistema. Além disso, na agroecologia essas plantas frequentemente manejadas e/ou derrubadas voltam pro sistema na forma de cobertura e matéria orgânica.

No processo de transição pode ser priorizado as espécies das quais já são plantadas pelos agricultores, planejando o desenho as tendo como “espécies-chave”. Quando não há áreas sem uso na propriedade, o produto ou a produtora, pode ir incorporando aos poucos métodos de manejo agroecológico no dia-a-dia, como a cobertura, o incremento da matéria orgânica, quebra-vento ou a adubação verde. Quando se insere esses manejos de forma planejada, a quantidade de insumos externos utilizados vai diminuindo e, aos poucos, podem ser inseridas mais espécies no sistema.

Quanto ao assentamento, realizar uma transição pode auxiliar no problema com escassez de água de toda a região. Buscando manejos que sejam de caráter mais conservacionistas, os agricultores e agricultoras encontram mais chances de manter a produtividade e a fertilidade do solo saudável, além disso, diversificam suas produções garantindo também uma sustentabilidade econômica.

8. CONCLUSÕES

Atualmente, muitos pesquisadores têm denunciado os impactos causados pela agricultura nos ecossistemas e na saúde humana. Altieri e Nicholls (2020), afirmaram que os monocultivos em grande escala ocupam em torno de 80% dos 1.500 milhões de hectares destinados à agricultura em todo o mundo. Por serem agroecossistemas pouco diversificados acabam sendo extremamente vulneráveis a pragas e doenças e também, as mudanças climáticas.

Para sanar os problemas da agricultura industrial, é utilizado em excesso os agrotóxicos, no entanto, a maior parte desses produtos acabam nos sistemas do solo, do ar e da água, causando inúmeros danos ambientais e na saúde pública. A alimentação humana causa grandes preocupações, quando se percebe que nossa alimentação está baseada em pouca diversidade, demonstrando a fragilidade do sistema alimentar global, que persiste com pouca resiliência.

Para enfrentarmos as mudanças climáticas é essencial que haja uma revolução na forma de produzir e também de consumir os alimentos. E a agroecologia vem como uma alternativa a isso, a diversificação promovida por ela pode auxiliar na geração da sustentabilidade ecológica que vem sendo buscada pela agricultura atual.

A transição agroecológica pode proporcionar para as famílias rurais benefícios sociais, econômicos e ambientais e também alimentar as pessoas nutricionalmente e de forma saudável. É necessário investirmos em sistemas alimentares que prezam pelo meio ambiente e as pessoas, impactam menos, geram serviços ecológicos e equidade no campo. Mas para que ocorra essa

transição é necessário investimento público, pesquisas na área, assistência técnica rural em agroecologia, incentivo à reforma agrária e uma mudança na percepção de quem produz e quem consome.

O caminho para uma agricultura sustentável ainda é longo, no entanto, cada vez mais urgente e necessário.

