



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA REGIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO
AMBIENTE

MARIA CLARA SILVA HAMELAK

AGROECOLOGIA NO SEMIÁRIDO: EXPERIÊNCIAS E PROPOSTA DE SISTEMA
AGROFLORESTAL AGROECOLÓGICO PARA REGIÕES DE CAATINGA NO
CEARÁ

FORTALEZA

2021

MARIA CLARA SILVA HAMELAK

AGROECOLOGIA NO SEMIÁRIDO: EXPERIÊNCIAS E PROPOSTA DE SISTEMA
AGROFLORESTAL AGROECOLÓGICO PARA REGIÕES DE CAATINGA NO CEARÁ

Dissertação apresentada a Coordenação do Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de Concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Edson Vicente da Silva.

FORTALEZA
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- H186a Hamelak, Maria Clara Silva.
Agroecologia no semiárido : experiências e proposta de sistema agroflorestal agroecológico para regiões de caatinga no Ceará / Maria Clara Silva Hamelak. – 2021.
211 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza, 2021.
Orientação: Prof. Dr. Edson Vicente da Silva.
Coorientação: Prof. Dr. Narciso Ferreira Mota.
1. Desenvolvimento Sustentável. 2. Florestas Tropicais Sazonalmente Secas. 3. Sistemas Agroflorestais. I. Título.

CDD 333.7

MARIA CLARA SILVA HAMELAK

AGROECOLOGIA NO SEMIÁRIDO: EXPERIÊNCIAS E PROPOSTA DE SISTEMA
AGROFLORESTAL AGROECOLÓGICO PARA REGIÕES DE CAATINGA NO CEARÁ

Dissertação apresentada a Coordenação do Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como requerimento parcial para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Aprovada em: __/__/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Edson Vicente da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Filipe Augusto Xavier Lima
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Narciso Ferreira Mota
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Ricardo Theophilo Folhes
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Aos que desejam construir um novo mundo.

AGRADECIMENTOS

À Funcap pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Ao Prof. Dr. Edson Vicente da Silva por estar presente e me orientar da melhor forma possível.

Ao Prof. Dr. Filipe Augusto Xavier Lima, ao Dr. Narciso Ferreira Mota e ao Prof. Dr. Ricardo Theophilo Folhes por aceitarem participar da banca e pelo auxílio com correções e apontamentos valiosos.

Aos agroflorestores Antonio Gomides, Alexandre Caíque e Aldenir Ferreira pelo auxílio em compreender melhor a filosofia e a prática das agroflorestas.

Aos meus pais que possibilitaram mais essa conquista, sempre me oferecendo uma educação de qualidade.

Aos meus amigos de graduação que continuaram comigo na pós e estão sempre de prontidão para dúvidas e desabafos.

Ao Universo por tanto, porque assim é.

As leis da natureza são dadas, não nos cabe criá-las ou modificá-las. Temos de agir de forma benéfica para todos os participantes, todos os atingidos, de modo a voltarmos a ser considerados seres úteis e bem-vindos no sistema. (Ernst Götsch)

RESUMO

É nítido que a humanidade vive uma crise socioambiental causada, principalmente, pelo modelo agrícola convencional, realidade que só pode ser mudada a partir de uma transição paradigmática do agronegócio para a Agroecologia. O agronegócio tem causado diversos distúrbios na natureza e na sociedade humana, gerando degradação dos ambientes naturais, com ênfase para as florestas tropicais, além de desigualdade social, racismo ambiental e miséria, devido às grandes extensões de terra que são privatizadas para tal atividade. No Brasil, a região semiárida tem sido, há séculos, palco de uma intensa exploração dos recursos locais, levando à exaustão de grandes áreas naturais que se tornaram áreas desertificadas. A partir dessa degradação, o povo do sertão foi sendo expulso de suas terras, se vendo obrigado a migrar para as grandes cidades. Os poucos que ficaram têm buscando sobreviver diante de um cenário miserável. Felizmente, a agricultura familiar resiste como grupo social e político que busca alternativas produtivas para a sua reprodução, bem como para a conservação dos recursos naturais. Os agricultores familiares têm conseguido se manter no semiárido devido principalmente a ações governamentais e não-governamentais que auxiliam estes sujeitos na prática de uma agricultura menos agressiva para o ambiente e para eles mesmos, a partir dos princípios da Agroecologia, tendo como grande aposta os Sistemas Agroflorestais. Nesse sentido, a presente pesquisa dissertou sobre experiências agroecológicas e agroflorestais de sucesso na região, servindo como base para a proposta de um modelo de Sistema Agroflorestal Agroecológico para a subsistência de uma família de cinco pessoas no semiárido, precisamente no estado do Ceará, Brasil. A partir da implantação de agroflorestas, o semiárido pode se tornar um sumidouro de carbono, contribuindo com a dinâmica global de gases de efeito estufa, assim como o sertanejo pode passar a ter uma melhor qualidade de vida, autonomia e soberania alimentar e nutricional, felicidade e abundância. Desse modo, conclui-se que o semiárido tem potencial para a produção de produtos agrícolas, frutas e madeira, a partir de sistemas produtivos integrados como os Sistemas Agroflorestais, bem como para a construção de novas tecnologias sociais e máquinas agrícolas, auxiliando no processo de transição agroecológica em busca de um verdadeiro desenvolvimento sustentável na região.

Palavras-chave: desenvolvimento sustentável; florestas tropicais sazonalmente secas; sistemas agroflorestais.

ABSTRACT

It is clear that humanity is experiencing a socio-environmental crisis caused mainly by the conventional agricultural model, a reality that can only be changed after a paradigmatic transition from agribusiness to Agroecology. Agribusiness has caused several disturbances in nature and human society, causing degradation of natural environments, with an emphasis on tropical forests, in addition to social inequality, environmental racism and misery, due to the large tracts of land that are privatized for such activity. In Brazil, the semiarid region has been, for centuries, the stage of an intense exploitation of local resources, leading to the exhaustion of large natural areas that have become desertified. From this degradation, the people of the countryside were being expelled from their lands, being forced to migrate to the big cities. The few that remained have been trying to survive in the face of a miserable scenario. Fortunately, family farming resists as a social and political group that seeks productive alternatives for its reproduction, as well as for the conservation of natural resources. Family farmers have managed to stay in the semiarid mainly due to governmental and non-governmental actions that assist these subjects in the practice of an agriculture that is less aggressive to the environment and to themselves, based on the principles of Agroecology, having as a big bet the Agroforestry Systems. In this sense, the present research talked about successful agroecological and agroforestry experiences in the region, serving as a basis for the proposal of an Agroecological Agroforestry System model for the subsistence of a family of five in the semiarid, precisely in the state of Ceará, Brazil. From the implementation of agroforestry, the semiarid can become a carbon sink, contributing to the global dynamics of greenhouse gases, just as the countryman can have a better quality of life, autonomy and food and nutritional sovereignty, happiness and abundance. Thus, it is concluded that the semiarid has potential for the production of agricultural products, fruits and wood, from integrated production systems such as Agroforestry Systems, as well as for the construction of new social technologies and agricultural machines, assisting in the process of agroecological transition in search of true sustainable development in the region.

Keywords: sustainable development; tropical dry forests; agroforestry systems.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	— Mapa do município de Nova Olinda (CE)	110
Figura 2	— Imagem obtida pelo software Google Earth Pro, sendo possível observar o Sítio Tabuleiro (delimitado de amarelo) e o entorno da propriedade de Zé Artur, em Nova Olinda, Ceará	111
Figura 3	— Croqui agroflorestral desenhado para implantação na Escola Família Agrícola (EFA) Mãe Jovina, em Ruy Barbosa, Bahia	119
Figura 4	— Dimensionamento sugerido para um Sistema Agroflorestal que busque produzir sua própria matéria orgânica, apresentando linhas de frutas e linha de árvores de serviço com entrelinhas de capim as intercalando	120
Figura 5	— Sistema Agroflorestal de Mata Secundária II na parte das “baixas” da propriedade de Zé Artur, no Sítio Tabuleiro, em Nova Olinda, Ceará	122
Figura 6	— Sistema Agroflorestal na parte superior da propriedade Sítio Tabuleiro, em Nova Olinda, Ceará	123
Figura 7	— Caprinos pastando na área de sistema agroflorestral da parte superior da propriedade de Zé Artur, no Sítio Tabuleiro, em Nova Olinda, Ceará	124
Figura 8	— Mata nativa nas partes das “baixas” da propriedade de Zé Artur, no Sítio Tabuleiro, em Nova Olinda, Ceará	131
Figura 9	— Sistema Agroflorestal de Mata Secundária I na parte superior da propriedade, ao lado da casa de Zé Artur, no Sítio Tabuleiro, em Nova Olinda, Ceará	132
Figura 10	— Corte transversal de um exemplo de evolução temporal de um Sistema Agroflorestal com 6 meses, 2 a 3 anos e 7 a 10 anos	155
Figura 11	— Croqui do modelo de Sistema Agroflorestal Agroecológico (SAFA) silviagrícola proposto para regiões semiáridas no estado do Ceará em um recorte de 10 m x 12 m	191
Figura 12	— Representação do Sistema Agroflorestal Agroecológico (SAFA) silviagrícola proposto para regiões semiáridas no estado do Ceará em 1 hectare	192

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACB	Associação Cristã de Base
AGF	Aquisição do Governo Federal
AIP	Área de Inclusão Permanente
AMEFA	Associação Comunitária Mantenedora da Escola Família Agrícola
ANA	Articulação Nacional de Agroecologia
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
AS	Agricultura Sintrópica
ASA	Articulação Semiárido Brasileiro
ATER	Assistência Técnica e Extensão Rural
BNB	Banco do Nordeste do Brasil
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CARIMBU	Associação dos Agricultores, Extrativistas e Artesãos do Cariri Paraibano
CDRS/PE	Conselho de Desenvolvimento Rural Sustentável de Pernambuco
CEB	Comunidades Eclesiais de Base
CHAPADA	Centro de Habilitação e Apoio ao Pequeno Agricultor do Araripe
CMN	Casa da Mulher do Nordeste
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CO ₂	Gás carbônico
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
EFA	Escola Família Agrícola
EGF	Empréstimo do Governo Federal
EMATERCE	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FNMC	Fundo Nacional sobre Mudanças do Clima
GTDN	Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFOCS	Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas

IFSertão/PE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão do Pernambuco
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IOCS	Inspetoria de Obras Contra as Secas
IRPAA	Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada
ISA	Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas
MAIS	Movimento de Agroflorestores de Inclusão Sintrópica
MF	Módulo Fiscal
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MST	Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra
NUPESA	Núcleo de Pesquisa e Estudos Sertão Agroecológico
ONG	Organização Não-Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
ORNA	Ocupação Rural Não-Agrícola
OSCIPI	Organização da Sociedade Civil de Interesse Público
PAA	Programa de Aquisição de Alimentos
PAPP	Projeto de Apoio ao Pequeno Produtor
PGPM	Política de Garantia do Preço Mínimo
PMFS	Plano de Manejo Florestal Sustentável
PNAE	Programa Nacional de Alimentação Escolar
PNATER	Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural para a Agricultura Familiar e Reforma Agrária
PANC	Planta Alimentícia Não-Convencional
Polo Nordeste	Programa de Desenvolvimento de Áreas Integradas do Nordeste
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PROVAP	Programa de Valorização da Pequena Produção Rural
PTA	Projeto de Tecnologias Alternativas
PIMC	Programa Um Milhão de Cisternas
P1+2	Programa Uma Terra e Duas Águas
RENDA	Rede Territorial de Agroecologia Sertão do São Francisco e Rede Nordeste de Núcleos de Agroecologia

RIDE	Região Integrada de Desenvolvimento
RL	Reserva Legal
SAF	Sistema Agroflorestal
SAFA	Sistema Agroflorestal Agroecológico
SASOP	Serviços de Assessoria a Organizações Populares Rurais
SEAF	Seguro da Agricultura Familiar
SEMEAR-FIDA	I Seminário para Formação no Uso de Cadernetas Agroecológicas
SILP	Sistema Integração Lavoura Pecuária
SNCR	Sistema Nacional de Crédito Rural
Sudene	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TTICC	Transferência de Tecnologia, Intercâmbio e Construção do Conhecimento
UC	Unidade de Conservação
UNIVASF	Universidade Federal do Vale do São Francisco
VBP	Valor Bruto da Produção

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1	Características socioambientais do semiárido	21
2.1.1	<i>Do Paradigma do Combate à Seca ao Paradigma da Convivência com o Semiárido</i>	32
2.2	A Ciência da Agroecologia	44
2.2.1	<i>Paradigma Agroecológico – A Transição Agroecológica</i>	51
2.2.2	<i>A Sustentabilidade da Agroecologia</i>	58
2.3	Sistemas Agroflorestais (SAFs)	68
2.4	Agroecologia no semiárido	81
2.4.1	<i>Sistemas Agroflorestais no semiárido</i>	95
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	106
3.1	Coleta de Dados	106
3.1.1	<i>Pesquisa qualitativa</i>	106
3.1.2	<i>Estudos de caso</i>	108
3.1.3	<i>Entrevistas, história de vida e observação</i>	112
3.1.4	<i>Análise dos dados</i>	114
3.2	Elaboração do modelo propositivo de Sistema Agroflorestal Agroecológico (SAFA) para o semiárido cearense	117
3.2.1	<i>Desenho do croqui</i>	117
4	EXPERIÊNCIAS AGROFLORESTAIS NO SEMIÁRIDO: OS CASOS DA SUBSISTÊNCIA E DA CONSULTORIA	121
4.1	Seu Zé Artur de Patos/Nova Olinda: Agricultura de Subsistência e o Sistema Agroflorestal (SAF)	121
4.1.1	<i>Experiências do agricultor Zé Artur na produção agroflorestal</i>	126
4.1.2	<i>Os benefícios de plantar agrofloresta e as dificuldades encontradas</i>	129
4.2	Agrofloresta do Sertão: Consultoria Agroflorestal com Antonio Gomides	135
5	PROPOSTA DE SISTEMA AGROFLORESTAL AGROECOLÓGICO (SAFA) PARA ÁREAS DE CAATINGA NA REGIÃO SEMIÁRIDA DO	145

ESTADO DO CEARÁ: FUNDAMENTOS E REFLEXÕES	
5.1	Modelo base do Sistema Agroflorestal Agroecológico (SAFA) 145
5.1.1	<i>Princípios das Agroflorestas Sintrópicas 148</i>
5.1.2	<i>Escolha das espécies para compor o modelo de Sistema Agroflorestal Agroecológico (SAFA) 160</i>
5.1.3	<i>Modelo do Sistema Agroflorestal Agroecológico (SAFA) para o semiárido no estado do Ceará 182</i>
5.1.4	<i>Beneficiamento e escoamento da produção 192</i>
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS 202
	REFERÊNCIAS 207

1. INTRODUÇÃO

A civilização humana encontra-se inserida dentro de uma crise sem precedentes, que afeta todos os componentes da vida no planeta Terra. A busca desenfreada por desenvolvimento tem criado diversos desafios sociais, ambientais, econômicos, políticos e culturais. Esta busca está ligada à globalização e à homogeneização dos padrões de consumo das diferentes sociedades humanas, indo de encontro com a realidade diversa de cada grupo ou localidade.

Esta homogeneização também está presente no modo de produção de alimentos, com o uso de monoculturas, estratégia produtiva insustentável que causa mais prejuízos à saúde do meio ambiente e dos seres humanos do que auxilia na produção segura de alimentos para todos. É nítido que o momento atual se configura na crise produtivo-ecológica e nas contradições entre o modelo produtivo vigente e a conservação dos recursos ambientais, com ênfase na degradação dos ecossistemas florestais para a produção agrícola convencional (DE CASTRO, R. A.; DE CASTRO, E. M. R., 2015).

Tal sistema negligencia a dinâmica natural dos ecossistemas e a biodiversidade contida nestes, e simplifica as interações ecológicas complexas que existem na natureza, causando perda de serviços ecossistêmicos. A degradação de áreas naturais traz incontáveis prejuízos ecológicos para os sistemas ambientais, causando um desequilíbrio extremo na complexa rede de interações entre os seres e rompendo a continuidade dos processos naturais.

Áreas ambientais que antes contribuía para a dinâmica dos processos ecológicos, como ciclos biogeoquímicos e manutenção do ciclo hidrológico, agora, degradadas, causam fragmentações nos ecossistemas naturais e a perda da biodiversidade em todas as suas escalas (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). A rápida expansão da agricultura, junto com máquinas específicas e tecnologias genéticas e agroquímicas, transformou tal atividade em uma grande força modeladora da biosfera (ALTIERI; NICHOLLS, 2020).

Conforme Altieri e Nicholls (2020), as monoculturas dominam 80% dos 1,5 bilhões de hectares de terra arável e são uma das principais causas das mudanças ambientais em escala global, levando à degradação do solo, ao desmatamento, ao esgotamento de fontes de água fresca e à contaminação química da terra. De acordo com estudos recentes, Uddin (2020) relata que o setor da agricultura, que engloba a silvicultura e outros tipos de usos da terra, é responsável por 24% das emissões globais de gases de efeito estufa (GEE), sendo as maiores causas dessas

emissões o desmatamento, a criação de gado, o cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), o uso de esterco e de fertilizantes químicos na terra, o descarte de resíduos e aterros sanitários.

Ademais, estimativas recentes mostram que a produção de comida é responsável por 29% das emissões globais de GEE (UDDIN, 2020). Para o autor, é um paradoxo que tecnologias projetadas para alimentar pessoas tornaram o planeta menos hospitaleiro para a vida humana. A agricultura industrial se tornou muito limitante, altamente dependente de insumos externos às propriedades e extremamente vulnerável a insetos, doenças e às mudanças climáticas.

De acordo com Altieri e Nicholls (2020), foi apenas nas últimas décadas que ocorreu uma percepção por parte da sociedade com relação à real magnitude dos impactos gerados pelas atividades econômicas e de extrativismo na biosfera do planeta. Apesar do valor da biodiversidade e de seus serviços ecossistêmicos na qualidade de vida humana serem compreendidos, o desenvolvimento tecnológico descontrolado, o crescimento econômico e o consumo têm prosseguido de forma inabalável.

Um exemplo claro disso é a pandemia da COVID-19, a qual expôs as fragilidades socioecológicas do desenvolvimento capitalista, regente dos caminhos da humanidade contemporânea. Dentro de uma perspectiva de crise socioambiental e econômica, a pandemia pode ser, na realidade, a ponta de um iceberg de uma cascata de catástrofes que irão impactar a humanidade se alguns padrões de extrativismo e consumo persistirem na sociedade moderna (ALTIERI; NICHOLLS, 2020).

Borges e Branford (2020) relatam que o Brasil tem potencial para ser o epicentro de uma nova pandemia, pois possui a maior floresta tropical do mundo, a Amazônia, que está cada vez mais ameaçada devido à exploração desenfreada e às taxas alarmantes de desmatamento e queimadas, tendo o desmatamento crescido 85% em 2019 (INPE, 2019). O modelo produtivo brasileiro, do agronegócio, vai na contramão da lógica do planejamento sustentável, afetando diretamente os sistemas naturais e humanos e colocando em risco a permanência da vida humana na Terra.

Em menor escala, o semiárido brasileiro é objeto de estudo importantíssimo para a elaboração de novos planos de manejo sustentáveis, devido tanto à sua historicidade atrelada à agropecuária intensiva e à mineração, quanto às suas características ambientais desafiadoras marcadas por longos períodos de seca, clima semiárido e solos rasos e pedregosos. A junção

destas características resultou em um ambiente cada vez mais desertificado e esquecido (OLIVEIRA; SALES, 2015), assim como o seu povo.

Tendo em vista que a agricultura contemporânea é pautada nos paradigmas tecnológicos modernos, urge a necessidade de se refletir cada vez mais sobre as falhas ambientais, sociais e econômicas produzidas por estes. Tais paradigmas estão relacionados ao uso de insumos químicos e grandes maquinarias na agricultura, símbolo de progresso conferido pela Revolução Verde. É de extrema importância compreender o porquê de as sociedades humanas serem orientadas e guiadas por paradigmas e a ligação disto com o fato destas estarem enfrentando uma crise ambiental, econômica e social em nível global. Para que haja uma verdadeira mudança na dinâmica das sociedades humanas, precisa ocorrer uma mudança nos paradigmas que regem a mesma.

Para Kuhn (1998), os paradigmas são verdades universalmente reconhecidas pela ciência que, durante algum tempo, disponibilizam problemas e soluções sistemáticas para o público-alvo de determinada ciência. De acordo com o autor, o fracasso repetitivo na tentativa de corrigir uma anomalia pode conduzir a uma crise. Para este, mesmo que as crises sejam uma pré-condição para a emergência de novas teorias e, assim, paradigmas, os cientistas não costumam renunciar ao paradigma que os levou à crise. Esta condição é um fato histórico que sugere que a rejeição de um paradigma só é considerada quando existe uma alternativa disponível para substituí-la (KUHN, 1998).