A proposta realizada por este trabalho busca dinamizar a agroecologia e promover tecnologias sociais que visam a mudança na forma de produzir alimentos. Os desenhos realizados são propostas de como pode ser iniciado uma transição agroecológica, mas não necessariamente um modelo a ser seguido. A transição deve ser realizada com o auxílio de uma assistência técnica rural preparada e capaz de interagir os diferentes conhecimentos em prol de um agroecossistema capaz de gerar sustentabilidade econômica, social e ambiental para todos.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, F. A.; FURTINI NETO, A. E.; PAULA, M. B.; MESQUITA, H. A.; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.2, p. 277-288, 2000.
- ALTIERI, M. A. “El ‘estado del arte’ de la agroecología y su contribución al desarrollo rural en América Latina”. Em: Cadenas Marín (ed.): *Agricultura y desarrollo sostenible*, 1995. p.151-203.
- ALTIERI, M. A. *Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável*. - 3.ed. rev. ampl. - São Paulo: Rio de Janeiro: Expressão Popular, AS-PTA 2012.
- ALTIERI, M. A. SCHMIDT, L. L.; MONTALBA, R. Assessing the effects of agroecological soil management practices on broccoli insect pest populations. *Biodynamics*, v. 218, p. 23-26, 1998
- ALTIERI, M. A; NICHOLLS, C. Diseños agroecológicos para aumentar la diversidad de entomofauna benéfica en agroecosistemas. Medellín: SOCLA, 2010.
- ALTIERI, M. A; NICHOLLS, C. I. A agroecologia em tempos de COVID-19. University of California, Berkeley e Centro Latinoamericano de Investigaciones Agroecológicas (CELIA), 2021.
- ARAÚJO, E. A.; KER, J. C.; NEVES, J. C. L.; LANI, J. L. Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*. Guarapuava-PR, v.5, n.1, p.187-206, 2012. Disponível em <<https://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/view/1658/1686>>
- ARMANDO, M. S. et al., *Agrofloresta para agricultura familiar*. EMBRAPA (circular técnica): Brasília, 2002.
- BEER, J; HARVEY, C; IBRAHIM, M; HARMAND, J.M; SOMARRIBA, E; JIMÉNEZ, F. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería en las Américas*, v. 10, n. 37, p. 80-87, 2003.
- BRUNDTLAND, G. H. *Our Common Future*, Report of world Commission on Environment and Development. PNUMA. Oxford: Oxford University Press, 1987.
- BUZINARO, T. N.; BARBOSA, J. C.; NAHAS, E. Atividade microbiana do solo em pomar de laranja em resposta ao cultivo de adubos verdes. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 31, n. 2, p. 408-415, 2009.
- CAMARGO, P. (2007). Fundamentos da transição agroecológica: racionalidade ecológica e campesinato. *Agrária* (São Paulo. Online), (7), 156-181.
- CAPORAL, F.R. *Agroecologia: uma ciência do campo e da complexidade*. 111p. Brasília, 2009.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia: aproximando conceitos com a noção de sustentabilidade. In: RUCHEINSKY, A. (Org.) Sustentabilidade: uma paixão em movimento. Porto Alegre: Sulina, 2004a.

CASSIANO, F. L. Percepção Ambiental de Assentados trabalhando Adequação Ambiental do Assentamento XX de Novembro de Cordeirópolis/S.P. Resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE – 12 a 16/12/2011.

CASSIANO, F. L. Diagnóstico e estratégia para o desenvolvimento rural sustentável sob a ótica da agroecologia para o município de Cordeirópolis/S.P. 2013. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agroecologia e Desenvolvimento Rural, Ufscar, Araras, 2013.

Disponível em:

<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/159/5445.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Acesso em: 26 jan. 2021.

COORDENADORIA DE DESENVOLVIMENTO DOS AGRONEGÓCIOS. Protocolo de Transição Agroecológica. Governo do Estado de São Paulo. Disponível em:

http://codeagro.agricultura.sp.gov.br/uploads/capacitacao/Protocolo%20SMA_SAA_AAO_Kairos%20assinado.pdf. Acesso em: 15 fev. 2021.

COSTABEBER, J. A. Acción colectiva y procesos de transición agroecológica en Rio Grande do Sul, Brasil. 1998. 422 p. Tese (Doutorado) - Universidad de Córdoba, Córdoba.

COSTANZA, R; D'ARGE, R; DE GROOT; R; FARBERK, S; GRASSO, M; HANNON, B; LIMBURG, K; NAEEM, S; O'NEILL, R; PARUELO, J; RASKIN, R; SUTTONK, P; VAN DEN BELT, M. "The value of the world's ecosystem services and natural capital". Nature, v. 387, p. 253–260, 1997.

Degradação dos solos no Brasil / Organização Antônio José Teixeira Guerra, Maria do Carmo Oliveira Jorge. - 1. ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

ENGEL, V. L. Introdução aos sistemas agroflorestais. Botucatu: FEPAF, 1999. 70 p.

FILUS, V. A organização social e o estabelecimento de redes sociais a partir do acesso às políticas públicas no Assentamento XX de novembro, Cordeirópolis-SP. 2017. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/12671>.

GLIESSMAN, S. R. Agroecology: researching the ecological basis for sustainable agriculture. New York: Springer-Verlag, 1990. Ecological Studies Series; 78.

GLIESSMAN, S. R. Agroecology: the ecology of sustainable food systems, CRC Press, Taylor & Francis: New York, USA, 2007.

GUZMÁN C., G.; GONZÁLEZ, M. M.; SEVILLA, G. E. Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) - Censo Agropecuário, 2017. Disponível em:

https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro_2017_agricultura_familiar.pdf. Acesso em: 22 jan. 2021

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Cidades, 2018. Disponível em < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/cordeiropolis/panorama> > Acesso em: 07/09/2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Cidades, 2021. Disponível em < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/cordeiropolis/panorama> > Acesso em: 07/09/2021.