O autor explica que a maioria dos cientistas, apegados ao paradigma atual, propõem alternativas e modificações dentro do próprio paradigma para que este se mantenha vigente. Uma vez que estas modificações não funcionam, admite-se que é necessária uma nova e diferente perspectiva da ciência. Guiados por uma nova perspectiva, os cientistas adotam novos olhares e novos instrumentos para lidar com determinados problemas, atrelado ao fato de que durante uma revolução científica os cientistas veem novos e diferentes ângulos de uma mesma realidade.

A agricultura convencional é um modo de produção que degrada os ambientes naturais, além de poluir e contaminar a natureza e prejudicar a saúde dos seres humanos, impondo condições de vida insalubres às populações tradicionais do campo. A constante tentativa em continuar utilizando este modelo produtivo criou a crise ambiental na qual o planeta se encontra envolvido atualmente. O momento é propício para pesquisar e construir novos modelos

produtivos que tenham como objetivo principal a autonomia dos sujeitos sociais e a conservação dos recursos naturais.

Felizmente, instituições, a sociedade civil e pequenos e grandes produtores têm tomado medidas cada vez mais sustentáveis para buscar o desenvolvimento, respeitando os limites da natureza, a capacidade suporte do meio e o tempo de regeneração da natureza. Uma das medidas que vêm sendo adotadas no mundo todo a nível de políticas públicas e estratégias de mercado é o emprego da Agroecologia, uma ciência pragmática que possui fundamentos ecológicos que norteiam o desenvolvimento sustentável de sistemas produtivos agrícolas.

A Agroecologia é uma abordagem sistêmica poderosa e, segundo os autores, esta é uma ciência que mostra uma forma diferente de progresso, provendo os princípios que orientam o desenho e o manejo de sistemas agrícolas que sejam mais diversos, tolerantes e resilientes à futuras crises, sejam elas pandemias, perturbações climáticas ou colapsos financeiros.

Adotando a Agroecologia como modelo produtivo, é possível que a sociedade moderna possa superar o uso de pesticidas, possa enriquecer a matriz genética da natureza, além de revitalizar áreas degradadas, construir sistemas sustentáveis de criação de animais e fortalecer a agricultura urbana. Além disso, a transição para uma agricultura de base ecológica poderia providenciar às famílias rurais significativos benefícios socioeconômicos e ambientais, segundo Nicholls e Altieri (2018).

A chave para a ampliação da Agroecologia é a tradução dos princípios agroecológicos para estratégias práticas que cuidem do solo, da água e do manejo da biodiversidade para aumentar a produção e a resiliência. Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) têm se mostrado como excelentes ferramentas práticas da Agroecologia, e são analisados e discutidos na pesquisa como sendo essa peça-chave que falta para concretizar a ação agroecológica no campo.

Os SAFs são capazes de transformar a realidade das famílias de agricultores no semiárido, pois são unidades produtivas integradas, que buscam a autossuficiência com relação a insumos como água e adubo. Também são bem-sucedidos quanto à produtividade e à soberania alimentar, garantindo a reprodução dos sujeitos sociais do sertão com condições dignas de vida. Nesse sentido, surgem como uma ferramenta de renascimento para o povo e a natureza do semiárido, criando bases para a recuperação e valorização da biodiversidade e cultura locais.

Ainda que as agroflorestas estejam ganhando cada vez mais espaço na agricultura familiar, não existem políticas públicas que orientem os agricultores, e ainda são poucas as pessoas que trabalham com consultoria agroflorestal no meio rural. As que o fazem, fazem por meio de Organizações Não-Governamentais (ONGs) ou por iniciativas privadas, buscando difundir esta metodologia a partir de preços acessíveis. Todavia, não há infraestrutura ou pessoal capacitado suficiente para transformar a realidade de toda uma região.

Dessa forma, busca-se compreender: De que maneira a Agroecologia e os Sistemas Agroflorestais têm favorecido a vida dos agricultores familiares no semiárido nordestino do Brasil? De que forma a Agroecologia e os Sistemas Agroflorestais têm contribuído para o desenvolvimento rural sustentável na região? Quais são as fragilidades e potencialidades destes sistemas especificamente para a região semiárida?

O objetivo principal desta pesquisa, então, foi analisar as experiências agroecológicas e agroflorestais que têm acontecido na região semiárida do nordeste brasileiro a fim de propor um modelo agroflorestal para áreas de caatinga no estado do Ceará. Para alcançar tal objetivo, foram definidos alguns objetivos específicos, como apresentar os estudos de caso feitos com um agricultor familiar e um consultor agroflorestal, além de elaborar um modelo propositivo de Sistema Agroflorestal Agroecológico (SAFA) e elencar medidas possíveis para o escoamento da produção.

É fundamental compreender que tal pesquisa busca criar bases para a compreensão geral de como um SAF pode funcionar na região semiárida, levando em consideração as experiências bem sucedidas já instaladas nesta. Um SAF é extremamente complexo e particular de cada localidade, e não deve ser entendido como uma receita pronta. A intenção da pesquisa é fornecer subsídios para a criação de políticas públicas que venham a orientar os agricultores familiares da região sobre como começar uma agrofloresta, sendo também imprescindível o ensino de como manejá-la em suas diferentes fases e propósitos.

Diante desta perspectiva, espera-se que esta pesquisa possa servir como base para a implantação de inspirações nos corações ou agroflorestas no semiárido, assim como para a elaboração de políticas públicas para a região. A partir de um sistema de abundância, como a agrofloresta, o semiárido e o povo lá inserido podem redesenhar suas histórias com maior pertencimento e respeito à terra, construindo uma nova forma de interagir com a natureza, cooperando com todos os seres a partir do serviço e (re)encontrando sua função no meio.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Tendo em vista a necessidade de transformação do paradigma produtivo, com ênfase na produção de alimentos, e o fato desta pesquisa relacionar tal problemática ao semiárido brasileiro, se faz necessária a compreensão teórica da realidade desta região, bem como dos paradigmas que constroem esta realidade. Em adição, é imprescindível compreender as bases teóricas da Agroecologia e dos Sistemas Agroflorestais para que exista embasamento epistemológico que justifique e comprove que esta é a ciência do agora e do futuro se quisermos, como humanidade, continuar a viver na Terra com segurança e qualidade de vida.

Ademais, é de suma importância a descrição das experiências agroecológicas e agroflorestais que já aconteceram no semiárido para que estas fiquem registradas e compiladas, e possam ser consultadas na busca pela construção de novas experiências. Estas experiências dão base para o desenvolvimento de modelos sustentáveis que estejam orientados com a dinâmica natural do semiárido, respeitando os ciclos naturais e conservando os recursos e a biodiversidade da região, bem como a cultura do povo sertanejo.

2.1 Características socioambientais do semiárido brasileiro

De acordo com Prăvălie (2016), as terras secas do planeta são sistemas terrestres em estado crítico devido à baixa disponibilidade de água, onde a precipitação é equilibrada pela evaporação das superfícies e pela transpiração das plantas. As terras secas são divididas em terras subúmidas secas, terras semiáridas, terras áridas e terras hiperáridas, e abrangem aproximadamente 41% das áreas terrestres do planeta, embora novas estimativas apontem para um total de 45%, diferença espacial gerada por uma variedade de problemáticas ambientais que se agravaram nas últimas décadas (PRĂVĂLIE, 2016).

Os maiores perturbadores dos sistemas ambientais em quase todos os sistemas de terras secas são os processos de degradação da terra, como a erosão do vento e da água, a degradação da vegetação, a salinização, a compactação do solo e a perda de nutrientes, de acordo com o autor. Pesquisas mostram que, considerando que a África e a Ásia têm a maior extensão de terras secas no planeta, esses continentes são especialmente ameaçados por perturbações ambientais de maior impacto, como a desertificação, a seca, ondas de calor, estresse hídrico, chuvas torrenciais, incêndios naturais e pandemias (PRĂVĂLIE, 2016). Para o autor, em decorrência dessa realidade, os sistemas humanos estão sendo ameaçados pela crise gerada pela

crescente pobreza, insegurança alimentar, migração populacional e instabilidades políticas regionais.

As regiões semiáridas cobrem aproximadamente 15% da superfície da terra e suportavam, em 2000, 14.4% da população global (HUANG *et al.*, 2016). Os ecossistemas inseridos nestas regiões são frágeis e sensíveis às investidas agressivas das atividades humanas e das mudanças climáticas, sendo muitos dos efeitos humanos nos climas semiáridos relacionados à exploração agrícola das terras aráveis. Para os autores, a prática da agricultura em áreas que em condições naturais já são complicadas, pode ser motivada por fatores econômicos e sociais.

Dentre estes fatores, está a necessidade de providenciar comida para uma população maior, a queda na produtividade das áreas agrícolas já existentes e o lucro (HUANG *et al.*, 2016). Segundo os autores, as populações do semiárido se sustentam principalmente com uma agricultura alimentada pela chuva, e as chuvas irregulares da região afetam diretamente a disponibilidade de recursos hídricos superficiais tão necessários para a irrigação na agricultura, sendo uma pequena mudança nos padrões de chuva ou uma mudança de temperatura fatores desastrosos.

Huang *et al.* (2016) explicam que a tendência de aquecimento global a longo prazo é elevada para as regiões semiáridas, pois, em climas mais quentes, as secas podem se tornar mais longas em duração e mais severas em regiões mais propensas às secas em razão do aumento da evaporação e da redução da precipitação. O aquecimento global leva a uma intensificação do ciclo hidrológico, transformando regiões úmidas em mais úmidas e regiões secas em mais secas, embora o risco de degradação da terra seja maior no meio do gradiente de aridez, correspondente às regiões semiáridas (HUANG *et al.*, 2016).

De todos os subtipos de terras secas do planeta, as regiões semiáridas têm a maior área, que diz respeito a mais de $\frac{1}{3}$ da área total de terras secas, e são nelas que ocorrem, também, as maiores taxas de expansão de terras secas, correspondentes a metade do total da expansão de terras secas no mundo (HUANG *et al.*, 2016). De acordo com os autores, simulações recentes de modelos climáticos mostram que as áreas de terras secas no planeta têm projeção para aumentar em aproximadamente 10% até 2100, exceto na Índia e no norte da África, que se tornarão mais úmidas.

Evidências indicam que a seca generalizada que tem ocorrido durante décadas nas regiões semiáridas também é controlada por interações oceano-atmosfera, dando suporte à tese de

que os oceanos possuem um papel de controle no clima das regiões semiáridas na região do Sahel, na África, e em outras regiões extratropicais semiáridas (HUANG *et al.*, 2016). Segundo os autores, em adição ao efeito dos oceanos, estudos prévios também enfatizaram que as interações entre as superfícies da terra - o que inclui o uso da terra e as mudanças na superfície da terra - e a atmosfera são críticas para tendências de seca em regiões semiáridas.

Em síntese, Huang *et al.* (2016) dissertam que o solo exposto (descoberto) reduz a radiação líquida na superfície, criando, assim, evaporação e diminuindo a energia úmida estática, o que induz condições mais secas e mais úmidas. O aumento do aerossol de poeira em escala local, associado com as atividades humanas, como a agricultura e a indústria, podem interpretar um papel importante nas tendências de secas sobre as regiões semiáridas (HUANG *et al.*, 2016).

Nesse sentido, as atividades humanas podem influenciar significativas mudanças sobre as regiões semiáridas, embora uma atribuição da mudança de uso da terra induzida pelo homem seja necessária para examinar a contribuição antropogênica, o que demanda mais pesquisas sobre o tema.

O semiárido brasileiro, com aproximadamente 969.589,4 km² e 22 milhões de habitantes, contém dois biomas, que são a Caatinga e o Cerrado, biomas expressivamente ameaçados pela atividade agropecuária secular (MICCOLIS *et al.*, 2016; PEREZ-MARIN *et al.*, 2013). A Caatinga, bioma exclusivo do Brasil, abriga milhares de espécies animais e vegetais, sendo centenas destas endêmicas desse ambiente, mesmo com o clima seco, a baixa pluviosidade e os solos rasos, o que a torna extremamente vulnerável a processos de desertificação (MICCOLIS *et al.*, 2016).

A Caatinga foi, desde o início da colonização brasileira, um ambiente explorado e utilizado para a pecuária e a silvicultura, sendo estas as principais atividades da região ainda hoje e, também, os principais fatores de degradação do bioma (MICCOLIS *et al.*, 2016). A cobertura vegetal da Caatinga foi reduzida em 50% até o ano de 2009 e, ainda assim, é um dos biomas brasileiros que possui o menor número de Unidades de Conservação (UCs) do país, protegendo apenas 7,5% do seu território, sendo apenas 1% UCs de proteção integral, de acordo com os autores.

Contudo, é uma região que abriga cerca de 27 milhões de pessoas, sendo parte destes agricultores familiares que dependem dos recursos locais para sua subsistência. Para os autores, mesmo em condições precárias, o sertanejo busca por alternativas de adaptação e convivência

com a seca, procurando estratégias para restaurar e manejar os ecossistemas naturais e reduzir as desigualdades socioeconômicas da região. Nesse sentido, o planejamento agrícola e pecuário da região deve sempre levar em conta o aperfeiçoamento dos sistemas de criação de animais e as melhores formas de utilização da vegetação nativa, como produção de forragem animal e a utilização de culturas de ciclo curto junto com espécies frutíferas (MICCOLIS *et al.*, 2016).

O estado do Ceará tem, em sua predominância, a caatinga como vegetação principal, sendo esta uma vegetação espinhenta, de folhas pequenas e caducas, constituídas por arbustos e árvores de pequeno porte, além de ser rica em cactáceas, bromeliáceas, euforbiáceas e leguminosas (ALBIERO *et al.*, 2015). De acordo com os autores, em termos forrageiros a caatinga é muito rica e diversificada, mas a falta de conhecimento técnico da exploração extrativista na área tem levado à rápida diminuição das populações naturais das espécies nativas, sendo algumas destas ameaçadas de extinção.

A realidade do Cerrado, mais conhecido com o berço das águas do Brasil, não é muito diferente da Caatinga, pois é um bioma com vasta heterogeneidade paisagística e de espécies, sendo a savana mais biodiversa do planeta (MICCOLIS *et al.*, 2016). O que muda é que o Cerrado abriga as principais nascentes de importantes rios brasileiros, então as condições de solo e de chuva são mais favoráveis do que na Caatinga. O Cerrado é um dos biomas mais ameaçados do mundo devido ao cultivo extensivo de soja (*Glycine max* (L.) Merr), milho (*Zea mays* L.) e algodão (*Gossypium hirsutum* L.), commodities usadas no plano de exportações do Brasil, além de produção de celulose e a carvão e a construção de barragens para geração de energia, de acordo com os autores.

O problema é a forma predatória com que essas atividades são realizadas, degradando os sistemas naturais e diminuindo a complexidade destes através de práticas como o desmatamento, por exemplo, que atinge cerca de 30 mil quilômetros quadrados por ano no Cerrado, ou seja, todos os anos 1,5% da vegetação do Cerrado é degradada, restando apenas 55% da vegetação natural do bioma (MICCOLIS *et al.*, 2016). O Cerrado abriga cerca de 470 mil pequenas propriedades rurais, em grande parte pertencentes a agricultores familiares e comunidades tradicionais que buscam alcançar tecnologias sustentáveis para conservar esse bioma tão importante para eles e para o país.

Segundo Miccolis *et al.* (2016), este bioma é o provedor das bases para a sobrevivência de inúmeros povos tradicionais, como extrativistas, indígenas, quilombolas e

agricultores familiares, todos formando um rico conjunto de diversidade cultural. Frente a tal perspectiva, urge a necessidade de estimular e valorizar atividades tradicionais sustentáveis desenvolvidas por esses povos tradicionais que há séculos manejam os ambientes naturais de forma sustentável, além de promover maneiras inovadoras de manejo que permitam aliar a produção com a conservação dos recursos, como é o caso dos SAFs, que respeitam os potenciais ecológico e produtivo locais (MICCOLIS *et al.*, 2016).

Além das características climáticas gerais da região semiárida, o Nordeste brasileiro tem, ainda, fatores específicos que determinam as condições socioambientais, como solos rasos, alta demanda evaporativa retirada da cobertura vegetal e organizações sociais, não existindo outra região no planeta com condições edafoclimáticas, bioecológicas e socioeconômicas semelhantes (ALBIERO *et al.*, 2015). Favero e Santos (2016) relatam que as maiores extensões de áreas em processo de desertificação no país estão localizadas no semiárido, devido principalmente ao uso inadequado da terra associado às variações climáticas e às características físicas da região

A desertificação é uma consequência do uso insustentável das terras do planeta e das mudanças climáticas, afetando regiões de clima árido, semiárido e subúmido seco (PEREZ-MARIN *et al.*, 2013). Aproximadamente 58% das áreas do semiárido foram afetadas por processos de desertificação, muito embora faltem informações sobre os processos degradantes e a sua possível extensão, sendo necessárias atualizações constantes (PEREZ-MARIN *et al.*, 2013).

De acordo com Perez-Marin *et al.* (2013), devido à pressão crescente sobre os recursos naturais da região, os níveis de degradação são tão altos que, em alguns lugares, surgem núcleos de desertificação. Esses núcleos são grandes áreas desnudas de vegetação nativa, podendo haver cobertura vegetal rasteira ou não e com fortes indícios de erosão do solo.

A desertificação ocorre, normalmente, com o desmatamento e a substituição da vegetação nativa - na caatinga, uma vegetação arbórea-arbustiva - por outra cultivada, de porte e ciclo de vida diferentes, levando à perda da fertilidade do solo (PEREZ-MARIN *et al.*, 2013). De acordo com os autores, nas áreas irrigadas o uso de águas com elevados teores de sais, o manejo inadequado dos ciclos de irrigação e a ausência de uma estratégia de drenagem levam à salinização do solo, bem como o uso de maquinários pesados compactam o solo, fenômenos que caracterizam as áreas degradadas.

Nesse sentido, para combater a desertificação é necessário suprimir as causas que a provocam, buscando influenciar os meios cultural, econômico e político da sociedade na busca

por um modelo de produção sustentável. Urge a necessidade da elaboração de planos de recuperação de áreas degradadas a partir de atividades produtivas, por meio de sistemas de manejo do solo, da água e da cobertura vegetal, com o objetivo de melhorar a condição de vida da população local, aumentar a qualidade ambiental desses ambientes, bem como diminuir o risco social e contribuir com o equilíbrio do clima no planeta e dos ciclos biogeoquímicos (PEREZ-MARIN *et al.*, 2013).

Sendo a agropecuária convencional uma grande vilã nas áreas do semiárido, é importante considerar o manejo florestal como carro-chefe da região, principalmente para os núcleos de desertificação (PEREZ-MARIN *et al.*, 2013). Para os autores, a renda conferida pelo manejo florestal tem sido uma inspiração para os agricultores familiares que visam retomar a característica produtiva das áreas degradadas, tendo como base planos de manejo florestal sustentável que tenham como meta a conservação dos recursos naturais e uma justa relação de trabalho e renda.

O semiárido brasileiro, região rica em diversidade paisagística, de cultivos e de culturas, deve ser valorizado e conservado a partir de políticas públicas que visem valorizar os produtos locais, a riqueza cultural das localidades e o manejo sustentável de suas paisagens, contribuindo para a manutenção da vida (MICCOLIS *et al.*, 2016). De forma geral, técnicas de produção que consorciem a vegetação nativa com espécies cultivadas próprias para cada local são promissoras para equilibrar as funções ecológicas e sociais no semiárido, intercalando áreas de produção e áreas de preservação, segundo os autores.

Nesse sentido, se faz necessária uma retrospectiva histórica do movimento dos agricultores familiares da região semiárida brasileira para que este sujeito social e político seja compreendido, valorizado e orientado da melhor forma por políticas públicas específicas que visem sua manutenção e reprodução. Estes sujeitos foram assistidos pelo governo pela primeira vez em 1994, com a criação do Programa de Valorização da Pequena Produção Rural (PROVAP), precursor do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), criado em 1996 e transferido do Ministério da Agricultura para o Ministério do Desenvolvimento Agrário em 1999 (FAVERO; SANTOS, 2016).

De acordo com Favero e Santos (2016), na década de 1990 os movimentos sociais que lutam pela terra, como o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), na busca pela reforma agrária no país começaram um processo de luta por crédito agrícola e assistência

técnica adequados para os “pequenos produtores rurais”, ao mesmo tempo em que na academia novos termos eram estudados, como “mundo rural”, “ruralidade” e “território”. Foi nesse contexto que nasceu o termo “agricultura familiar”, buscando identificar e caracterizar um novo sujeito social da produção agropecuária e do mundo rural brasileiro, não como termo substituto de “modo camponês de produção”, mas expressando um novo modelo de pensamento e de prática de produção que seria conflitante com outros modelos produtivos do interior do capitalismo (FAVERO; SANTOS, 2016).

Essa expressão se transformou em uma ferramenta de regulação e gestão por parte do Estado para com um segmento que viria a se tornar marginalizado dentro do contexto da modernização conservadora e do crescimento do agronegócio. Os autores destacam que era necessário reforçar o reconhecimento das especificidades da agricultura familiar, e esse esforço teve como resultado muitos estudos sendo feitos e novos termos sendo introduzidos no estudo desse movimento, como multifuncionalidade, diversidade e pluriatividade, peças fundamentais no estudo do “novo rural” brasileiro.

Ao mesmo tempo, estudiosos do universo rural brasileiro sugerem a transposição destes temas - da agricultura familiar e da diversidade de espaços e atores - não mais como uma pluralidade substantiva, mas como uma complexidade, situando-os dentro dos processos históricos das suas próprias produções e dentro das contradições que estruturam o modo capitalista de produção (FAVERO; SANTOS, 2016).

De acordo com Faveiro e Santos (2016), o semiárido do Nordeste do país passa por um aprofundamento do estado de desordem política e social, com a quase totalidade das lideranças transferindo-se dos movimentos para as organizações do Estado e transformando-se de agentes dos movimentos em agentes do Estado, extinguindo-se as contradições entre o Estado e os movimentos sociais. Para os autores, o que se tem observado no sertão são organizações esvaziadas e/ou transformadas em lugares do governo, ou em pequenos movimentos de pouca força.

No estado do Ceará, a Caatinga é o bioma predominante, sendo necessária uma análise e reflexão das condições dos trabalhadores rurais neste contexto em específico. A agricultura desenvolvida na Caatinga é composta, em sua maioria, por minifúndios que utilizam baixo nível tecnológico e uso intensivo de mão-de-obra familiar, gerando baixos níveis de produtividade e renda, conhecidos como “pequena produção” e “agricultura de subsistência”, os

agentes que representam a parcela mais expressiva da agricultura camponesa do Brasil (DE MORAIS, 2019).

Para De Moraes (2019), sua dispersão e variabilidade de formas é alimentada também pela interpenetração com outros setores e pela variedade de sistemas ambientais inseridos no bioma com suas variáveis de microclima, solos, regime de chuvas e outros fatores, as quais dificultam a sua identificação enquanto grupo diferenciado na formulação de políticas públicas específicas.

Ademais, para o autor, é fundamental discutir sobre a necessidade de uma harmonização entre a racionalidade econômica e a ecológica, por meio do intermédio da utilização de potenciais ecológicos e das identidades culturais, buscando compor uma racionalidade ambiental pautada na diversidade cultural e na reinvenção dos modos de apropriação social da natureza, bem como de habitar um território.

As dimensões simbólica, cultural e política, as quais carregam os conceitos de campesinato ou de agricultura familiar, ainda que, talvez, sejam conceitos inacabados e insuficientes, de certa forma restritos, são expressivas, e servem como atributos que organizam e juntam os significados, possibilitando a análise para auxiliar na interpretação de um tipo específico de produção e reprodução social no cenário nacional (DE MORAIS, 2019). Segundo o autor, para identificar, analisar e propor políticas públicas específicas para cada grupo social distinto, é necessário o estudo da simbologia e da estruturação destas sociedades, visando a garantia da reprodução destas.

No Brasil existe uma pequena porção de estabelecimentos rurais que produzem com alto nível de eficiência e produtividade, criando um padrão de viabilidade econômica referência para os demais estabelecimentos agrícolas, que tenham pacotes de modernização ou não (DE MORAIS, 2019). A principal ideia que deve ser absorvida é a de que a reprodução do agricultor familiar como ator social específico deve ser vista pela sua própria capacidade de resistência e readaptação, não apenas por sua subordinação ao capital.

Devido à distinção de viabilidade dos estabelecimentos rurais ser pautada na renda proveniente da agropecuária, a agricultura familiar se encontra inserida em um contexto hostil para sua reprodução, já que esta procura sempre se reinventar dentro das pressões impostas pelo capital (DE MORAIS, 2019). Nos estabelecimentos rurais familiares da Caatinga do semiárido nordestino não existe aporte suficiente de tecnologias organizativas, financeiras, produtivas e

logísticas de uso sustentável, sendo o tipo de tecnologia de exploração agrícola utilizada nestes estabelecimentos insuficiente para sustentar uma família de quatro pessoas, resultando em uma grave degradação ambiental em um espaço de baixa resiliência dada a fragilidade do bioma.

Segundo o autor, um grave problema social se estrutura dentro deste cenário: a pobreza rural, principalmente relacionado à produção agrícola. Quando analisando a viabilidade econômica e ambiental da produção agrícola na região, as mudanças climáticas marcam um grande desafio no âmbito das políticas agrícola e social do Brasil. Informa que a Caatinga é a região que centraliza uma das mais relevantes questões rurais da pós-modernidade: a necessidade de construir e implantar ações públicas que busquem a inclusão dos espaços naturais e das populações rurais na dinâmica socioeconômica da região, buscando preservar os recursos naturais. O que não é simples nem fácil, de acordo com De Moraes (2019).

Existe um grande desafio que permeia a gestão da região da Caatinga no semiárido nordestino, o que demanda uma grande disposição e capacidade de discussões e formulações de arranjos institucionais que busquem a conservação do bioma ao mesmo tempo em que garantam a inclusão social e produtiva dos estabelecimentos rurais camponeses, disponibilizando tecnologias apropriadas para a convivência com o semiárido como eixo central da superação da pobreza rural (DE MORAIS, 2019).

De acordo com o Censo Agropecuário de 2017, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017a), 77% dos estabelecimentos (cerca de 3,9 milhões de estabelecimentos) são classificados como agricultura familiar, e são aproximadamente 10,1 milhões de pessoas que estão envolvidos com esta atividade. De acordo com o Censo (IBGE, 2017a), a área ocupada pela agricultura familiar é de 80,9 milhões de hectares, o que corresponde a 23% da área de todos os estabelecimentos agropecuários do país (351 milhões de hectares), enquanto cerca de 70% dos estabelecimentos agropecuários têm área entre 1 e 50 hectares (IBGE, 2017b).

Os estados de Pernambuco, Ceará e Acre têm as maiores proporções de área ocupada pela agricultura familiar (IBGE, 2017a). No Ceará, a área total ocupada pelos 394,3 mil estabelecimentos agropecuários é de 6,9 milhões de hectares, onde existem 929 mil pessoas ocupadas nas atividades agropecuárias (IBGE, 2017c). A estimativa é que 65% dos estabelecimentos do semiárido são minifúndios menores que cinco hectares, dimensões muito abaixo do Módulo Fiscal (MF) da região, que varia - por município - de 12 a 90 hectares,

conforme sugerido pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) como unidade de área mínima para garantir a subsistência de uma família (DE MORAIS, 2019).

Para o autor, mesmo com esse cenário de baixa produtividade e retorno financeiro abaixo do ideal para os estabelecimentos camponeses, a região também abriga territórios em que existe uma agricultura inserida em cadeias produtivas internacionais. Tais discontinuidades existem tanto no âmbito ambiental quanto no socioeconômico, pois a Caatinga, ao estar inserida em circuitos agrícolas de alta eficiência e tecnologia, também adentrou em uma nova ordem de tempo exigida pelos mercados, ou seja, a própria natureza passa a ser alinhada aos ritmos do mercado, gerando efeitos diversos (DE MORAIS, 2019).

Segundo o autor, os diferentes atores sentem os efeitos dos processos globais de formas diferentes, pois a globalização dos alimentos cria uma dinâmica particular da relação entre mercado, natureza e atores sociais. Ou seja, um bioma com características ambientais físicas desafiadoras, com áreas susceptíveis à desertificação e com alto nível de pobreza se relaciona com a dinâmica dos mercados internacionais, influenciando e sendo influenciado pelas amplas dimensões do universo produtivo do planeta (DE MORAIS, 2019).

Segundo De Moraes (2019), tal mercado de alto fluxo de produção, circulação e consumo coexiste com os estabelecimentos rurais familiares, de menor área e rendimento econômico, onde o Valor Bruto da Produção (VBP) não passa de R\$ 133,00 por pessoa ocupada - sendo a renda agrícola gerada pelos pequenos estabelecimentos nordestinos inferior à linha da pobreza. Para o autor, essa pobreza dos menores estabelecimentos rurais no semiárido não é explicada somente pelo clima ou pela distribuição fundiária desigual, mas também pelo contexto local pouco dinâmico, onde os mercados agrícolas e não-agrícolas se encontram estagnados, bem como o baixo nível educacional dos gerentes dos estabelecimentos e as tecnologias produtivas inadequadas ou de baixa performance aplicada.

Além disso, a origem das rendas não agrícolas serem provenientes de aposentadorias e programas de crédito, a escassa infraestrutura na região, o acesso ao microcrédito e a baixa orientação técnica. Somado a isso, existe a variabilidade, pouca fertilidade e inexpressiva profundidade dos solos do semiárido, fazendo com que apenas 2% da área no Nordeste seja passível de irrigação (DE MORAIS, 2019).

O autor analisa os dados gerados pelos financiamentos cedidos nos PlanoSafra de 1996 a 2012, que fornecem um quadro geral do PRONAF. O modelo da política de crédito e o

quadro fundiário, além do baixo nível educacional, tecnológico e produtivo, o quadro ambiental complexo e as políticas públicas imaturas dificultam a reprodução dos estabelecimentos rurais camponeses, onde, muitas vezes, passa a predominar a pobreza rural, o analfabetismo, a insegurança alimentar e a baixa capitalização dos estabelecimentos. Além disso, afirma que o semiárido é uma região muito fragilizada e vulnerável, e desde 2012, algumas regiões continuam a passar pela maior estiagem registrada nos últimos 100 anos, impactando não só a área ambiental, mas também produtiva, social e econômica.

Os estabelecimentos rurais com até dez hectares (60% das unidades no semiárido) ocupam apenas 5,6% da área disponível e geraram 35% do VBP agrícola da região, enquanto 83 mil estabelecimentos com área superior a cem hectares, ocupando 57% da área total, contribuíram com apenas 22,8% do VBP (DE MORAIS, 2019). Para o autor, isso comprova que os estabelecimentos menores exploram a terra de forma menos prejudicial que os maiores, embora ainda não consigam gerar níveis de rendimento que mantenham a população acima do nível da pobreza.

Segundo De Moraes (2019), uma parcela destes estabelecimentos de menor porte que não encontra alternativas de sobrevivência em outras atividades, a implementação de tecnologias que orientem no aumento da produtividade e da eficiência produtiva é uma saída que talvez possibilite o estímulo de renda dos estabelecimentos que estão próximos ou acima da linha da pobreza. O crédito rural surge como um dos mais importantes instrumentos para a estruturação e o desenvolvimento de estabelecimentos rurais familiares, sendo considerado como o elemento chave para o incentivo e a promoção de trabalho e renda agrícola e não agrícola, como é o caso do PRONAF (DE MORAIS, 2019).

O autor afirma que novos estudos devem ser feitos na Caatinga do semiárido para compreender aspectos pontuais dos estabelecimentos rurais familiares que são fundamentais para a dinamização deste grupo, que são o crédito e a assistência técnica. Para o estado do Ceará, as políticas públicas devem ser orientadas para a assistência técnica e criação de programas de crédito que visem financiar agricultores e agricultoras familiares que trabalhem com métodos agroecológicos e agroflorestais, dando suporte para que estes sujeitos possam iniciar seus projetos e manter a renda para sua sobrevivência.

Para Albiero *et al.* (2015), o semiárido é uma das regiões brasileiras que mais necessita de uma intervenção estatal eficiente que tenha como finalidade o controle e mitigação

dos efeitos destruturadores causados pelas mudanças climáticas. Embora parte de um espaço produtivo plural e amplo, as atividades econômicas da região não suportam o espaço deixado pela desordem do agronegócio, formada pela criação de gado, pelo plantio de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e pelas lavouras alimentares.

Dessa forma, as potencialidades do semiárido devem ser exploradas a partir de uma perspectiva sustentável, respeitando os ciclos de seca e de chuvas da região, bem como valorizando e utilizando da biodiversidade regional para aproveitar as condições climáticas como oportunidades de desenvolvimento. É possível concluir que a região semiárida brasileira tem um grande potencial para o cultivo e extração de madeira e frutas, pois as florestas secas conservadas contribuem de forma efetiva para a redução do aquecimento global. O manejo florestal sustentável seria uma excelente ferramenta para as populações que residem no semiárido, promovendo a geração de trabalhos, renda e melhoria na qualidade de vida.

Urge a necessidade de aproveitamento dos potenciais sociais, ambientais e econômicos do semiárido, buscando integrar esse tripé de forma que um alimente o outro e se sustentem mutuamente. Os novos métodos de agricultura de base ecológica providenciam as bases para a emancipação e autonomia do trabalhador rural e para a conservação dos recursos naturais locais, integrando o processo de convivência com o semiárido.

2.1.1 Do Paradigma do Combate à Seca ao Paradigma da Convivência com o Semiárido

Segundo Assad *et al.* (2016), o semiárido brasileiro, devido ao clima seco característico, tem recebido diversas iniciativas governamentais para o enfrentamento dessa questão, buscando construir grandes infraestruturas hídricas, como açudes, grandes sistemas de irrigação e outros investimentos de grande magnitude, muitas vezes tendo resultados limitados. Essas intervenções, de base clientelista, deram resultado a áreas de desenvolvimento centralizado, com elevados investimentos e padrão tecnológico, mas com pouca viabilidade socioeconômica, com impactos ambientais negativos e com baixo acesso e poucos benefícios para a população da região - cerca de 1,7 milhão de famílias agricultoras (ASSAD *et al.*, 2016).

É indispensável elucidar o que pretende-se ao falar em agricultura familiar. É necessário refletir sobre e compreender o sujeito social que se encontra no centro da questão agrária brasileira: o trabalhador rural. O trabalhador rural é o sujeito social e político que transforma constantemente a relação entre sustento da família e exploração da natureza,

permitindo a dinamização no processo de recriação deste agente de mudança do meio rural, seja através de ocupações agrícolas ou não agrícolas.

Nesse sentido, o agricultor familiar é um trabalhador rural que, na dinâmica atual do campo, pode vir a trabalhar com outras atividades não-agrícolas, ou ocupações rurais não-agrícolas (ORNAs) (GRAZIANO DA SILVA, 2001). Devido o teor da pesquisa, será adotada a classificação de agricultor familiar para se referir ao sujeito social que vive e trabalha no campo.

Existe uma preocupação crescente com a forma de se fazer agricultura, e as instituições públicas e privadas têm buscado uma transição para uma agricultura mais preocupada com o meio ambiente (CAMPELO, 2014). De acordo com o autor, esta preocupação tem auxiliado na criação de políticas públicas voltadas para a agricultura familiar no clima semiárido com vistas para a convivência a semiaridez, mas nem sempre foi assim. Antigamente, as políticas para esta região eram conhecidas como políticas de combate à seca.

Para Campelo (2014), a agricultura familiar se consolidou nas regiões semiáridas do Brasil dentro de um contexto de desigualdade e ideologias políticas discrepantes, criando condições de pobreza e de necessidade de políticas públicas de desenvolvimento. Do início do século passado até os dias atuais, o autor descreve as principais políticas públicas voltadas para a agricultura familiar no semiárido do país.

Nestas regiões, as grandes estiagens agravavam ainda mais as dificuldades, deixando a população ainda mais dependente da intervenção do Estado, principalmente das políticas que auxiliassem na condição imposta pelo clima e que promovessem alternativas de emprego e renda (CAMPELO, 2014). O autor reafirma que é necessário eliminar a indústria da seca, embora isso só fosse possível se as limitações existentes fossem superadas por meio de transformações de ordem social, melhorando a qualidade de vida da população, além de realizar uma reforma agrária que garantisse uma maior porção da renda produzida na agricultura e na pecuária ao produtor rural.

As políticas públicas no semiárido nordestino só começaram a ser reconhecidas pelo Governo a partir da Grande Seca, que aconteceu entre 1877 e 1879, a qual desencadeou a morte de centenas de milhares de pessoas (CAMPOS, J. N. B., 2014). De acordo com o autor, no século passado, a maioria das políticas públicas praticadas no Nordeste brasileiro foi formulada pensando no Combate à Seca, sendo estas: humanitária (condolência às vítimas da seca); de intervenção e sistematização com estudos e obras (se inicia com a criação da Inspeção de Obras

Contra as Secas (IOCS), em 1909, onde houve a criação de açudes e a sistematização da rede de dados meteorológicos e hidrológicos); de diferenciação (se inicia com a criação do Banco do Nordeste do Brasil (BNB) em 1951); e de integração do desenvolvimento regional e promoção universitária (se inicia com o Seminário para o Desenvolvimento Econômico do Nordeste, em 1959).

Na época Colonial, os prejuízos e mortes nos sertões causados devido às secas não eram considerados pela Coroa como um problema que merecesse atenção e o desenvolvimento de políticas públicas, postura que se mantém mesmo no primeiro Império do Brasil (CAMPOS, 2014). A região, formada por províncias pouco conhecidas na capital do país, foi alvo da primeira Comissão Imperial, enviada pelo imperador Dom Pedro II, com o objetivo de conhecê-la, bem como seus problemas e potencialidades.

Acrescenta-se que a Grande Seca pode ser considerada como o pior desastre social que já assolou a sociedade brasileira, o qual proporcionou grandes mudanças na maneira como o governo e a sociedade compreendiam o fenômeno das secas. Como consequência deste, houve a criação de outra Comissão Imperial para propor soluções para esta problemática, sendo esta a primeira movimentação para a criação de políticas públicas para a região.

O açude Cedro foi o primeiro construído na região, ainda no tempo do império, sendo realmente implementado após a criação da IOCS, buscando reduzir as vulnerabilidades hidrológicas regionais, enquanto, na atualidade, a obra de Transposição do rio São Francisco é a obra mais importante desta infraestrutura, e talvez a última (CAMPOS, 2014). Este período de formação da infraestrutura hidráulica no semiárido, segundo o autor, possibilitou um vislumbre de um desenvolvimento sustentável para a região, principalmente das regiões próximas aos rios intermitentes no Nordeste setentrional.

Campos (2014) relata que foi neste período que se criou um suprimento confiável de águas potáveis, e onde também aconteceu uma redução significativa na frequência das secas hidrológicas, embora não tenha acontecido com as secas agrícolas (com menor número de desastres e taxas de mortalidade do que no passado). A partir deste exemplo, os programas sociais implantados pelo Governo ao longo dos anos reduziram consideravelmente os impactos da seca sobre a população, tendo as instituições evoluído muito no conhecimento sobre gestão de água (CAMPOS, 2014). Ainda assim, os programas e políticas públicas direcionadas para o semiárido tinham como pressuposto o Combate à Seca, e não a Convivência com a Seca.

A seca se tornou um símbolo do semiárido, escondendo os conflitos sociais e políticos que estruturam as relações entre proprietários e não proprietários de terras, entre o latifúndio e o minifúndio, e das outras muitas figuras que vivem através da relação com a terra (FAVERO; SANTOS, 2016). O Nordeste das secas e da pobreza começava, então, a ganhar força como dimensão social, simbolizando o atraso econômico, social e político, analisado a partir de uma perspectiva desenvolvimentista como a do Brasil na época. Segundo os autores, o Governo enxergava as famílias agricultoras do Nordeste como um atraso, e a região como um lugar de pobreza e de dominação política.

No semiárido nordestino a estrutura fundiária é extremamente concentrada, composta por latifúndios e minifúndios, sendo que destes últimos 65% dos estabelecimentos possuem até cinco hectares e 89,2% são considerados familiares (com área inferior a 100 hectares e detendo 27% da área total dos estabelecimentos) (FAVERO; SANTOS, 2016). De acordo com os autores, a população camponesa do semiárido nordestino envolve em torno de 92% do total dos estabelecimentos agropecuários.

Para os autores, a concentração da água ocorre nas mesmas proporções que a concentração da terra, evidenciado pelo fato de que, nas estiagens, as pequenas propriedades são as primeiras a sentir seus efeitos. A seca na região se tornou, inclusive, uma “indústria da seca” que busca beneficiar apenas os grandes proprietários e aprofundar a desigualdade social e ambiental, aumentando o número de conflitos no território e que, inclusive, se agravam no período de estiagem.

As políticas públicas que acompanharam os ciclos da seca inicialmente obedeciam à ideologia do combate à seca, como em um esforço inútil de tentar mudar o clima (CAMPELO, 2014). Segundo o autor, a IOCS, que depois passou a se chamar IFOCS (Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas) e, depois, DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas), foi a primeira instituição cujo objetivo era auxiliar nas secas que aconteciam no Nordeste. Entretanto, ainda de acordo com o autor, a ICOS sofreu com escassez de verbas nos seus 10 anos de existência, impedindo o plano de ações daquele órgão.