JIMENEZ, F; MUSCHLER, R; KÖPSELL, E. Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales. CATIE, Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Serie materiales de enseñanza CATIE N° 46. Turrialba, Costa Rica. 187 p. 2001.

KARLEN, D.L.; MAUSBACH, M.J.; DORAN, J.W.; CLINE, R.G.; HARRIS, R.F.; SCHUMAN, G.E. Soil quality: a concept, definition and framework for evaluation. Soil Science Society America Journal, v.61, n.1, p.4-10, 1997.

KHATOUNIAN, C.A. A reconstrução ecológica da agricultura. Editora Agroecológica, Botucatu, 2001.

KONSTANTINOW, N. Estudo geofísico e estratigráfico para fins de captação de água subterrânea no município de Cordeirópolis (SP). 2017. 56 f. Trabalho de conclusão de curso (Geologia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2017. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/cordeiropolis/panorama>> Acesso em: 07/09/2021.

MARONESI, M. B. Plano municipal de desenvolvimento rural sustentável 2010 - 2013 do Município de Cordeirópolis. Disponível em: https://www.cdrrs.sp.gov.br/conselhos/arquivos_mun/139_09_11_2010_PMDRSCordeiro. Acesso em: 30 jan. 2021.

MEDRADO, M. J. S. Sistemas agroflorestais: aspectos básicos e indicações. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.). Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Colombo, PR Embrapa Florestas, 2000. p.269-312.

MONTOYA, L. J. Um caminho para conservar os recursos produtivos de forma sustentável. Revista Batavo, Carambei, PR, ano 8, n.103, p.52-54, ago.1set. 2000.

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

NAIR, P. K. R. Soil productivity aspects of agroforestry. In: GHOLZ, H. L. (Ed.). Agroforestry: realities, possibilities and potentials. Dordrecht, The Netherlands: Martinus Nijhoff, 1987. p. 21- 30.

NASCIMENTO, J. T.; SILVA, I. F.; SANTIAGO, R. D.; SILVA NETO, L. F. Efeito de leguminosas nos atributos físicos e carbono orgânico de um Luvissole. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.29, n.5, p.825- 831, 2005.

ODUM, E. P. Fundamentals of ecology. Philadelphia: W. B. Saunders, 1971.

OLIVEIRA, J. B; PADO, O, H. Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: Quadrícula de São Carlos II. Memorial Descritivo. Boletim técnico n. 98, Campinas, Instituto Agrônomo, 188. p., 1984.

OLIVEIRA, M. C. de *et al.* Perturbações e invasões biológicas: ameaças para a biodiversidade nativa? A Revista Ceppg, Brasília, v. 2, n. 25, p. 166-183, ago. 2011.

Os usos da terra no Brasil: debates sobre políticas fundiárias / Bernardo Mançano Fernandes, Clifford Andrew Welch, Elienai Constantino Gonçalves. – 1. ed. – São Paulo: Cultura Acadêmica: Unesco, 2014.

PASCHOAL, A. D. Pragas, agrotóxicos e a crise ambiente: problemas e soluções. - 1. ed. - São Paulo: Expressão Popular, 2019. 181p.

PELLEGRINO, G. Q; ASSAD, E. D; MARIN, F. R. Mudanças Climáticas Globais e a Agricultura no Brasil. Multiciência, Campinas, v. 8, p. 139-162, 01 maio 2007.

PERUCHI, F. Qualidade de água e manejo no entorno de nascentes do Município de Cordeirópolis - SP. Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras. Lavras - MG, 2007. 62p.

PIB da Agricultura familiar: Brasil-Estados / Joaquim J. M. Guilhoto. Carlos R. Azzoni. Fernando Gaiger Silveira ... [et al.]. -- Brasília: MDA, 2007. 172 p. (April 5, 2011).

PRETTY, J. Regenerating agriculture. Londres: Earthscan Publications Ltd., 1994. 320 p .

PRIMAVESI, A. M. Cartilha do solo - como reconhecer e sanar seus problemas. Movimento dos Trabalhadores Sem Terra - MST. São Paulo, 2009. Disponível em <<https://anamariaprimavesi.com.br/wp-content/uploads/2020/01/Cartilha-do-Solo-Como-reconhecer-e-sanar-seus-problemas.pdf>> Acessado em : 7/08/2021.