Ademais, a região semiárida do Nordeste sofreu com uma profunda crise hídrica no ano de 1915, conhecida como a “Seca do Quinze”, onde diversas lavouras foram perdidas, colocando a população da região ainda mais na miséria. Tal situação motivou a criação de uma proposta para o desenvolvimento de um fundo de irrigação para financiar obras na região, por

meio da IFOCS que, em 1919, foi ativada para auxiliar na seca que assolava a região (CAMPELO, 2014).

Outra seca aconteceu entre os anos de 1942 e 1943, motivando a ativação do DNOCS, em 1949, para criar um fundo especial das secas, que iria reservar 3% da renda tributária da União para a realização de obras no semiárido, renda que, segundo alguns pesquisadores, deveria ser convertida para socorrer às populações atingidas pela seca com obras de emergência e serviços de assistência, além de servir como empréstimo aos produtores rurais (CAMPELO, 2014).

Na década de 1950 houve duas grandes secas, uma no ano de 1952 e outra no ano de 1958, quando foi criado o Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste (GTDN), responsável por diagnosticar a realidade do semiárido e da população inserida neste contexto a fim de propor políticas públicas específicas. Segundo o autor, até 1959 o DNOCS era o principal órgão governamental que executava obras na região, principalmente de infraestrutura. Com a criação da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene), responsável pelo desenvolvimento regional, nasceu uma forte divergência desta com o DNOCS, resultando em prejuízos entre as instituições e a região Nordeste.

O autor relata que, em paralelo a esse período, a Revolução Verde foi difundida internacionalmente, substituindo as formas tradicionais e locais de agricultura do semiárido em um pacote tecnológico que prometia aumento do nível de produção e renda por unidade de área e capital empregado, mas também trazia grandes discussões sobre o futuro da agricultura brasileira devido aos resultados sociais e ambientais preocupantes.

A partir de 1964, visando a modernização agrícola, os gestores de políticas públicas do Governo buscaram criar uma nova estrutura institucional para a política agrícola brasileira, com destaque para o Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR), que proporcionava aos agricultores linhas de crédito acessíveis e baratas, sendo a principal linha de crédito entre as décadas de 1970 e 1980 a Políticas de Garantia de Preço Mínimo (PGPM), realizadas por meio do programa Aquisição do Governo Federal (AGF) e Empréstimo do Governo Federal (EGF) (CAMPELO, 2014).

Saltando para o ano de 1970, ano de seca isolada, Campelo (2014) comenta que a Sudene foi enfraquecida quando passou a ser subordinada ao Ministério do Planejamento, já não mais fazendo planos trienais de desenvolvimento, e neste mesmo ano foram criados os programas

de incentivo fiscal PIN e Proterra, exaurindo ainda mais a Sudene. Segundo o autor, ao longo das décadas de 1970 e 1980 houve diversos programas e projetos do governo implantados com foco na agricultura familiar e no semiárido.

No final da década de 1970 as principais políticas de combate à seca se esgotaram com o fim da revolução verde. Mesmo que na agricultura do semiárido ainda existam práticas associadas ao modelo produtivista da agroindústria, com o uso de agrotóxicos, sementes geneticamente modificadas e fertilizantes químicos, a revolução verde como paradigma ideológico está praticamente extinta, segundo Campelo (2014). A partir desse contexto, então, é possível observar políticas públicas voltadas para a ideia de Convivência com o Semiárido, as quais acompanharam a transição dos modelos convencionais de produção para os modelos agroecológicos.

Essa nova perspectiva de desenvolvimento rural trouxe, nas três últimas décadas antes da virada do século XXI, grandes mudanças na agricultura familiar e nas políticas públicas direcionadas à esta, colocando em xeque a lógica do Estado, baseada no combate à seca, em conceitos ecológicos equivocados ou ignorados e, além, em uma perversa forma de dominação social e política das oligarquias (CAMPELO, 2014). É neste contexto que surgia a agroecologia como um novo paradigma na agricultura de base familiar, provocando verdadeiras mudanças neste grupo social e político, devido, em parte, à modernização agrícola em larga escala, dirigida especialmente pelo Estado, sendo este, portanto, um agente do fortalecimento da agricultura familiar e um estimulador do desenvolvimento rural.

Campelo (2014) discursa sobre como, a partir da década de 1980, o Projeto de Tecnologias Alternativas (PTA) tentava romper com o modelo de combate à seca, o substituindo por um novo modelo que integrasse as dimensões ecológica, técnica, cultural e socioeconômica. De acordo com o autor, o início da década de 1980 simboliza o início de um processo de decadência da anuência neoliberal no Brasil, causando mudanças na relação do Estado com a sociedade, inclusive nas políticas públicas voltadas para a agricultura familiar, com a participação da sociedade na formação destas políticas. As políticas formuladas para a agricultura familiar foram de ordem agrícola e agrária, embora as agrárias tenham sido quase inexistentes no país, sendo as políticas agrícolas as orientadoras da agricultura familiar (CAMPELO, 2014).

Para o autor, as políticas agrícolas avançaram principalmente graças à luta dos trabalhadores rurais, muito embora a luta por uma reforma agrária justa e eficiente ainda encontra

persistentes obstáculos burocráticos, jurídicos, econômicos, políticos e constitucionais. O autor afirma que a reforma agrária deve ir além do que apenas dar terra para quem não tem, mas aumentar a propriedade dos agricultores familiares de pequenas propriedades que, devido à falta de espaço para gestão da terra, praticam técnicas agrícolas que causam impacto negativo no meio ambiente, além de estarem situados em regiões semiáridas, com clima desfavorável.

Entre 1980 e 1990 o estigma da seca foi substituído pelo da pobreza, pautado na ideia de classes sociais, e, pouco a pouco, foi se instaurando uma concepção de “combate à pobreza” dentro do Governo e do imaginário popular (FAVERO; SANTOS, 2016). A partir deste cenário, grandes programas e projetos foram financiados, em sua maioria, pelo Banco Mundial, como os Programas de Desenvolvimento Regional Integrados, desdobrados no Programa de Desenvolvimento de Áreas Integradas do Nordeste (Polo Nordeste), entre 1974 e 1975, bem como no Projeto Nordeste, em 1985, e em outros projetos federais e estaduais como o Projeto de Apoio ao Pequeno Produtor (PAPP), o Sertão Forte e o Produzir.

Os autores informam que estes programas e projetos deixaram rastros que se espalham pelo semiárido, como ruínas de casas de farinha, galpões, tratores, poços tubulares, associações comunitárias e planos municipais e regionais de desenvolvimento sustentável. Segundo Favero e Santos (2016), o alto investimento para o desenvolvimento do semiárido nordestino tem trazido pequenos resultados porque existe uma indústria da seca na região, e esta tem um braço político que sustenta a propriedade privada da terra e a propriedade da água.

De acordo com Assad *et al.* (2016), este modelo, conhecido como “Combate à Seca”, marcou o Nordeste das décadas de 1960 a 1980, embora ainda exista em algumas localidades da região por meio de ações, programas e políticas, e teve como resultados grandes desperdícios de recursos públicos, a ampliação da crise social e a concentração de renda, afetando todo o desenvolvimento da região. Aliado às condições climáticas e às mudanças na dinâmica do aquecimento global, este cenário favorece o êxodo rural e a vulnerabilidade social, marcada pela dificuldade de acesso a serviços básicos, pela dependência das políticas assistencialistas e pelas dificuldades de desenvolvimento de atividades produtivas inclusivas.

A população que restou na região decidiu, então, se organizar em diversos movimentos sociais que buscaram garantir sua permanência nos territórios e criar uma nova proposta de desenvolvimento para o semiárido, tendo como objetivo principal a valorização da região e do povo, e a garantia da manutenção da disponibilidade de recursos naturais e das

condições climáticas locais, em um movimento de Convivência com o Semiárido (ASSAD *et al.*, 2016). Para os autores, foi a partir de então que se iniciou uma revolução social na região, a qual enfrentava o modelo centralizador e clientelista dos grandes fazendeiros e latifundiários, visando alcançar a sustentabilidade e a convivência com a semiaridez.

A partir dos movimentos organizados, novos caminhos foram amplamente discutidos e fundamentados nos princípios de cooperação, resiliência e inovação social, encontrando soluções simples e efetivas para problemas complexos por meio de tecnologias sociais que estão sendo transformados em políticas públicas de impacto positivo. A Convivência com o Semiárido, novo paradigma da região, foi sendo construído ao longo dos anos bebendo da fonte dos conhecimentos tradicionais e das experiências já existentes, fortificando um dos maiores movimentos sociais do país que reivindica, propõe e executa políticas públicas extremamente eficientes (ASSAD *et al.*, 2016).

Para os autores, por meio da ação coletiva e da educação comunitária, os trabalhadores rurais do semiárido perceberam que a região poderia se desenvolver de forma sustentável. Estes sujeitos, então, começaram a implementar atividades e políticas que construam e mantenham a harmonia entre as populações humanas e o meio ambiente natural, desenvolvendo modelos sustentáveis adequados para o contexto regional.

Fruto das demandas populacionais, o paradigma da Convivência com o Semiárido encontra-se dentro de um processo de fortalecimento através das várias inovações sociais que têm surgido na região (ASSAD *et al.*, 2016). Tais inovações, se aliadas aos esforços técnico-científicos de instituições locais, ações de troca de saberes e políticas adequadas ao contexto local, podem proporcionar um futuro promissor para o semiárido brasileiro, tomando como exemplo as técnicas de armazenamento de água e geração de energia, os modelos produtivos integrados, a identificação de produtos da sociobiodiversidade local, a valorização cultural e os processos de participação e protagonismo social.

Segundo Campelo (2014), como o clima é condição fundamental para a produção agrícola, o desenvolvimento de uma agricultura com alimentos de qualidade, que resulte na melhoria da saúde da população e na expansão da biodiversidade, é peça-chave para o desenvolvimento sustentável de uma região e de um grupo social e político, como é o caso do semiárido e da agricultura familiar.

Para que a conservação e o manejo dos recursos naturais sejam sustentáveis, Albiero *et al.* (2015) expõe que é urgente a definição de um novo modelo de produção agrícola que seja pautado nas mudanças tecnológicas e na criação de agroecossistemas autossuficientes. De acordo com os autores, o modelo de exploração do semiárido não considera a capacidade de uso e aptidão deste, o que se torna grave quando a ação do ser humano se distancia das questões socioeconômicas e ambientais da região.

Segundo os autores, as secas periódicas acabam sustentando o estado de pobreza rural, mas mesmo com o aumento populacional e a degradação dos recursos naturais, é possível mitigar tal situação. Os autores consideram que os elementos de natureza física, política, econômica e social da região interagem entre si e criam os mecanismos para perpetuar a situação degradante da miséria. Dessa forma, urge a necessidade da elaboração de soluções sustentáveis para tirar o povo sertanejo deste cenário decadente.

As secas, propriamente, não podem ser combatidas, já que são processos naturais do planeta, sendo necessária a busca por respostas nos conhecimentos regionais sobre os recursos naturais disponíveis e na dinâmica do clima, visando instituir melhores níveis político-econômicos em nível nacional (ALBIERO *et al.*, 2015), atraindo investimentos e políticas públicas. A Convivência com o Semiárido é uma missão que deve envolver todas as faixas etárias, mas principalmente as novas gerações, exigindo e conquistando excelência na qualidade das instruções, da educação, das mudanças de mentalidade do povo e das inovações tecnológicas.

Em síntese, o sucesso no desenvolvimento do semiárido nordestino brasileiro se dá mediante a exploração e manejo corretos e o uso eficiente do capital natural, a partir do conhecimento das fragilidades e potenciais dos ecossistemas existentes na região. Os autores sugerem que é essencial o desenvolvimento de ações e programas de tecnologias alternativas voltadas para a agricultura local. Infelizmente, ainda de acordo com os autores, na área de mecanização agrícola com foco na convivência com o semiárido, a ação tem se restringido ao fornecimento de equipamentos tradicionais, tais como tratores, semeadoras, arados, entre outros.

Destacam que as principais tecnologias de Convivência com o Semiárido são as barragens subterrâneas, as pequenas barragens de terra, os sistemas de cultivo múltiplo, os sistemas de irrigação de baixo custo, as técnicas de manejo de irrigação e o controle de salinidade. Além disso, a construção de cisternas, o cultivo de silagem e fenação (ambas para

alimentação animal), a recomposição de mata ciliar, as práticas de manejo e conservação do solo, os sistemas de produção agrossilvopastoril e o reflorestamento.

De acordo com Campelo (2014), a sustentabilidade neste desenvolvimento depende, em grande parte, das práticas adotadas pelos agricultores, principalmente pelos agricultores familiares, devido a sua importância na produção nacional. Embora os altos rendimentos e a lucratividade da atividade tenham impulsionado inovações na agricultura nos últimos 50 anos, uma série de efeitos colaterais negativos têm sido observados, tanto ambientais quanto sociais, sendo imprescindível a utilização de métodos sustentáveis dentro desta atividade. Urge a necessidade de colocar em prática uma Assessoria Técnica Permanente na região, de ação contínua e holística, focada em atender as demandas, objetivos e interesses das famílias agricultoras.

Para mais, as políticas públicas devem ter como objetivo apoiar a agricultura familiar como centro de segurança hídrica e alimentar, além de apoiar a produção e a comercialização e possibilitar aos agricultores familiares o acesso aos mercados locais, institucionais, justos e orgânicos, como ferramenta para agregar valor à produção destes e aumentar as suas rendas (CAMPELO, 2014).

Segundo o autor, as principais políticas públicas atuais do Governo, de apoio à agricultura familiar com perspectivas de Convivência com o Semiárido, são:

1. Política de Assistência Técnica e Extensão Rural para a Agricultura Familiar e Reforma Agrária (PNATER): valorizar a lógica de produção e reprodução social, bem como suas dinâmicas e experiências, conforme seus objetivos agrícolas, mas dando prioridade àqueles relacionados a modelos de agricultura sustentável;
2. Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF): oferece diversas linhas de crédito para o agricultor familiar, financia projetos individuais e coletivos que geram renda aos agricultores familiares e assentados da reforma agrária e possui as mais baixas taxas de juros dos financiamentos rurais, além das menores taxas de inadimplência entre os sistemas de crédito do país;
3. Programa de Aquisição de Alimentos (PAA): colaborar com o enfrentamento da fome e da pobreza no Brasil, ao mesmo tempo em que fortalece a agricultura familiar. Nesse sentido, o Governo utiliza de mecanismos que favorecem a

aquisição direta de produtos de agricultores familiares ou de cooperativas de agricultura familiar, estimulando a agregação de valor à produção;

4. Programa Nacional do Biodiesel: incentiva as unidades produtoras de biodiesel (biocombustível considerado como fonte de energia renovável, produzido a partir de fontes vegetais ou animais. Em 2009, a indústria comprou R\$ 600 milhões em oleaginosas da agricultura familiar;
5. Seguro da Agricultura Familiar (SEAF): toda vez que houver perda maior que 30% da lavoura ou a receita for menor do que 70% da receita esperada, o seguro é ativado.

Todos estes programas ratificam a força da agricultura familiar e a importância de atender às demandas deste setor, e a transformação da agricultura e sua modernização demandaram dos gestores públicos, políticas mais dinâmicas para atender às diferentes necessidades regionais e sazonais.

Campelo (2014) disserta sobre como ainda não há uma estratégia modelo para solucionar o problema da agricultura familiar na região semiárida, devido às mudanças socioambientais e, conseqüentemente, nas demandas deste grupo, muito embora as políticas públicas tenham a tendência de continuar acompanhando tais mudanças, inclusive as políticas fundamentalmente de combate à pobreza extrema e à dinâmica da economia nacional. De acordo com o autor, a participação do Estado na promoção do desenvolvimento sustentável da agricultura familiar parte da proposta, criação e implementação de políticas de fomento à população rural e é essencial para o desenvolvimento de uma região com características climáticas tão desafiadoras.

Campelo (2014) mostra como as políticas, estratégias e ideologias do Governo vão se modificando ao longo do tempo, na busca pela assistência da complexa região semiárida e dos agricultores familiares inseridos nesta, bem como da própria burocracia do Estado. Para o autor, o Estado, ao longo destas décadas, tem crescido e sustentado a evolução de políticas públicas voltadas para a agricultura familiar.

Uma política pública importante para a manutenção da agricultura familiar no semiárido é a implantação do Cadastro Ambiental Rural (CAR) como parte da política de áreas protegidas do Brasil, mas infelizmente esse conjunto de dados tão importante para a construção de diagnósticos e prognósticos mais realistas do quadro ambiental dos estabelecimentos rurais do

país sendo prorrogado cinco vezes, com data de encerramento para o dia 31 de dezembro de 2020 (DE MORAIS, 2019; SFB, 2019). Os dados do CAR são fundamentais para aprofundar estudos que visem discutir sobre a viabilidade social, econômica e ambiental dos estabelecimentos de agricultura familiar na Caatinga do semiárido, buscando construir possibilidades para promover a sustentabilidade para todo o sistema (DE MORAIS, 2019).

Urge no semiárido nordestino a elaboração de políticas públicas que criem suporte e incentivo ao uso sustentável dos recursos naturais e dos potenciais locais. Mendes *et al.* (2020) apontam contribuições significativas para a orientação de Planos de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) na região devido ao potencial dos ambientes semiáridos de funcionarem como sumidouros de carbono, contribuindo com o equilíbrio da regulação dos gases de efeito estufa na atmosfera do planeta e, conseqüentemente, reduzindo o aquecimento global.

Os ecossistemas florestais sequestram grandes porções de gás carbônico (CO₂) da atmosfera, funcionando como sumidouros de carbono, e a contribuição das florestas tropicais sazonalmente secas - como a Caatinga - não deve ser negligenciada. Segundo os autores, o comportamento médio anual dos sumidouros é controlado, principalmente, por áreas altamente produtivas, como a floresta Amazônica, muito embora os ambientes semiáridos tenham controlado as tendências globais de CO₂ observadas nas últimas décadas.

A rápida expansão de terras semiáridas devido às mudanças climáticas e às atividades humanas dificultam a quantificação das trocas de CO₂ nessas regiões e, infelizmente, estudos recentes mostram que algumas regiões na América do Sul estão se tornando mais áridas, como a Amazônia, a Caatinga e o Cerrado (MENDES *et al.*, 2020). A variabilidade interanual de absorção de CO₂ pelos sumidouros terrestres está associada com a mudança no uso da terra, os fatores meteorológicos e a incidência de chuva que, nas regiões semiáridas, interpretam um papel fundamental na disponibilidade de água, biomassa vegetal e nutrientes no solo, por serem chuvas intermitentes.

De acordo com os autores, projeções indicam que a Caatinga vai ter um aumento na temperatura do ar em 1 °C e uma diminuição na quantidade de chuvas em 20%, aumentando também a incidência de eventos climáticos extremos e com evidência de intensificação da aridez e a expansão das áreas semiáridas no Nordeste do Brasil. Os estudos na Caatinga e nas outras regiões semiáridas do mundo ainda são escassos, sendo urgente a quantificação da troca de

carbono entre a biosfera e a atmosfera nessas regiões para melhorar entender seu papel no sistema de clima regional.

Os autores levantam a hipótese de que a Caatinga pode funcionar como um forte sumidouro de carbono quando comparada com outras florestas secas pois apresenta uma alta eficiência de uso de carbono resultante da baixa taxa de respiração do ecossistema, mesmo na estação seca. Os autores pesquisaram os padrões sazonais e anuais de trocas de CO₂ e o balanço anual de carbono de um fragmento preservado de Caatinga, entre 2014 e 2015, e os resultados mostraram que as dinâmicas de balanço de carbono na Caatinga estão intrinsecamente relacionadas à sazonalidade da chuva, sendo o sequestro do carbono máximo nos meses de chuva e mínimo no período de seca.

A sensibilidade das trocas de carbono com relação às variações de chuva na região demonstra a ligação entre os fluxos de carbono e de água na Caatinga, indicando que o tempo de período de chuvas e o total de chuvas acumulado modulam o comportamento das taxas de fixação de carbono no bioma (MENDES *et al.*, 2020). Ainda assim, de acordo com os autores, mesmo na estação seca, a Caatinga funcionou como um sumidouro atmosférico de CO₂, sendo extremamente necessária a manutenção dos ciclos hidrológicos da região a partir da conservação dos recursos florestais.

O estudo de Mendes *et al.* (2020), é muito importante para elucidar a comunidade científica e a sociedade civil sobre o papel das florestas secas no balanço global de carbono e promover uma mudança na forma como as políticas públicas são planejadas para tais regiões. Os autores encontraram evidências de que as taxas de respiração (perda de CO₂ para a atmosfera) do ecossistema caatinga são relativamente baixas, enquanto o uso eficiente de carbono é alto, tornando o balanço (a fixação de CO₂) superior ou comparável a florestas tropicais como a Amazônia, sendo um resultado de enorme valia para ações de conservação na Caatinga.

Sob essa perspectiva, os sistemas agroflorestais são uma aposta promissora para a recuperação e conservação do semiárido nordestino brasileiro, gerando um impacto ambiental positivo em escala global, devido a contribuição das florestas secas com a absorção de gás carbônico que estaria disponível na atmosfera e resultaria na aceleração do processo de aquecimento global. Incentivar e apoiar projetos de sistemas agroflorestais no semiárido deve ser uma prioridade para o Governo brasileiro, que deve orientar de forma técnica os agricultores e

produtores rurais a como desenvolver da melhor forma suas unidades produtivas, buscando uma produção ótima e a conservação dos recursos naturais locais.

2.2 A Ciência da Agroecologia

Já tem algum tempo que a Agroecologia vem sendo discutida ao redor do mundo e, a cada ano, este assunto vem aparecendo mais na sociedade de modo geral. Para Caporal e Costabeber, (2002a) o entendimento do que é a Agroecologia e onde se pode chegar por meio dela não é compreendido por muitos, além de existirem diversas interpretações conceituais que acabam por prejudicar o entendimento desta ciência com relação aos seus propósitos, objetivos e metas.

Para esses autores, não são raras as vezes em que se confunde a Agroecologia com um modelo de agricultura, um produto ecológico, uma prática ou tecnologia agrícola, ou mesmo como uma política pública. Além de reduzir seu significado, estas confusões conceituais atribuem à Agroecologia definições imprecisas e incorretas, impedindo que esta se expresse em todo seu potencial para apoiar processos de desenvolvimento rural sustentável.

Assim, a Agroecologia não pode ser confundida com um estilo de agricultura, nem com um conjunto de práticas agrícolas, nem mesmo com algumas correntes de agricultura ecológica, pois estas não se preocupam em enfrentar os problemas de todas as dimensões da sustentabilidade (CAPORAL; COSTABEBER, 2002a). A Agroecologia é reafirmada como uma ciência ou disciplina científica, podendo ser entendida como um campo de conhecimento de caráter multidisciplinar, o qual apresenta uma série de princípios, conceitos e metodologias que permitem o estudo, análise, direção, desenho e avaliação de agroecossistemas.

De acordo com os autores, agroecossistemas são unidades geográficas e socioculturais, fundamentais para o estudo e o planejamento das intervenções humanas com o objetivo de alcançar um desenvolvimento rural sustentável. São nos agroecossistemas que ocorrem as transformações energéticas, os ciclos minerais, os processos biológicos e as relações socioeconômicas, e onde é possível realizar uma análise sistêmica e holística do conjunto destas relações e transformações (CAPORAL; COSTABEBER, 2002a).

A pesquisa Agroecológica, segundo os autores, visa à otimização do equilíbrio do agroecossistema, ou seja, é necessária maior ênfase no conhecimento, na análise e na interpretação das relações existentes entre as pessoas, os animais, os cultivos, a água e o solo.

Nesse sentido, pesquisas em laboratório ou em estações experimentais são necessárias, mas não suficientes para compreender a realidade objetiva dos diferentes agroecossistemas, e é justamente esta complexidade de relações que alimenta a noção moderna de sustentabilidade, ferramenta indispensável para a humanidade.

Os autores expõem que o Enfoque Agroecológico é interdisciplinar e diz respeito à aplicação de conceitos e princípios de ciências como Ecologia, Agronomia, Sociologia, Antropologia, Ciência da Comunicação, Economia Ecológica e outras, tendo como objetivo principal o redesenho e o manejo de agroecossistemas sustentáveis. As contribuições que alimentam a Agroecologia vão além de aspectos tecnológicos ou agrônômicos da produção agropecuária, incluindo variáveis econômicas, sociais e ecológicas, bem como culturais, políticas e éticas.

Para Caporal e Costabeber (2002a), a Agroecologia é o campo de conhecimento que proporciona as bases científicas para apoiar o processo de transição paradigmática do modelo de agricultura convencional para agriculturas de base ecológica, bem como do modelo convencional de desenvolvimento para o desenvolvimento rural sustentável. A partir de uma metodologia sistemática é possível haver tanto a compreensão, análise e crítica do modelo de desenvolvimento e de agricultura atuais, quanto a criação de novas estratégias para o desenvolvimento rural a partir do redesenho do método agrícola sob uma ótica mais sustentável, com abordagem transdisciplinar e holística.

De acordo com Caporal (2009), os elementos centrais da Agroecologia podem ser agrupados em três dimensões: (i) Ecológica e técnicoagronômica; (ii) Socioeconômica e cultura; e (iii) Sociopolítica. Segundo o autor, as três dimensões dependem uma da outra, de modo que estudá-las e propor alternativas requer, necessariamente, uma abordagem inter, multi e transdisciplinar. A Agroecologia como matriz disciplinar faz parte do pensar complexo, ou seja, é o pensamento que se movimenta para unir, operando diferenciações. Nesse sentido, para o autor, a Agroecologia não faz parte do paradigma convencional, cartesiano e reducionista, ou no paradigma da simplificação, pois estes não são capazes de reconhecer a existência do problema da complexidade.

Reconhecer que as relações dos seres humanos entre si e destes com o meio ambiente necessitam de um novo enfoque paradigmático capaz de unir conhecimentos de diferentes ciências com os saberes tradicionais é um grande passo para a ciência e para a humanidade. Para

o autor, a recíproca entre natureza e sociedade vem sendo tratada pelos teóricos do Metabolismo Social quando ensinam que, ao realizar suas atividades produtivas, os seres humanos por um lado socializam frações ou partes da natureza, e por outro naturalizam a sociedade ao produzir e reproduzir seus vínculos com o universo natural.

De acordo com o autor, é exatamente essa dupla conceituação que leva a uma abordagem que supera o conhecimento isolado e a habitual separação das ciências naturais, sociais e humanas, permitindo um pensamento complexo. É nesse sentido que a Agroecologia, como matriz disciplinar, tem dado suporte para um novo paradigma científico que busca ser integrador, rompendo com o isolacionismo das ciências e das disciplinas.

Para Caporal (2009), a revolução paradigmática vem acontecendo nos últimos anos, e começa a modificar os núcleos que organizam a sociedade, principalmente devido ao processo de ecologização que está acontecendo e pela necessidade de criar estratégias de desenvolvimento mais sustentáveis. Tal revolução não ameaça apenas conceitos e teorias, mas o prestígio e a carreira de todos aqueles que vivem a partir da crença do paradigma convencional, sendo necessária uma transformação no modo de pensar e do mundo pensado.

É por esse motivo que existe tanta resistência no meio acadêmico e técnico-científico para aceitar o novo paradigma, e ao mesmo tempo os pioneiros deste novo paradigma precisam enfrentar censuras e até ódio. Para o autor, depois de ser rejeitada, a ideia precisa se firmar em um primeiro grupo, para poder se fortalecer e triunfar.

Felizmente, Caporal (2009) aponta que, a partir do início da década de 1990, a sociedade tem visto surgir elevados números de publicações e de cursos sobre Agroecologia, o que fortalece a ciência. Inclusive, o Brasil é, provavelmente, o país com o maior número de cursos de Agroecologia ou com enfoque agroecológico, tanto de nível médio quanto de nível superior. É dessa forma que, mais rápido do que muitos esperavam, o paradigma agroecológico vem ganhando espaço e se fortalecendo por meio das redes de relações que se formam e cujos membros compartilham de alguns dos elementos epistemológicos que são chave na ciência agroecológica.

As bases epistemológicas propostas por Norgaard (1989) dão suporte para o paradigma agroecológico e mostram, também, a importância da construção histórica do conhecimento, o que tem sido negligenciado pela ciência convencional quando se trata da agricultura. Dadas estas premissas, diversos pesquisadores de múltiplos campos do conhecimento

têm contribuído na formulação conceitual da Agroecologia, visando apoiar a transição dos modelos atuais de desenvolvimento rural e de agricultura convencional para estilos de desenvolvimento rural e de agricultura mais sustentáveis.

Segundo o autor, o processo modernizador envolto na Agroecologia parte do conhecimento local tradicional, respeitando, valorizando e incorporando o saber popular e buscando integrá-lo ao conhecimento científico, alcançando novos saberes socioambientais e, assim, alimentando de forma permanente o processo de transição agroecológica. As bases epistemológicas da Agroecologia demonstram que a evolução da cultura humana está diretamente relacionada à evolução do meio ambiente, e é imprescindível que esta ciência beba da fonte dos conhecimentos tradicionais para compreender quais são as melhores estratégias para a sustentabilidade das atividades humanas e para a extração de recursos naturais (CAPORAL; COSTABEBER, 2002a).

Entretanto, os cientistas e técnicos de extensão rural se fundamentam em bases filosóficas orientadas por enfoques convencionais, o que cria uma barreira entre os cientistas e os agricultores, pois a ciência convencional não confere legitimidade aos conhecimentos e formas de aprendizagem tradicionais (CAPORAL, 2009). A ciência convencional, pautada no paradigma cartesiano, analisa a realidade a partir de formas compartmentadas e modelos isolacionistas, enquanto a Agroecologia integra os saberes históricos dos agricultores com os conhecimentos de diferentes ciências.

Mesmo que o conhecimento tradicional possa não gerar hipóteses testáveis ou, quando gera, as hipóteses possam ser rejeitadas, este conhecimento sobreviveu ao teste do tempo, mediante as pressões seletivas das secas, das tempestades, das invasões de pragas e doenças, e notadamente sobreviveu por mais séculos do que o conhecimento ocidental (NORGAARD, 1989). De acordo com o autor, a visão evolutiva do mundo está afetando a maneira de pensar dos cientistas além do campo da agroecologia, renunciando à pretensão da objetividade e das explicações mecânicas, e adentrando no universo da interdisciplinaridade e da análise holística.

A Agroecologia, segundo Norgaard (1989), compartilha sua base epistemológica com a subdisciplina chamada antropológica da ecologia cultural, na qual a evolução da cultura é explicada mediante conceitos do meio ambiente, e a evolução do ambiente é explicada mediante a cultural. De acordo com o autor, as premissas que definem o campo de ação da Agroecologia mediante sua epistemologia são os seguintes:

- a) Sistemas biológicos e sociais, como sistemas, têm potencial agrícola;
- b) O potencial foi captado por povos tradicionais por meio de processos de tentativas, erros, aprendizado seletivo e cultural;
- c) Os sistemas sociais e biológicos se desenvolveram mutuamente, de maneira que um depende estruturalmente do outro. O conhecimento incorporado nas culturas tradicionais, assimilado por meio do aprendizado cultural, estimula e regula o fluxo de retroalimentação do sistema social para o biológico;
- d) A natureza do potencial dos sistemas social e biológico pode ser melhor compreendida, dado o presente estado do conhecimento formal, social e biológico, estudando-se como as culturas tradicionais agrícolas captaram tal potencial;
- e) O conhecimento social e biológico formal, o conhecimento e alguns insumos desenvolvidos pela ciência agrícola convencional, e a experiência com instituições e tecnologias agrícolas ocidentais podem vir a se unir, a fim de melhorar ambos agroecossistemas - tradicional e moderno; e
- f) O desenvolvimento agrícola, por meio da agroecologia, manterá mais opções culturais e biológicas para o futuro, e trará menos efeitos negativos para a cultura, biologia e meio ambiente quando comparado com a tendência agrícola convencional sozinha.

Tais premissas, segundo o autor, constituem o aparato mínimo necessário para fornecer limites, definir uma visão de mundo baseada nos princípios agroecológicos e sugerir o direcionamento e a definição do que estimula a Agroecologia. Para Norgaard (1989), são as premissas de conhecimento cultural e de coevolução que estabelecem a Agroecologia como uma ciência única, e ter raízes epistemológicas diferentes é, de acordo com o autor, “ser radical no verdadeiro sentido da palavra” (p. 47).

O autor explica que os cientistas convencionais se empenham para criar novas tecnologias derivadas da ciência moderna visando o desenvolvimento dos produtores tradicionais, enquanto os agroecólogos se empenham para entender como estes sistemas tradicionais se desenvolveram a fim de aprimorar a ciência da ecologia, de forma que a agricultura moderna possa ser mais sustentável.

O Enfoque Agroecológico, de acordo com Caporal e Costabeber (2002a), traz consigo ferramentas teóricas e metodológicas que auxiliam na análise holística e sistêmica das seis dimensões da sustentabilidade, que são a ecológica, a econômica, a social, a cultural, a

política e a ética. Caporal (2009) entende a Agroecologia não como uma nova revolução, mas como uma transição, não apenas para buscar a substituição de insumos ou a diminuição do uso de agrotóxicos, mas como um processo capaz de promover mudanças multilíneas e graduais nas formas de manejo dos agroecossistemas.

Ou seja, a Agroecologia pretende superar um modelo agroquímico e de monoculturas, excludente e socioambientalmente inadequado, em nome de formas mais modernas de agricultura, que incorporem princípios e tecnologias de base ecológica, aprendendo com a própria natureza sobre os conceitos e dinâmicas necessários para reproduzi-la.

Segundo o autor, mais do que mudar práticas agrícolas, a Agroecologia busca gerar mudanças em processos políticos, econômicos e socioculturais, na medida em que a transição agroecológica não busca apenas uma maior racionalização econômico-produtiva com base nas especificidades biofísicas de cada agroecossistema, mas também de mudanças de valores e atitudes dos atores sociais no que diz respeito ao manejo e à conservação dos recursos naturais e das relações sociais.

Logo, ao falar de Agroecologia, além de considerar aspectos tecnológicos e agrônômicos de produção, são incorporadas dimensões mais amplas e complexas advindas de variáveis econômicas, sociais, ambientais, culturais, políticas e éticas da sustentabilidade. Para Caporal (2009), ao falar de Agroecologia é impossível não falar sobre a força da ação social coletiva no processo da transição paradigmática, e como a dimensão local, por ser portadora de um potencial endógeno rico em recursos, conhecimentos e saberes, facilita a implantação de estilos de agricultura potencializadores da diversidade ecológica e sociocultural.

A Agroecologia não oferece uma teoria sobre desenvolvimento rural, metodologias participativas ou métodos para a construção e validação do conhecimento técnico, mas esta é uma ciência que busca, principalmente nos conhecimentos e experiências empíricas, ou por meio da Aprendizagem e Ação Participativa, um método de estudo e de intervenção que contribua na promoção das transformações sociais necessárias a fim de gerar padrões de produção e consumo mais sustentáveis (CAPORAL, 2009).

É nesse sentido que a Agroecologia se desenvolve como ciência a fim de alcançar uma transição paradigmática que permita a reconstrução dos modelos produtivos convencionais em novas bases de princípios ecológicos e humanitários. Mais do que um método agrícola, a ciência da Agroecologia permite o desenvolvimento dos atores sociais rurais e das relações entre

natureza e sociedade, tendo como objetivo principal a conservação dos recursos naturais do planeta e a garantia da liberdade, autonomia e soberania alimentar e nutricional das populações humanas.

2.2.1 Paradigma Agroecológico - A Transição Agroecológica

Desde o início do século XXI, em várias regiões do mundo têm se apresentado, com maior ou menor alcance, modos alternativos com base em estilos não convencionais de se praticar agricultura (COSTABEBER, 1999). De acordo com Altieri (1989), a aplicação de princípios e conceitos ecológicos seria a base destes modos alternativos de produção, construindo, assim, o enfoque agroecológico, em busca de um meio ambiente equilibrado, com fertilidade sustentável do solo, controle natural de pragas e rendimento justo a partir do desenho de agroecossistemas diversificados e uso de tecnologias autossustentáveis.

As bases para a otimização dos agroecossistemas seriam as combinações resultantes da cooperação de espécies animais e vegetais em consórcios organizados no espaço e no tempo (COSTABEBER, 1999). Além disso, as características comuns dos agroecossistemas seriam maior diversidade de cultivos, uso de rotações com leguminosas, integração da produção animal e vegetal, reciclagem e uso de resíduos agrícolas e uso reduzido de agrotóxicos e pesticidas. Segundo o autor, de fato, o elemento chave do desenho e manejo destes sistemas é o incremento da biodiversidade, tendo como objetivo principal promover a restauração dos ecossistemas e prover serviços ecológicos que potencializam a sustentabilidade.

De acordo com Costabeber (1999), a agricultura do futuro não deverá ser apenas sustentável, mas altamente produtiva, proporcionando alimento para a população humana que segue aumentando em todo o planeta. Este duplo desafio mostra que não é apenas sobre abandonar as práticas convencionais e retornar às tradicionais - embora a agricultura tradicional tenha práticas eficazes para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável -, mas sim de buscar um novo enfoque para a agricultura, que seja construído mediante a necessidade de conservação dos recursos da agricultura tradicional e de pequena escala, ao mesmo tempo em que se constroem métodos ecológicos modernos.

Para o autor, a ideia de “base ecológica” da atividade agrária deve ser um processo de ecologização dinâmico, contínuo e crescente, sem um final determinado, processo este que implicaria tanto uma maior racionalização da produção a partir das especificidades biofísicas de

cada agroecossistema, quanto uma mudança de valores e atitudes dos atores sociais com relação ao manejo dos recursos naturais e a conservação da natureza.

O enfoque agroecológico, que une agronomia e ecologia, tem como objetivo principal refletir tanto sobre o incremento da produtividade quanto entender os processos que possibilitam a manutenção dessa produtividade nos conceitos de Costabeber (1999). O autor afirma que os efeitos da agricultura convencional, baseada em tecnologias de alto consumo de insumos químicos e uso de maquinarias, têm se revelado na ausência de políticas agrárias eficientes, bem como na exclusão de amplos setores da população agrícola, em especial a agricultura familiar.

Caporal, Costabeber e Paulus (2006) discutem sobre como a Agroecologia tem se tornado, ao longo das décadas, a ciência que dá base para a construção de um novo paradigma de desenvolvimento rural, graças à sua matriz disciplinar holística e integradora, capaz de utilizar os conhecimentos de diferentes disciplinas científicas. Dessa forma, a Agroecologia passou a ser o principal enfoque científico contemporâneo quando o assunto é a transição dos modelos de desenvolvimento rural insustentáveis para sustentáveis.

Para os autores, a Agroecologia reconhece, valoriza e bebe da fonte dos saberes, conhecimentos e experiências dos agricultores, dos povos da floresta, dos povos indígenas e de todos os atores sociais envolvidos nos processos de desenvolvimento rural local. Como ciência, entende o potencial local como um elemento fundamental e ponto de partida de qualquer projeto de transição agroecológica, além de valorizar os fatores socioculturais e agroecossistêmicos locais - características base para estratégias de desenvolvimento rural sustentável.

Nesse sentido, a Agroecologia, a partir de novas bases epistemológicas, novas perguntas e novos conhecimentos, se mostra como um paradigma capaz de contribuir com o enfrentamento da crise socioambiental contemporânea, onde as pautas ambientais se transformam em uma crítica radical contra o modelo de desenvolvimento das sociedades humanas. De acordo com os autores, a Agroecologia surge como possibilidade de desenvolvimento de novas bases epistemológicas com novos conhecimentos para a superação desta crise.

Ao contrário da lógica reducionista das ciências convencionais, baseada no paradigma cartesiano que, por sua vez, é fundamentado no paradigma da simplificação, pois não consegue reconhecer a existência do problema da complexidade, a Agroecologia integra e articula os conhecimentos das diferentes ciências, juntamente com o saber popular, permitindo a compreensão, análise e crítica dos modelos atuais de desenvolvimento e de agricultura industrial.

Para os autores é assim que, a partir de uma abordagem transdisciplinar, multidimensional e holística, é possível a construção de novas estratégias para o desenvolvimento rural a partir de modelos de agricultura sustentável.

A partir do início da construção do enfoque agroecológico vem ocorrendo uma “revolução paradigmática” que começa a transformar os núcleos organizadores da sociedade. A Agroecologia, como ciência do campo da complexidade, se caracteriza como uma transformação no modo de pensar, não apenas com relação a conceitos, ideias e teorias, mas no modo de vida advindo do paradigma convencional, e é por isso que existe uma enorme resistência no meio acadêmico e técnico científico para aceitar o novo paradigma (CAPORAL; COSTABEBER; PAULUS, 2006).

Ademais, orientar-se pelos princípios agroecológicos significa utilizar tecnologias heterogêneas, que se adequem às características locais e à cultura das comunidades rurais que vivem na região ou ecossistema a ser manejado. De acordo com os autores, ao buscar-se os ensinamentos de diversas ciências, fica mais evidente a impossibilidade de se alcançar um desenvolvimento que seja sustentável utilizando tecnologias que degradam a natureza e/ou sejam socialmente excludentes. A estratégia tecnológica deve visar a construção de agriculturas sustentáveis dentro de sociedades também sustentáveis, considerando as suas múltiplas dimensões: ambiental, econômica, social, cultural, política e ética.

Segundo Caporal, Costabeber e Paulus (2006), para superar os problemas socioambientais do desenvolvimento rural e agrícola, é preciso fazer novas perguntas de pesquisa e ultrapassar conhecimentos científicos e populares que ficam à margem das propostas desenvolvimentistas. Dessa forma, é importante compreender a necessidade de novas abordagens dos serviços de Assistência Técnica e Extensão Rural, assim como novas bases epistemológicas para a pesquisa agropecuária.