PRIMAVESI, A. Manual do solo vivo: solo sadio, planta sadia, ser humano sadio. - 2.ed. rev. - São Paulo: Expressão Popular, 2016. 205p.

PRIMAVESI, A. Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais. 9.ed. São Paulo: Nobel, 1987. 549p.

RAGOZO, C. A.; LEONEL, S.; CROCCI, A. J. Adubação verde em pomar cítrico. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 69-72, 2006.

Reforma agrária e crédito rural: os resultados de assentamentos rurais frente à inepta política de crédito para a Reforma Agrária no Brasil (PROCERA) / Organização José Gilberto de Souza, José Jorge Gebera, Wirley Jerson Jorge. - São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.

REIJNTJES, C.; HAVERKORT B.; WATERS-BAYER, A. Farming for the future. Londres: MacMillan Press Ltd., 1992.

RIBASKI, J.; MONTOYA, L. J.; RODIGHERI, H. R. Sistemas Agroflorestais: aspectos ambientais e socioeconômicos. Informe Agropecuário, 2001. Belo Horizonte, v.22, n.212, p.61-67, set./out. 2001. Disponível em <
<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/305995/1/Sistemasagroflorestais.pdf>>
Acesso em: 08/09/2021.

RIGHI, C. A; BERNARDES, M. S. Cadernos da Disciplina Sistemas Agroflorestais. Piracicaba: USP, 2015.

ROMEIRO, A. R. “Perspectivas para políticas agroambientais” In: Pedro Ramos. Dimensões do agronegócio brasileiro: políticas, instituições e perspectivas. Brasília: MDA, 2007, p. 283-317.

RUELLAN, A & DOSSO, M. Regards sur le sol. 1. ed., Montpellier, Editions Foucher Aupelf. Universités Francophones, 192 p. 1993.

SÁNCHEZ, M. D. Panorama de los sistemas agroforestales pecuarios en America Latina. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: SISTEMAS AGROFLORESTAIS PECUÁRIOS NA AMÉRICA DO SUL, 2000, Juiz de Fora. [Anais ...] Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite FAO, 2000.

SANTILLI, J. Agrobiodiversidade e direitos dos agricultores. - São Paulo: Peirópolis, 2009.

SARANDÓN, S. J. Potencialidades, desafíos y limitaciones de la investigación agroecológica como un nuevo paradigma en las ciencias agrarias. Revista De La Facultad De Ciencias Agrarias UN Cuy, 2019.

SCHULER, H. R. Evidências científicas do desenvolvimento de sistemas agroflorestais agroecológicos no Brasil. Dissertação de mestrado do Centro de Ciências Agrárias do Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis - SC, 2018.

SANCHEZ, P. A. Science in agroforestry. Agroforestry Systems, v.30, p. 5-55, 1995.

SILIPRANDI, Emma *et al.* Desafios para a extensão rural: o "social" na transição agroecológica. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Porto Alegre, v. 3, n. 3, p. 38-48, jul. 2002.

SILVA, J. A. A.; DONADIO, L. C.; CARLOS, J. A. D. Adubação verde em citros. Jaboticabal: Funep, 1999. 37p.

SILVA, J. G. O que é questão agrária. Editora Brasiliense, 1990. 16º edição.

TEIXEIRA, J. C. Modernização da agricultura no Brasil: impactos econômicos, sociais e ambientais. Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, 2005. Três Lagoas - MS. v.2, nº.2 - ano 2, Setembro de 2005.

The State of Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020. Disponível em: <http://vozdocampo.pt/wp-content/uploads/2020/12/FAO-RELATO%CC%81RIO.pdf>. Acesso: 14 de março de 2021.

VALADÃO, L. M.; AMOROZO, M. C. M.; MOTTA, D. G. Produção de alimentos na unidade domiciliar, dieta e estado nutricional: a contribuição dos quintais em um Assentamento Rural no Estado de São Paulo. In: ALBUQUERQUE, U. P.; MARINS, J. F. A.; ALMEIDA, C. F. C. B. R. (Org.). Tópicos em conservação e etnobotânica de plantas alimentícias. Recife: NUPPEA, 2006, p. 93-118.

VOLPE, C. A.; SCHÖFFEL, E.R. Quebra-vento. In: RUGGIERO, C. Bananicultura, Jaboticabal: FUNEP, 2001. p.196-211.

YOUNG, A. Agroforestry for soil management. 2nd ed. Nairobi: CAB Internacional, 1997. 320p.