De acordo com Costabeber e Moyano (2000, p. 50), “o processo de ecologização da agricultura consiste na introdução de novas práticas, mais respeitadas com o ambiente, em sintonia com o novo paradigma da sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável”. Dentro desse processo, a agricultura de base ecológica vem sendo utilizada cada vez mais por agricultores familiares para combater a exclusão social e econômica, bem como a degradação ambiental. Segundo os autores, a partir de bases associativas como formas de ação coletiva utilizada pelos agricultores familiares, os projetos agroecológicos caminham.

Afirmam que ao introduzir novas práticas agrícolas e de gestão em suas propriedades os agricultores familiares vêm enfrentando problemas que não podem ser resolvidos pela ação individual, então estes utilizam-se do associativismo. A ação coletiva, além de ser resultado do processo de ecologização, se torna parte indispensável deste, já que graças a ela os agricultores familiares têm condições de evoluir em direção à sustentabilidade.

Para os autores, o termo transição significa ação e efeito de passar de um modo de ser ou estar para outro diferente, implicando na ideia de processo, isto é, uma ação em curso que se manifesta na realidade a partir de um complexo emaranhamento de causas passadas, presentes e futuras, que sempre irá resultar em consequências e efeitos, previsíveis ou não, na nova situação que se estabelece. Quando esta ideia está associada aos processos sociais, normalmente ocorrem externalidades na transição, sendo estas, frutos das complexas redes de interações entre os atores sociais e entre estes e a natureza, construindo novas e maiores dificuldades para a previsibilidade do seu desenvolvimento, evolução e estado final.

A passagem da sociedade tradicional para a moderna, por exemplo, representou um processo de transição que, no início, resultou em heterogeneidade e diferenciação social, e foi justamente a coexistência do tradicional e do moderno que demonstrou a necessidade de se pensar a transição como um processo social multilinear e dinâmico, onde a diferença e a coexistência estão presentes (COSTABEBER; MOYANO, 2000). Nesse sentido, o êxito ou fracasso da transição dependeria do resultado de um conflito de interesses que dinamiza processos ou de resistência, ou de adaptação.

Para os autores, a crise socioambiental contemporânea exige a consideração de aspectos globais, sobre suas causas e efeitos, bem como refletir sobre as formas de frear sua evolução. Além disso sugerir a necessidade de se buscar ações efetivas à nível local e/ou comunitário, visando a ampliação dos espaços para a viabilidade de formas alternativas de produção, construindo novos caminhos para alcançar a efetividade de uma sociedade sustentável.

Confrontar os limites do modelo tecnológico herdado pela Revolução Verde e as propostas para se alcançar o desenvolvimento sustentável é compreender a multilinearidade do processo de transição da agricultura convencional para uma agricultura de base ecológica, refletindo a própria complexidade da noção de sustentabilidade agrária enquanto meta a ser alcançada a médio e longo prazos (COSTABEBER; MOYANO, 2000).

De acordo com Costabeber e Moyano (2000), esta análise multidimensional possibilita o estabelecimento de um quadro teórico que permite a compreensão das atitudes - e raízes destas atitudes - dos atores sociais envolvidos nos processos de transformação tecnológica e em formas associativas com o intuito de construir e experimentar estilos de agricultura de base ecológica. No processo de introdução das práticas agrícolas de base ecológica, um dos aspectos mais significativos é o papel desempenhado pelas formas associativas, sendo a ação coletiva um elemento fundamental para compreender a consolidação dos novos estilos de agricultura.

As três dimensões básicas - econômica, social e ambiental - estão, respectivamente, traduzidas nas pressões da estagnação econômica, da exclusão social e da degradação ambiental causadas pelos segmentos da agricultura capitalista na vida dos agricultores familiares, e são estas mesmas dimensões que permitem a busca por alternativas a este tipo de agricultura (COSTABEBER; MOYANO, 2000). No modelo proposto pela transição agroecológica - enquanto processo social que busca maiores níveis de sustentabilidade, produtividade, estabilidade e equidade na atividade agrária - as três dimensões devem ser articuladas entre si, em um processo constante de adaptação e retroalimentação.

Os autores explicam que a lógica capitalista busca a maximização da rentabilidade econômica a partir da exploração agrícola, tendo como consequência a degradação do meio natural e das condições de vida das comunidades rurais, sendo os objetivos de respeito à natureza e melhoria da qualidade de vida incompatíveis com a racionalidade produtiva dominante. O processo de mudança, então, tem como objetivo alcançar novos pontos de equilíbrio entre as três dimensões, visando à superação da crise enfrentada pelos agricultores, crise vista tanto do ponto de vista econômico, quanto ecológico e social, ou as três associadas ao mesmo tempo.

Conforme com Costabeber e Moyano (2000), antes mesmo de ser um processo autônomo, endógeno ou espontâneo, a transição agroecológica supõe, em primeiro lugar, a adesão dos agricultores às propostas de extensionismo rural vindas do serviço público ou de outras instituições vinculadas ao meio rural, como organizações não-governamentais (ONGs), dando espaço para a construção de experiências utilizando práticas e métodos, técnicas ou estilos de produção agrícola que se distanciam do padrão tecnológico dominante.

A partir de análises e diagnósticos sobre possibilidades e limites para o desenvolvimento das mudanças nas estratégias tecnológicas e produtivas, a dispersão dos agricultores se transforma na ideia de agrupamento, tendo como objetivo apoiar atividades e

ações fundamentais que nem sempre são alcançadas pela ação individual dos atores sociais (COSTABEBER; MOYANO, 2000).

Ainda que o começo da transição agroecológica dependa mais de ações isoladas, sua consolidação como processo de ecologização tem como consequências novos desafios e incertezas sobre seus resultados futuros, dando origem à necessidade de alcançar uma abordagem coletiva para o enfrentamento dos novos desafios que se estabelecem. Para os autores, a ação coletiva e as estratégias associativas são, portanto, tanto um resultado deste processo quanto um efeito em seu desenvolvimento e evolução, sendo, assim, resultado e causa do processo de transição para uma agricultura de base ecológica.

A ação social coletiva se transforma de “consequência” a “propulsora” do processo de transição agroecológica, dependendo de seu êxito o alcance de resultados econômicos, sociais e ambientais que assegurem a reprodução do processo de mudança. Nesse sentido, para os autores, o processo de transição agroecológica, que se manifesta mediante a ecologização das práticas agrárias, e o processo de ação social coletiva, que se caracteriza pela adesão dos sujeitos sociais a projetos coletivos baseados em interesses, expectativas, valores e crenças em comum, poderiam representar, juntos, uma alternativa viável para superar a crise socioambiental vivida pelos agricultores familiares.

Crise esta que, mediante diferentes graus de intensidade e a partir de diferentes perspectivas dos atores sociais por ela afetados, seria o fermento para a elaboração de novas estratégias produtivas, orientadas com os objetivos de (COSTABEBER; MOYANO, 2000):

- a) Assegurar maiores graus de autonomia com relação ao processo produtivo;
- b) Diversificar e ampliar as rendas agrárias;
- c) Possibilitar a participação na geração e socialização de tecnologias e conhecimentos;
- d) Aumentar a qualidade de vida e melhorar as condições de trabalho; e
- e) Recuperar e preservar os recursos naturais, tendo como objetivo ampliar seus espaços de produção e reprodução social e econômica a partir de uma perspectiva de gestão sustentável dos agroecossistemas.

Por meio de ações e pesquisas transdisciplinares, participativas e engajadas com a mudança, a Agroecologia conecta ciência, prática e os movimentos focados em mudanças sociais, segundo Gliessman (2016). Ele mostra sua proposta de estrutura para a mudança dos sistemas alimentares, classificando-as em níveis, sendo os três primeiros níveis aqueles nos quais os

agricultores podem realmente realizar nas suas fazendas para converter suas fazendas convencionais em agroecossistemas, enquanto os dois últimos vão além da fazenda, adentrando o sistema alimentar e as sociedades embutidas neste.

De acordo com Altieri e Nicholls (2020), o primeiro nível é aumentar a eficiência das práticas industriais e convencionais com o objetivo de reduzir o uso e o consumo de insumos dispendiosos, escassos ou ambientalmente degradantes, como plantar em uma densidade ótima, usar pesticidas e fertilizantes de forma mais eficiente e ter um uso mais preciso de água. O segundo nível é substituir insumos e práticas industriais por práticas alternativas, como usar pesticidas e fertilizantes naturais.

O terceiro nível é redesenhar os agroecossistemas para que estes funcionem a partir de um novo conjunto de processos ecológicos, como reintroduzir a diversidade na estrutura da fazenda e manejar por meio de estratégias como a rotação de culturas e a agrofloresta, podendo também integrar os animais com os cultivos. O quarto nível é reestabelecer uma conexão mais direta entre aqueles que cultivam a comida e aqueles que a consomem, sendo esta uma transformação que ocorre dentro de um contexto cultural e econômico e que deve ser orientada por práticas mais sustentáveis. Isso significa que as pessoas devem valorizar os alimentos que crescem e são processados no próprio local.

O quinto nível diz respeito à construção de um novo sistema alimentar global que possui bases na sustentabilidade dos agroecossistemas alcançado no nível três e nas novas relações de sustentabilidade alcançadas no nível quatro, sendo construída a partir da equidade, da participação, da democracia e da justiça. Essa perspectiva não é só sustentável, mas também ajuda a restaurar e proteger os sistemas de suporte de vida da Terra dos quais todos os seres dependem.

A partir de pensamentos e ações fomentados a partir do nível cinco, a Agroecologia provê métodos para um completo repensar do modo como os seres humanos se relacionam com os outros, com os outros seres vivos e com a Terra. Assim, crenças, valores e sistemas éticos mudam, e a consciência expandida que faz parte deste processo de transformação alcança outras facetas das relações sociais e ambientais além da comida, mostrando uma mudança de paradigma que está focada em como a agricultura e os sistemas alimentares do futuro podem ajudar a reduzir a pegada ecológica da humanidade, a reconhecer que existem limites para o crescimento e o que realmente significa viver de forma sustentável (ALTIERI; NICHOLLS, 2020).

Segundo os autores, o papel importante que os sistemas alimentares podem e devem ter mitigando e se adaptando às mudanças climáticas é um exemplo do valor do pensamento do nível cinco. Os objetivos da sustentabilidade, guiados pelos processos de mudança descritos acima, podem servir como importantes guias para aumentar o suporte financeiro e as políticas para colocar a Agroecologia na frente e no centro do redesenho dos sistemas alimentar.

2.2.2 A Sustentabilidade da Agroecologia

Para que seja possível compreender os aspectos sustentáveis da Agroecologia e como utilizá-la para alcançar níveis ótimos de sustentabilidade nas sociedades humanas, é necessária a descrição prévia de sustentabilidade e de desenvolvimento sustentável, conceitos geralmente utilizados de modo arbitrário e sem a devida integridade para com o princípio do tripé social-econômico-ambiental.

Desenvolvimento sustentável foi um termo apresentado pela primeira vez no Relatório de Brundtland, em 1987, também conhecido como Nosso Futuro Comum, em que o termo é concebido como sendo o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades, sendo este fundamentado no tripé ambiental-social-econômico (CMMAD, 1991).

Notadamente, esta noção de desenvolvimento foi enviesada para uma lógica capitalista onde a natureza é negociável e o mercado é o encarregado de resolver os problemas socioambientais, dando ênfase para a base econômica e negligenciando as bases social e ambiental (CAPORAL, 2016). O autor explica que os termos que remetem à sustentabilidade foram moldados ao longo do tempo de modo a manter a ordem dominante do capitalismo, orientados pelos interesses das instituições globais que comandam os sistemas agroalimentares, dos empresários rurais capitalistas e dos setores financeiro e industrial.

Após a Segunda Guerra Mundial, com a Guerra Fria, o mundo foi dividido em dois polos políticos, e, para Sachs (1995), tal período pós-guerra trouxe um desenvolvimento tecnológico sem precedentes – com a revolução dos transportes e da comunicação -, bem como do acúmulo de bens, dos serviços produzidos, das trocas comerciais globais, do crescimento da mídia e do turismo. O autor confirma que o estilo de consumo e o modo de vida da sociedade, além do processo de globalização, mudaram profundamente a humanidade.

O progresso científico e técnico não gerou o bem-estar generalizado para a humanidade que haviam prometido e, além disso, o uso das tecnologias foi voltado para projetos financeiros e econômicos de curto prazo, o que se traduziu no aceleração da degradação dos recursos naturais. Segundo Daly (2004), a economia, de uma perspectiva física, é um subsistema aberto do ecossistema terrestre, o qual é finito. À medida que a economia cresce, ela utiliza cada vez mais o espaço e os recursos do ecossistema, sendo assim insustentável. Logo, “crescimento sustentável”, quando direcionado à economia, é um termo contraditório. Para o autor, é impossível sair da pobreza e, ao mesmo tempo, acabar com a degradação ambiental por meio de um crescimento econômico global.

O termo “desenvolvimento sustentável”, então, só pode ser utilizado para a economia se for entendido como desenvolvimento sem crescimento, no qual seria a melhoria qualitativa de uma base econômica mantida num estado estacionário pela transição de matéria e energia de um sistema com capacidades regenerativas e assimilativas, como é o caso de um ecossistema (DALY, 2004). Este tipo de desenvolvimento, segundo o autor, é uma adaptação cultural feita pela sociedade quando ela toma consciência da necessidade de um crescimento nulo para igualar a qualidade de vida das populações e conservar o meio ambiente.

Uma economia baseada no desenvolvimento sustentável procura adaptações em conhecimento, organização, eficiência técnica e sabedoria, sem acrescentar cada vez mais matéria e energia, respeitando o contínuo funcionamento e renovação do ecossistema remanescente (DALY, 2004). De acordo com o autor, a economia do crescimento nulo não é estática, mas sim é aquela que é continuamente mantida e renovada como um subsistema de estado estacionário do meio ambiente.

Quando colocando o desenvolvimento em um parâmetro econômico, a comparação do nível de desenvolvimento dos países é limitada, pois países em desenvolvimento, raramente terão chance de alcançar o mesmo desenvolvimento econômico dos países desenvolvidos (DA VEIGA, 2005). Esse esquema faz parte de um colonialismo disfarçado, onde existe a alta industrialização de produtos com baixo valor agregado em países em desenvolvimento e alta tecnologia nos países desenvolvidos.

O que falta para se alcançar um desenvolvimento sustentável de fato é um planejamento estratégico entre os protagonistas decisivos, pautado no conteúdo da própria cooperação humana e em como as sociedades optam por utilizar os ecossistemas dos quais elas

dependem afirma Abramovay, (2010). Segundo o autor, o Brasil não está acompanhando o ritmo internacional de inovações tecnológicas, cada vez mais orientadas a colocar a ciência a serviço de sistemas produtivos que poupem energia e matéria e que sejam capazes de contribuir para a restauração da biodiversidade.

Para o autor, mesmo havendo progresso no país, a falta de estratégia ameaça o desenvolvimento sustentável, como por exemplo o fato de o padrão dominante do uso dos recursos da Amazônia ainda ser a produção de *commodities* (carne, soja (*Glycine max* (L.) Merr) e madeira), minérios e energia, ou como ao mesmo tempo em que se reduz o desmatamento na Amazônia, amplia-se, de maneira alarmante, a devastação do cerrado e da caatinga. Além disso, no meio empresarial ainda são minoritárias as ações e práticas voltadas à exploração sustentável dos recursos e dos potenciais dos principais biomas brasileiros, bem como no âmbito do mercado internacional, onde ainda prevalece a valorização das *commodities* produzidas na Amazônia, e não toda a rica e extensa biodiversidade lá existente (ABRAMOVAY, 2010).

Abramovay (2010) discute que, na área política, criam-se e espalham-se falácias de que as unidades de conservação e áreas indígenas atrapalham o agronegócio e, assim, o crescimento econômico: o “desenvolvimento” do país. Tal fato é uma grande perda para o planejamento estratégico de desenvolvimento sustentável do Brasil, pois dentro de áreas voltadas à preservação dos ecossistemas, as possibilidades de exploração econômica são inúmeras, com horizonte de ganho extraordinário.

Felizmente, já existem mercados promissores voltados à valorização dos serviços ecossistêmicos prestados pelas florestas, como a conservação da biodiversidade, o sequestro de carbono, a proteção das bacias hidrográficas e a exploração das belezas naturais. Para o autor, explorar essas qualidades ambientais e apostar no manejo sustentável pode contribuir de maneira decisiva tanto para a resiliência dos ecossistemas quanto na luta contra a pobreza.

Ainda assim, segundo Abramovay (2010), as políticas públicas do país falham ao não cumprir com o papel decisivo de alertar aos atores sociais sobre os comportamentos necessários para alcançar uma estratégia voltada à ampliação das liberdades humanas e do uso sustentável da biodiversidade. Por maiores que sejam as conquistas apresentadas, como o aumento das áreas de reservas e a concentração de atores para reduzir a devastação dos biomas brasileiros, ainda não se formou uma força social capaz de transformar o uso da biodiversidade, os produtos e serviços

ecossistêmicos provenientes da exploração florestal sustentável em uma grande fonte de ganhos econômicos para os agentes privados e para a região como um todo (ABRAMOVAY, 2010).

Para Sachs (1995), uma política de emprego adequada, elaborada a partir dos dados locais, é elemento fundamental para as políticas públicas de desenvolvimento. Os países em desenvolvimento não devem aguardar passivamente a transferência de tecnologias do norte para o sul, pois o fortalecimento da capacidade local constitui ponto fundamental para o desenvolvimento, utilizando elementos nativos para que possam pensar de maneira autônoma e pôr em execução os projetos nacionais.

Também é necessário explorar a biodiversidade e a diversidade cultural, para que seja possível encontrar novos recursos e gerenciá-los de forma socialmente justa e ecologicamente prudente – aumentar, de forma duradoura, a capacidade dos ecossistemas, recorrendo simultaneamente aos conhecimentos tradicionais e às conquistas da ciência moderna; Além disso, reformas do sistema internacional precisam ser feitas, principalmente para alertar sobre acontecimentos que venham a limitar o direito a democracia e para orientar as políticas públicas sociais em níveis governamentais e intergovernamentais, segundo Sachs (1995).

O desenvolvimento só é possível dentro de uma cultura que esteja aberta à mudança ou que veja essa possibilidade como um valor social (SOUZA, 1996). A questão cultural da percepção de desenvolvimento se enraíza na compreensão de modernidade e em seus valores atribuídos (principalmente a razão), embora, em contrapartida, na pós-modernidade exista a superação da crença no caráter emancipador da razão e da ciência, as vendo como opressoras do indivíduo ao invés de libertadoras (SOUZA, 1996).

Nesse sentido, Souza (1996) se questiona se seria melhor aposentar a ideia de desenvolvimento em si (e, com ela, a própria palavra) ou criticar construtivamente a ideia de desenvolvimento embutida no projeto da modernidade. Outro questionamento do autor é se seria mais fácil abandonar o esforço de construção teórica em torno do desenvolvimento ou dar continuidade a esse esforço, ainda que de maneira distinta da ciência convencional, além das dificuldades de definir “desenvolvimento” fora do âmbito capitalista.

Para o autor, é necessária uma descentralização teórica, por meio do esforço da formulação de uma teoria “aberta” ao invés de definir de uma vez por todas o que seja desenvolvimento. Assim, o importante é extrair um princípio norteador: o desenvolvimento simplesmente como um processo de aprimoramento das condições gerais do viver em sociedade,

em nome de uma maior fertilidade individual e coletiva. Cria-se, então, um princípio mais fundamental (ético e político): a autonomia individual e coletiva.

A autonomia de uma coletividade traz consigo uma gestão autônoma dos recursos contidos em seu território, ou seja, o desenvolvimento nesse sentido é necessariamente socioespacial, da sociedade e do espaço a ela inerente. É necessário entender a sociedade como um todo indivisível, de dimensões interdependentes, pois qualquer reflexão sobre o desenvolvimento será limitada e artificial se não considerar a exigência de uma pluridimensionalidade analítica (SOUZA, 1996).

O conteúdo do desenvolvimento deve ser atrelado a cada universo cultural e social particular, sendo, então, variável e plural, conforme Souza (1997). Em contraponto à visão instrumental-economicista, o desenvolvimento poderia ser visto como um movimento sem fim (sem um “estágio final”), em cuja trajetória uma sociedade se tornaria mais justa e aceitável para seus membros).

A ideia de autonomia política (defensora da etnodiversidade), proposta por Cornelius Castoriadis (1922-1997) tem sido a ponte entre a “abertura” necessária e o alcance prático que o conceito de desenvolvimento precisa possuir. O pensamento autonomista é capaz, então, de sustentar uma concepção de desenvolvimento mais radical, generosa e consistente, a qual o Souza (1997) decidiu denominar de “teoria aberta” ou desenvolvimento socioespacial.

O espaço social é, em sua dimensão material e objetiva, um produto da transformação da natureza pelo trabalho social (SOUZA, 1997). Lendo de forma subjetiva, a materialidade do espaço é preenchida de significados específicos para cada indivíduo e para a coletividade, ou seja, é impregnada de valores, um catalisador simbólico e afetivo e uma forma de apropriação.

A proposta do autor é adicionar não só a importância instrumental ou econômica, mas também a sua relevância cultural para um grupo. Por tudo isso, o espaço tende a ser sempre objeto de disputa e apropriação, de territorialização, enquanto um território pode ser entendido como um espaço definido e delimitado por e a partir de relações de poder. Para este, o caráter marcadamente objetivista e economicista da maior parte dos autores que abordaram o tema do desenvolvimento acabou por secundarizar o espaço enquanto realidade social, os processos políticos e culturais de territorialização e a problemática da degradação ambiental.

A importância do espaço para o desenvolvimento começa pela sua dimensão objetiva, pela sua materialidade; ou seja, o espaço natural, que provê para a sociedade recursos naturais e

energéticos indispensáveis ao processo produtivo, fonte de poder e desejo de apropriação e controle. A materialidade do espaço social, produzida pelas relações sociais, pode ser vista do ponto de vista econômico (circulação de bens e pessoas), político (controle e segurança) e cultural (formação e reprodução de identidades coletivas). É necessário, também, segundo o autor, o reconhecimento do espaço não só como produto das relações sociais, mas também como condicionador dessas relações.

Na concepção do autor, é preciso ultrapassar a ideia de desenvolvimento etnocêntrica, conservadora e economicista, e é por meio da utilização do ideal de autonomia que é possível encontrar um desenvolvimento que seja endógeno, interno às culturas de cada povo. Porém, para que isso funcione, é imprescindível não subestimar o espaço social como dimensão de análise, espaço esse multidimensional, pois só assim o desenvolvimento pode ser autêntico.

Segundo Caporal (2016), para que exista uma elaboração de novas propostas com maiores níveis de sustentabilidade, é necessário construir e estabelecer um novo paradigma para o desenvolvimento rural e agrícola, que poderia ser alcançado a partir do enfoque agroecológico. Para o autor, o enfoque agroecológico entende a sustentabilidade como parte constituinte de um processo que busca estratégias de desenvolvimento que qualifiquem a interação humana nos ecossistemas.

As práticas agroecológicas, como o manejo ecológico do solo e os sistemas agroflorestais, contribuem e poderiam contribuir de forma sem precedentes para a preservação dos recursos fundamentais à vida na Terra, como o solo e a água, bem como da biodiversidade e da diversidade sociocultural associada, se utilizados em sistemas de larga escala (CAPORAL, 2016).

De acordo com Altieri (2012), a maioria das definições de sustentabilidade incluem pelo menos três critérios: manutenção da capacidade produtiva do agroecossistema; preservação da diversidade da flora e da fauna; e capacidade de autossuficiência do agroecossistema. Para o autor, uma característica da sustentabilidade é a capacidade do agroecossistema de manter um rendimento produtivo que não caia ao longo do tempo, considerando diversas condições e variáveis.

A maioria dos conceitos de sustentabilidade têm como princípio o rendimento contínuo do sistema e a prevenção da degradação ambiental, duas demandas incompatíveis, segundo o autor, pois a produção agrícola depende da utilização dos recursos naturais e estes

precisam ser conservados. Nesse sentido, um dos desafios para a avaliação da saúde dos agroecossistemas é assegurar um monitoramento equilibrado da produtividade e da integridade ecológica do sistema (ALTIERI, 2012).

Segundo o autor, historicamente, a avaliação dos sistemas agrícolas tem se centrado na quantificação da produção de alimentos e fibras, e até certo ponto no estado, condição e tendências do solo, da água e dos recursos relacionados, tendo a análise do estado dos componentes dos processos biológicos essenciais nos agroecossistemas sido fortemente deficiente.

Buscando desenvolver um planejamento ainda mais holístico e sistêmico para analisar a condição agroecológica dos agroecossistemas, o autor expõe três parâmetros de avaliação que constituem expressões quantificadas das mudanças ambientais (ALTIERI, 2012):

- I. Sustentabilidade: capacidade para manter um nível de produtividade dos cultivos através do tempo sem expor os componentes estruturais e funcionais dos agroecossistemas;
- II. Contaminação dos recursos naturais: alteração da qualidade do ar, da água e do solo, causada por insumos ou produtos dos agroecossistemas; e
- III. Qualidade da paisagem agrícola: diversas formas em que os modelos agrícolas para uso da terra modificaram a paisagem e influenciaram em processos ecológicos.

Aliados a estes, os indicadores de sustentabilidade são essenciais para validar a prática agroecológica, pois são instrumentos que permitem a mensuração das modificações nas características que compõem um determinado sistema, e têm como objetivo analisar uma situação presente e sua tendência de comportamento, assim como estabelecer um termo de comparação dentro de escalas temporal e espacial, destaca Ferreira *et al.*, (2012). Para os autores, a construção de uma metodologia precisa, de fácil aplicação e de baixo custo, e que busque integrar os fatores econômicos, sociais e ambientais em diferentes locais e escalas, é um dos maiores desafios para a avaliação da sustentabilidade em agroecossistemas.

Acrescentam que o sistema de Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA) foi criado a fim de otimizar a relação entre sensibilidade e custo/facilidade de aplicação, e para isso utiliza-se de indicadores já conhecidos e validados na literatura, os quais são de baixo custo e fáceis de serem aplicados por técnicos ou produtores sem treinamento especializado. O

ISA funciona por meio de uma entrevista com o produtor, bem como pela coleta de dados do estabelecimento, análises laboratoriais, geoprocessamento de imagens de satélite e processamento e interpretação de dados.

Conforme os autores, o ISA foi baseado em diversos trabalhos sobre indicadores de sustentabilidade em avaliação de impactos ambientais para o setor agropecuário e florestal, e é apresentado como uma ferramenta de gestão para o produtor, visando realizar um diagnóstico dos balanços econômico, social e ambiental da propriedade, além de apontar pontos críticos e riscos, e pontos positivos e oportunidades de negócios. Para além disso, o ISA contribui com uma série de informações para auxiliar o gestor público na identificação de vulnerabilidades socioeconômicas, bem como fragilidades ambientais, dificuldades e potencialidades de atividades agrossilvipastoris dentro da escala de uma sub-bacia hidrográfica

Segundo Ferreira *et al.* (2012), o conjunto de indicadores que compõem o ISA busca avaliar alguns princípios e critérios norteadores da transição dos agroecossistemas para um padrão de maiores níveis de sustentabilidade. De acordo com os autores, estes indicadores são:

- a) planejamento do uso do solo, de infraestruturas e técnicas de produção para a conservação dos solos e dos recursos hídricos;
- b) manejo integrado dos sistemas de produção;
- c) manejo integrado de resíduos;
- d) adoção de práticas de estímulo à proteção da biodiversidade;
- e) atendimento das normas e leis ambientais, como o Código Florestal, o Licenciamento Ambiental, a Legislação Trabalhista, entre outros;
- f) construção de um relacionamento com a comunidade local;
- g) acesso a programas educacionais e de capacitação;
- h) acesso aos serviços básicos; e
- i) diversificação da paisagem agrícola.

A sustentabilidade, a partir da ótica da Agroecologia, deve ser compreendida e proposta como sendo uma busca permanente por novos pontos de equilíbrio que alcancem diferentes dimensões, que podem ser conflituosas entre si, mas que podem trabalhar em conjunto para alcançar a sustentabilidade (CAPORAL; COSTABEBER, 2002b).

Segundo os autores, a sustentabilidade em agroecossistemas é algo relativo que só poderá ser medido no futuro, e é por isso que a construção do desenvolvimento rural sustentável,

realizado a partir da aplicação dos princípios da Agroecologia, deve sempre buscar contextos de sustentabilidade crescente com base em dimensões básicas que devem ser relacionadas entre si, sendo estas (CAPORAL; COSTABEBER, 2002b):

1. Dimensão Ecológica: se baseia na manutenção e recuperação da base de recursos naturais, o que constitui aspecto central na busca por níveis crescentes de sustentabilidade em qualquer agroecossistema. O que importa para a estratégia de intervenção técnica e planejamento do uso dos recursos é que esta seja feita a partir de uma abordagem sistêmica e um enfoque holístico, tratando todos os elementos do agroecossistema de forma integral. Além disso, devem-se construir estratégias que busquem a reutilização de matéria e energia dentro do próprio agroecossistema, bem como a eliminação do uso de insumos químicos ou cujo efeito no meio ambiente seja incerto ou desconhecido (como os Organismos Geneticamente Modificados (OGMs), por exemplo);
2. Dimensão Social: diz respeito à distribuição equitativa para os diversos segmentos da sociedade com relação aos recursos naturais, e representa um dos pilares básicos da sustentabilidade. Inclui, também, a busca por melhores níveis de qualidade de vida no que diz respeito à produção e consumo de alimentos com qualidade biológica superior, ou seja, é necessária a eliminação do uso de insumos químicos no processo produtivo agrícola. A própria percepção de riscos da utilização de certas tecnologias sobre as condições sociais dos agricultores familiares determina novas formas de relacionamento da sociedade com a natureza, conectando as dimensões Social e Ecológica sem prejudicar a Econômica (um novo modo de “administrar os recursos da casa”);
3. Dimensão Econômica: os resultados econômicos obtidos pelos agricultores são fundamentais para fortalecer estratégias de Desenvolvimento Rural Sustentável. Nesta dimensão o foco não é aumentar a produção e a produtividade agropecuária a qualquer custo, pois isto pode ocasionar reduções de renda e dependências crescentes de insumos externos, além de causar danos ambientais que podem resultar em perdas econômicas. Além disso, a produção de subsistência e de bens de consumo, que são fundamentais no processo de reprodução social e bem estar familiar, bem como a soberania e segurança alimentar, se expressam também na adoção de estratégias fundamentadas em circuitos curtos de mercadorias e abastecimento regional e microrregional, e são questões essenciais que ligam esta dimensão com a dimensão Social;

4. Dimensão Cultural: as intervenções de manejo de agroecossistema devem respeitar a cultura local, com exceção de práticas culturalmente aceitas, mas que sejam danosas ao meio ambiente e prejudiciais ao fortalecimento das relações sociais e às estratégias de ação social coletiva. Nesta dimensão, os conhecimentos locais das populações rurais são utilizados como ponto de partida nos processos de desenvolvimento rural, que devem espelhar a identidade cultural dos sujeitos. O reconhecimento da importância do saber local é essencial para superar a ideia, ainda dominante, de que a agricultura deve ser feita de forma homogênea em todos os agroecossistemas, independentemente das variáveis biofísicas e culturais endêmicas destes;
5. Dimensão Política: leva em consideração os processos participativos e democráticos dentro do contexto da produção agrícola e do desenvolvimento rural, bem como das redes de organização social e de representações dos diversos segmentos da população rural. Diz respeito, também, aos métodos e estratégias participativas que assegurem o pleno exercício da cidadania das populações rurais. O desenvolvimento rural deve ser construído a partir dos aspectos culturais e políticos próprios dos grupos sociais locais, considerando suas relações de diálogo e integração com a sociedade por meio de espaços comunitários ou conselhos políticos e profissionais. A participação comunitária é a força geradora dos objetivos e atividades dos projetos de desenvolvimento rural sustentável; e
6. Dimensão Ética: relacionada à solidariedade intra e intergeracional, bem como com novas responsabilidades individuais com relação à preservação do meio ambiente, intrinsecamente relacionada à manutenção da vida humana na Terra. Nesse sentido, exige pensar e fazer viável a adoção de novos valores, não necessariamente homogêneos, mas que expressem a solidariedade sincrônica (entre as gerações atuais) e a solidariedade diacrônica (entre as gerações atuais e futuras), sendo esta, então, uma ética da solidariedade, restabelecendo o sentido de fraternidade nas relações entre os seres humanos. Nesta dimensão também entram a busca pela segurança alimentar para todos, assim como o direito ao acesso equânime aos recursos naturais, à terra para o trabalho e a todos os bens necessários para uma vida digna. É uma dimensão de alto nível hierárquico, já que, a partir dela, é possível construir objetivos e alcançar os resultados esperados nas dimensões de primeiro e segundo nível.

Para os autores, existem muitos desafios para alcançar o desenvolvimento rural sustentável a partir do enfoque agroecológico, e a superação destes depende, principalmente, da própria capacidade de diálogo e de aprendizagem coletiva do ser humano, além do reconhecimento de que a sustentabilidade integra um conjunto de elementos práticos essenciais para a vida cotidiana. Os impactos negativos causados pela agricultura química, já comprovados, ainda não estão dentro da opinião pública na intensidade necessária, retardando a possível tomada de consciência da sociedade a fim de apoiar a transição agroecológica e, conseqüentemente, estilos de agricultura mais sustentáveis.

A socialização dos conhecimentos e saberes agroecológicos entre os atores envolvidos no universo do desenvolvimento rural sustentável (agricultores, pesquisadores, políticos, técnicos, extensionistas, entre outros) é uma tarefa imperativa. Desse modo, para os autores, todos os atores sociais têm o dever e o direito de buscarem a ampliação da construção dos saberes socioambientais necessários para a consolidação de um novo paradigma de desenvolvimento rural que considere as seis dimensões da sustentabilidade.

2.3 Sistemas Agroflorestais (SAFs)

Diante do quadro de crise socioambiental, cientistas, agricultores e técnicos vêm buscando desenvolver métodos de produção que consigam reverter o processo de degradação ambiental e social, na concepção de Micollis *et al.* (2016). Mesmo que em alguns casos a natureza consiga se autorregenerar, o ser humano é capaz de, com seu trabalho, acelerar essa regeneração, cuidando do solo e das águas, além de introduzir e manejar espécies vegetais e animais que dificilmente se estabeleceriam sozinhas na região

Além disso, de acordo com os autores, as comunidades rurais e os povos tradicionais podem se beneficiar diretamente da vegetação natural sem necessariamente gerar degradação, embora isso só possa ocorrer com um bom manejo da área produtiva. Para Miccolis *et al.* (2016), tal estratégia pode desempenhar um papel fundamental na conservação dos serviços ecossistêmicos prestados pela natureza para os seres humanos, bem como dos serviços ambientais, gerados pela natureza para o planeta, como regulação do ciclo da água, adaptação às mudanças climáticas, controle de erosão e ciclagem de nutrientes.

Uma das ferramentas utilizadas dentro da agroecologia que possibilita tanto a recuperação quanto o desenvolvimento sustentável dos agroecossistemas é o uso de sistemas agroflorestais (SAFs) na restauração de serviços ecossistêmicos e na recuperação da autonomia

social de povos marginalizados, além da utilização destes no processo produtivo de bens e produtos. De acordo com Brasil (2009), os SAFs são definidos como:

sistemas de uso e ocupação do solo em que plantas lenhosas perenes são manejadas em associação com plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas, culturas agrícolas, forrageiras em uma mesma unidade de manejo, de acordo com arranjo espacial e temporal, com alta diversidade de espécies e interações entre estes componentes. (BRASIL, 2009, Art. 2: § VI).

Segundo o Novo Código Florestal de 2012, na Lei de nº 12.651/2012, a utilização de consórcios entre plantas nativas e exóticas em SAFs é estabelecida como uma alternativa para a recuperação de Reservas Legais (RLs) e Áreas de Preservação Permanente (APPs) (BRASIL, 2012). Estes sistemas incluem os sujeitos sociais no processo de recuperação e conservação dos recursos naturais, bem como geram renda através da produção de comida, favorecendo os processos de autonomia e soberania alimentar.

Os SAFs são ferramentas da ciência agroecológica e surgem como potenciais sistemas produtivos para a ascensão da liberdade de um povo, tanto no que se refere ao trabalho – autonomia social - quanto à alimentação – autonomia alimentar de comunidades e povos tradicionais marginalizados pelo sistema vigente, e é a partir destes elementos de autonomia que se constrói o caminho para a liberdade de consumo e a sustentabilidade ambiental (FONINI; LIMA, 2013).

Na realidade, os SAFs são novos se considerando esta nomenclatura, porém demasiadamente antigos quando pensando de um ponto de vista prático. Há milênios os SAFs têm se desenvolvido em todo o mundo, sustentando pelo menos 1,2 milhão de pessoas. Entretanto, apenas há cerca de 50 anos a ciência tem estudado estes sistemas, particularmente seus benefícios e custos, bem como as complexas interações entre os seres vivos (MICCOLIS *et al.*, 2016).

Segundo Guimarães (2016), a cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) no Brasil tem origem na domesticação e sustentabilidade do seu cultivo por parte de etnias indígenas na Amazônia, a partir de práticas como a policultura e a rotatividade de solos. Este modelo agrícola tem sido alvo de diversas pesquisas sobre etnobiologia e ecologia histórica, na busca por compreender a relação entre estas práticas e o intenso processo de domesticação e manejo de plantas na região, elementos fundamentais para o crescimento demográfico e o desenvolvimento de sociedades complexas (GUIMARÃES, 2016).

Estes estudos, segundo o autor, têm transposto o paradigma da naturalização das atividades produtivas dos povos indígenas que, desde 1500, com as primeiras informações dadas ao rei de Portugal por Pero Vaz de Caminha, tem-se uma concepção errônea de como estes povos se relacionam com as florestas e com a agricultura. Pero Vaz de Caminha, em sua carta, diz que os povos originários do Brasil não criavam animais e somente se alimentavam de um inhame (planta com tubérculo - no caso a mandioca), que havia em abundância, além de sementes e frutos que as árvores ofereciam.

O escrivão descreveu uma paisagem natural sem a interferência de elementos culturais nas atividades desenvolvidas pelos povos aqui presentes. A partir disso, o processo de naturalização se estabeleceu a partir de uma intenção política de instrumentalizar e sustentar relações de poder a fim de degradar as culturas indígenas no país (GUIMARÃES, 2016). De acordo com o autor, esta foi a ótica utilizada ao longo da história do Brasil para justificar o estabelecimento de modelos de administração autoritários e coercitivos sobre os povos indígenas, buscando dividir o trabalho de forma étnica e espacial – os povos da Europa ocidental seriam o centro do mundo e os demais grupos étnicos seriam mantidos na sua periferia.

Apesar desta concepção etnocida, genocida e, em última instância, colonial, novas pesquisas e evidências sustentam a tese de que os povos indígenas na Amazônia cultivavam mandioca junto com as árvores nativas, constituindo seus próprios modelos produtivos sustentáveis com base em uma agricultura consorciada, diversa, conectada com a dinâmica da floresta e respeitando os ciclos da terra. As consequências desta descoberta e consequente descrição, classificação e manejo de plantas e animais que integram os sistemas florestais permitem que grande parte das florestas do Brasil sejam reconhecidas como “mata cultural” (GUIMARÃES, 2016).

Para o autor, este conhecimento tem sido comprovado a partir de uma série de estudos com relação às agriculturas indígenas ou tradicionais, por meio do delineamento de novas perspectivas epistemológicas que visam transformar o etnocentrismo enraizado no olhar das sociedades ocidentais a respeito das florestas e dos povos indígenas. Os Kayapó – povo de língua Jê com territórios ao longo do rio Xingu, no Pará – e os Ka’apor – povo de língua Tupi com territórios da região do rio Gurupi, no Maranhão – estão entre os povos indígenas com maior quantidade de trabalhos de campo em suas áreas de cultivo agroflorestal.

Guimarães (2016) explica que, com base em argumentos etnográficos, analíticos e quantitativos, extraídos destes trabalhos e de outros realizados em toda a Amazônia, chegou-se em um consenso entre os pesquisadores com relação à interação povos indígenas-floresta. Para estes, ao contrário do que se pensava, não devem ter sido os povos indígenas que se adaptaram à floresta, mas a floresta, por meio das práticas do agroflorestamento, se adaptaram a estes. Diz-se que a “terra preta de índio” é resultado desta interação, onde os povos indígenas, a partir de práticas agroflorestais, criaram a terra preta abundante e rica em nutrientes existente na floresta Amazônica.

Esta teria sido, então, uma modificação intencional do habitat a fim de estimular o crescimento de comunidades vegetais e a integração destas com as comunidades animais e sociedades humanas (GUIMARÃES, 2016). Uma das práticas que mais integraram os povos indígenas com a floresta é a coivara, prática agrícola de corte e queima envolvendo um complexo sistema de manejo e com uma lógica própria de organização e uso dos recursos naturais.

Para o autor, uma vez compreendido que o resultado final dos SAFs é a recomposição das florestas, pode-se considerar o porque de os portugueses, em seus contatos iniciais com os povos indígenas da Mata Atlântica, não tenham percebido que a floresta que viam era resultado de sucessivas intervenções agrícolas. Todavia, não demorou para que estes percebessem a diversidade e qualidade das culturas agrícolas indígenas, inclusive passando a adotá-los em sua dieta alimentar no Brasil e difundí-los na Europa.

Torna-se evidente, portanto, que houve um roubo da história e da cultura dos povos indígenas no Brasil a medida em que os portugueses se apropriavam de plantas, técnicas de cultivo e processamento de alimentos, além de constantemente buscarem apagar a raiz indígena presente nestas invenções (GUIMARÃES, 2016). Segundo o autor, é a partir da escrita de suas versões sobre o contexto do país e do povo aqui encontrado que os portugueses buscaram encobrir estas apropriações, forjando uma suposta superioridade europeia mediante os povos não europeus.

Guimarães (2016) conclui afirmando que os estudos de ecologia histórica no Brasil podem ser vistos como um mecanismo de (re)conexão epistemológica ao colocar o olhar sobre a floresta a partir da tradução das tradições culturais indígenas, redefinindo a geopolítica do conhecimento e possibilitando que o pensamento e a luta indígena saia da condição de invisibilidade. Estes devem, portanto, se colocarem na condição de autoria de sistemas produtivos

de largas escalas, capazes – conforme estimativas projetadas para o ano de 1500 – de garantir a existência de mil povos, com uma população total de 10 milhões de pessoas, as quais poderiam viver em condições de abundância e preservando a biodiversidade de cada local.

Nesse sentido, os SAFs são sistemas produtivos que, geralmente, empregam consórcios de espécies perenes lenhosas com culturas agrícolas e/ou pecuárias dentro de uma estratégia espaço-temporal pré-definida (MARTINS; RANIERE, 2014). Para Miccolis *et al.* (2016), existem diversos tipos de SAFs que se distinguem pela complexificação do sistema, composto por diversidade de espécies e grau de manejo. Cada um destes possui uma denominação específica que varia de acordo com os principais produtos gerados em cada sistema como, por exemplo, alguns SAFs possuem foco na criação de animais com consórcio entre pastagens e árvores, e são denominados de sistemas silvipastoris.

Segundo os autores, com relação especificamente à introdução de animais em SAFs para fins de restauração de APPs é necessário estudo e embasamento científico para manejar os animais da melhor forma e evitar impactos negativos sobre a vegetação e o solo do sistema. Ainda assim, é reconhecida a importância dos animais para as estratégias de vida e adaptação às mudanças climáticas dos agricultores familiares, principalmente na região semiárida, sendo necessário encontrar meios que conciliem a criação de animais e a recomposição da vegetação em APPs e RLs, como é o caso de novas metodologias que estão sendo desenvolvidas como, por exemplo, o manejo holístico de animais em SAFs.

No caso de haver o consórcio entre a criação de animais, espécies agrícolas e florestais, os sistemas são chamados de sistemas agrossilvipastoris (MICCOLIS *et al.*, 2016). Ainda de acordo com os autores, sistemas com consórcios entre culturas agrícolas anuais e espécies florestais são denominados de sistemas agrossilviculturais, enquanto os sistemas mais diversificados e similares aos ecossistemas florestais naturais são conhecidos como agroflorestas sucessionais ou biodiversas.

Ressaltam, também, os quintais agroflorestais, um tipo de SAF que associa árvores com espécies agrícolas, medicinais e outras de uso doméstico, e/ou animais, e são situados próximos às residências, sendo altamente produtivos e contribuindo de maneira essencial para a segurança alimentar e a qualidade de vida de uma família. Além destes, é de suma importância dissertar brevemente sobre os sistemas agroflorestais agroecológicos (SAFAs), modelo escolhido para o desenho do croqui agroflorestal do semiárido cearense.

A interação entre fatores ecológicos, econômicos e sociais, principalmente com relação ao uso e manejo dos processos ecológicos para fins de produção – como aumentar a fotossíntese e estimular a sucessão natural – dentro das agroflorestas tem caracterizado cada vez mais esta prática no campo da agroecologia (STEENBOCK *et al.*, 2020). Para Götsch (1995), os sistemas agroflorestais, quando conduzidos sob princípios agroecológicos, transcendem qualquer modelo produtivo existente e sugerem sustentabilidade devido a sua funcionalidade ser baseada em conceitos básicos fundamentais, bem como em conhecimentos tradicionais, visando construir sistemas adaptados para o potencial natural do local.

A gestão e o manejo das agroflorestas agroecológicas diferem de sistemas definidos apenas pela sua estrutura, de acordo com Steenbock *et al.* (2020). Segundo os autores, existem SAFs com baixa diversidade de espécies, baixo aproveitamento dos processos ecológicos, uso de insumos agroquímicos e, por vezes, que reproduzem processos de acumulação de capital verticalizada. Nesse sentido, é importante compreender que nem todo sistema agroflorestal é agroecológico.

As agroflorestas agroecológicas ou SAFAs são sistemas produtivos intensamente manejados pelo ser humano que promovem conservação ambiental e diversos serviços ecossistêmicos, podendo reconstruir as conexões entre o homem e a natureza (STEENBOCK *et al.*, 2020). A prática deste sistema é fundamentada em conhecimentos tradicionais de como se fazer agricultura em meio aos processos ecológicos naturais aliada aos conhecimentos científicos modernos.

Segundo os autores, para alcançar a sustentabilidade nestes sistemas é necessário, antes de tudo, visualizar os sistemas de produção agrícola como sistemas vivos, onde seus componentes estão interligados dentro de uma rede de relações complexas e não lineares, e é por meio desta que a troca de energia e matéria entre o ambiente e o próprio sistema acontece. É justamente a partir desta energia e matéria que o sistema se auto-organiza em diferentes níveis de complexidade, se desenvolvendo de acordo com este fluxo.

Uma vez que a grandeza deste fluxo aumenta, aumentam a diversidade e a complexidade da estrutura e das formas de comportamento. Dessa forma, emergem, de forma espontânea, novas estruturas e formas de comportamento materializados em níveis energéticos mais elevados, sendo este resultado das relações entre os componentes e, também, da alta quantidade de energia e matéria acumulada (STEENBOCK *et al.*, 2020).

Assim, os processos ecológicos do sistema tendem à integridade e, com isso, espera-se que o ecossistema preste, de forma permanente, alguns serviços aos seres humanos conduzindo-os a uma vida saudável e longa, sendo estes: decomposição de resíduos, ciclagem de nutrientes, produção primária, variação suave da temperatura local, precipitação pluviométrica bem distribuída e estímulo a diferentes formas de vida.

Dentro do manejo agroflorestal agroecológico, o ser humano é responsável por estabelecer e fortalecer os vínculos entre os componentes do sistema, como produção de alimentos e madeira, recomposição da flora, desenvolvimento de formadores de adubos, entre outros, ao mesmo tempo em que o sistema retorna ao ser humano os serviços ecossistêmicos (STEENBOCK *et al.*, 2020), formando uma via de mão dupla. Para os autores, é nesta relação que ocorre o conjunto de transformações que fortalece as complexas relações interdependentes entre o ser humano e a natureza, dentro de uma perspectiva sistêmica.

Na agrofloresta agroecológica existe uma busca por compreender como os processos ecológicos estabelecem o fluxo de matéria e energia e, ao mesmo tempo, fortalecem as relações entre os componentes do agroecossistema, aliando a produção de alimentos nesta dinâmica. Nesse sentido, segundo os autores, é preferível utilizar a produção de alimentos no processo de complexificação dos padrões da rede, onde o capital natural é otimizado, em detrimento do financeiro, para a produção, direcionando os processos ecológicos e, como consequência, elevando a produtividade e o incremento dos serviços ecossistêmicos.

Segundo Steenbock *et al.* (2020) muitos trabalhos vêm confirmando a integração entre aumento de produtividade e conservação ambiental das agroflorestas agroecológicas, como é o caso de estudos realizados no Vale do Rio Ribeira (PR/SP), no âmbito da Associação de Agricultores Agroflorestais de Barra do Turvo-SP e Adrianópolis-PR (Cooperafloresta), por exemplo, os quais mostraram que a taxa de fixação de carbono em agroflorestas agroecológicas é de 6,7 toneladas de carbono/hectare/ano, considerando apenas a fixação na biomassa florestal.

Nestas agroflorestas foram identificadas maiores quantidades de indivíduos da mesofauna no solo, bem como maior taxa de decomposição de folhas e galhos mortos, processo que incorpora nutrientes ao solo, e maior diversidade de plantas do que em florestas nativas próximas aos locais, devido à potencialização dos processos ecológicos e ciclos naturais (STEENBOCK *et al.*, 2020). Além disso, a permeabilidade da água no solo das agroflorestas foi recuperada, contribuindo para a rebrota de nascentes que já haviam secado. Aliado a estes

processos naturais está a produção de 15 a 40 toneladas de alimento por hectare/ano, gerando segurança alimentar e renda para os agricultores.

Para mais, os autores discutem sobre a importância de investimento em pesquisa e em Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) nessa área de produção, muito embora, de acordo com eles, o desafio de produzir em meio à sucessão e à estratificação florestal já esteja superado. Assim, não é necessário desmatar para fazer agricultura, e é possível recuperar ecossistemas em meio à produção de alimentos.

Os SAFs permitem, além da recuperação da biodiversidade local, a recuperação da conexão do homem com o meio, trazendo de volta o senso de pertencimento de um povo para com a sua terra (VAZ DA SILVA, 2002). Dentro destes modelos produtivos, o ser humano é incentivado a participar ativamente dos processos de manejo e transformação do ambiente, ampliando a conexão e a percepção do homem para com o meio natural e toda sua complexa cadeia de interações e sendo o homem parte do meio, se tornando um ser querido dentro do ecossistema (GÖTSCH, 1996).

Vale ressaltar a importância da conservação não apenas da flora e da fauna, mas principalmente do solo e de toda sua rica biodiversidade, componente fundamental para o equilíbrio ecológico dos sistemas naturais, manejados ou degradados. Atividades humanas de extração e cultivo convencional, além das mudanças climáticas, têm grande impacto negativo sobre a biodiversidade presente no solo, a qual está ligada diretamente a processos ecossistêmicos essenciais que sustentam a vida (CHAPIN III; SALA; HUBER-SANNWALD, 2000).

Para que os SAFs possam ser utilizados na restauração ecológica de ecossistemas, estes precisam aumentar o desempenho das funções ecológicas básicas da área e, assim, contribuir com a manutenção de diversos benefícios ambientais, ecossistêmicos, sociais e econômicos (MICCOLIS et al., 2016). Segundo os autores, os principais benefícios produzidos pelos SAFs, descritas no Quadro 1, são:

Quadro 1 – Alguns benefícios ambientais, sociais e econômicos e serviços ecossistêmicos provenientes dos Sistemas Agroflorestais (SAFs).

Benefícios ambientais e serviços ecossistêmicos	Benefícios sociais e econômicos
Combate à desertificação e conservação do solo	Promove soberania e segurança alimentar e nutricional
Restauração da fertilidade e estrutura do solo	Aumenta a eficiência do uso de fatores de

Benefícios ambientais e serviços ecossistêmicos	Benefícios sociais e econômicos
	produção como água, luz e nutrientes
Sombra e manutenção de microclimas	Otimiza o uso do espaço por meio da intensificação
Aumento da produtividade animais por meio do bem-estar deste (sombra abundante) e qualidade nutricional das pastagens	Gera produção de alimentos, <i>commodities</i> , madeira, matéria-prima para construção, energia, plantas medicinais, forragem, mel, matéria-prima para artesanatos e bens culturais e espirituais, o que gera e diversifica a renda.
Formação de corredores ecológicos	A mão-de-obra é melhor distribuída ao longo do ano
Favorece a manutenção e aumento da biodiversidade, incluindo a disponibilidade de agentes polinizadores	Reduz o risco econômico por ter menor sensibilidade às variações negativas de preço e do clima
Favorece a regulação de águas pluviais e a melhoria na qualidade da água	Apresenta menor necessidade e otimização no uso de insumos externos à propriedade
Favorece a mitigação e adaptação às mudanças climáticas	Maior estabilidade do fluxo de caixa ao longo do ano e anualmente em todo o ciclo do sistema

Fonte: Adaptado de Miccolis *et al.* (2016).

Para os autores, a principal característica de um SAF sustentável é a qualidade do manejo realizado na área - em outras palavras, é a ação do ser humano naquele agroecossistema, moldando a paisagem e conduzindo o crescimento da floresta. Mesmo diante de um histórico de degradação da natureza, o ser humano faz parte dela, e pode se transformar em um agente de mudança gerando vida e recursos, atuando positivamente no meio. É interessante, então, se pensar em modos de introduzir, legalmente, populações humanas em áreas de conservação e produção sustentável.

Miccolis *et al.* (2016) afirma que as agroflorestas sucessionais ou biodiversas, abundantes em diversidade e espécies e com manejo baseado na sucessão natural, são as mais indicadas para fins de restauração e conservação ambiental. Os SAFs sucessionais possuem princípios similares à Agricultura Sintrópica (AS), novo modelo de agricultura desenvolvido por Ernst Götsch, um agricultor e pesquisador suíço que vive no sul do estado da Bahia há quase 40

anos. De acordo com os autores, pesquisadores e agricultores como Ernst e outros têm desenvolvido e disseminado este tipo de sistema em diversos biomas do Brasil.

A filosofia, técnicas e ferramentas desenvolvidas por Ernst estão, cada vez mais, se espalhando pelo Brasil e pelo mundo, servindo como modelo para o desenvolvimento sustentável de unidades agrícolas e comunidades tradicionais, visando garantir a segurança e soberania alimentar e nutricional das pessoas, bem como a conservação dos recursos naturais e das florestas e a justa distribuição de riquezas e recursos, por meio de uma economia solidária comunitária.

Ademais, é de suma importância compreender que, mediante a realização de pesquisas, os SAFs em pleno desenvolvimento mostraram que podem fixar quantidades significativas de carbono, devido às taxas metabólica e fotossintética estarem em pleno desenvolvimento e, assim, gerando maior absorção de carbono pelas plantas. De acordo com os autores, os SAFs mais complexos podem atingir taxas de sequestro de carbono próximas aos valores observados em florestas tropicais.

Miccolis *et al.* (2016) relatam sobre um estudo de avaliação da dinâmica de carbono em SAFs de 4 a 15 anos que foram manejados por agricultores familiares na Mata Atlântica do estado de São Paulo, onde foi identificado um incremento médio anual de 6,6 toneladas de carbono por hectare. Outro estudo trazido pelos autores foi feito em SAFs que produzem dendê (*Elaeis guineenses* Jacq.), no estado do Pará, e onde são encontrados valores elevados de acúmulo líquido de carbono nos primeiros anos, gerando de 6,6 a 8,3 toneladas de carbono por hectare por ano em média, valores superiores às florestas secundárias adjacentes com aproximadamente 10 anos de idade.

De acordo com os autores, as agroflorestas localizadas em regiões áreas ou semiáridas geralmente apresentam menor potencial em fixar carbono quando comparadas à agroflorestas em regiões mais úmidas. Apesar do clima ser mais desfavorável, avalia-se que os SAFs desenvolvidos em regiões áridas ou semiáridas possuem potencial de fixação de carbono maior do que os das áreas de vegetação nativa pois, de forma geral, quanto maior a diversidade de espécies e a densidade de árvores em uma área, maior é o potencial desta em sequestrar carbono no solo.

Gonçalves, Medeiros e Matias (2016) afirmam que os sistemas agroflorestais têm grande relevância na produção de biomassa, mesmo em regiões semiáridas nas quais a vegetação não possui potencial produtivo equivalente a sistemas localizados em áreas de florestas tropicais

úmidas, como na Amazônia e na Mata Atlântica. O alto valor de biomassa que pode ser produzido nestes sistemas é explicado, em parte, pela estratégia de produção, baseada na diversificação por meio de inúmeras frutíferas arbustivas. Além disso, a localização também é importante, visto que existem regiões da caatinga que são mais úmidas e, assim, possuem maior potencial de produção de biomassa.

Segundo os autores, o potencial de acúmulo de biomassa de um SAF depende da composição das espécies e da densidade de plantio. Espécies mais lenhosas, como o angico (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan.), a imburana (*Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillett.) e o ipê (*Handroanthus* sp. Mattos), por exemplo, retêm mais carbono, gerando um maior potencial de sequestro deste elemento.

Os autores afirmam que em sistemas mais consolidados a fixação pode chegar a 150 toneladas métricas por hectare de CO₂ equivalente e 200 toneladas/hectare/CO₂, em períodos de aproximadamente 15 e 20 anos, respectivamente. Nesse sentido, em média, os SAFs possuem potencial de acúmulo de dez toneladas métricas por hectare/ano de CO₂ equivalente no bioma caatinga (GONÇALVES; MEDEIROS; MATIAS, 2016). Este é um valor que pode ser bem mais elevado em sistemas nos quais predominam espécies com alto poder de acúmulo de biomassa e em regiões mais úmidas da caatinga.

O estudo de Gonçalves, Medeiros e Matias (2016) analisou 15 sistemas no bioma e mostrou que o acúmulo de carbono variou entre 6,8 e 50,63 toneladas métricas por hectare ao longo de sua implantação, o que diz respeito a valores aproximados de 36 e 186 toneladas métricas de CO₂ equivalente, comprovando a importância dos SAFs na mitigação da liberação dos gases de efeito estufa na Caatinga.

Os SAFs são considerados sistemas altamente resilientes às mudanças climáticas devido ao aumento da época de colheita e da atenuação dos efeitos de eventos extremos como secas prolongadas e enchentes, além de modificarem as temperaturas locais proporcionando sombra e abrigo e agirem como fontes alternativas de alimentos durante os períodos de secas e cheias (MICCOLIS *et al.*, 2016). Nesse sentido, desenvolver políticas públicas para a região semiárida em que sejam incentivados e assistidos os agricultores familiares que utilizam sistemas agroflorestais em suas áreas é um movimento necessário para que a região seja conservada e, além disso, para que possa criar bases fortes para o desenvolvimento sustentável desta.

É praticamente impossível, no momento atual do país, falar de agroflorestas e não falar de Agricultura Sintrópica (AS) ou de Ernst Götsch. O agricultor e pesquisador suíço desenvolveu no Brasil, na década de 1990, um modelo produtivo que se baseia nos processos dinâmicos da sucessão ecológica e na ciclagem de energia e matéria (GÖTSCH, 1996). Segundo o autor, a AS é um conjunto de sistemas de cultivo que buscam imitar, na sua dinâmica e funcionalidade, os ecossistemas originais de cada local.

Para Ernst, os seres humanos são parte do meio e sua função principal é ajudar as florestas a se desenvolverem por meio da sucessão natural, manejando os ecossistemas e produzindo cada vez mais energia para o sistema como um todo por meio da fotossíntese, da ciclagem de nutrientes e das extensas cadeias de interação entre os seres (PASINI, 2017).

A AS tem origem nos estudos teóricos e práticos de Ernst sobre os sistemas agrofloretais, embora, etimologicamente, para Ernst, o termo agrofloresta diga respeito à um paradoxo: o agro, historicamente ligado ao desmatamento, e a floresta, diversa em vida e complexa (GREGIO, 2018). Foi assim que, mediante décadas de pesquisa e prática, Ernst desenvolveu o conceito de AS, sendo a sintropia a lei que rege o aumento de matéria e energia de um sistema.

Mesmo a partir de processos entrópicos, como a combustão que ocorre no centro do sol para que ele continue a nos enviar calor, a vida no planeta Terra se torna um elemento que utiliza os processos entrópicos para alcançar resultados positivos de energia e matéria, ou seja, na lei da sintropia a energia é absorvida e concentrada, aumentando a complexidade dos sistemas. De acordo com o autor, é a partir da recuperação da complexidade de um sistema que este se torna mais equilibrado e produtivo devido às múltiplas relações simbióticas provocadas pelo bom manejo dos agentes catalisadores de processos, como as formigas, os macacos e os seres humanos.

Para alcançar efeito ainda mais promissor na recuperação de uma área e na produção agrícola, é preciso utilizar espécies e consórcios mais eficientes para cada situação, sempre plantando em grande densidade e focando no manejo da entrada de luz no sistema, otimizando a produtividade (GREGIO, 2018). Nesse sentido, o futuro do meio agrícola é a complexificação a partir da mimetização das condições naturais de floresta.

O autor acrescenta que, a partir do uso de consórcios de espécies plantadas em alta densidade populacional, do uso da capina seletiva e da prática da poda é possível acelerar os

processos de recuperação dos ambientes naturais, sendo estratégias usadas pela própria natureza. Por meio da capina seletiva e da poda, há um aumento temporário na penetração da luz no sistema, uma maior quantidade de matéria orgânica no chão - que protege e enriquece o solo -, uma maior capacidade do solo de retenção de água e o rejuvenescimento do sistema, com saúde para todas as plantas.

Na AS, o espaço é otimizado tanto nas dimensões horizontais (comprimento e largura) quanto na dimensão vertical (diferentes alturas) e ao longo do tempo (diferentes consórcios para cada etapa sucessional). Tal configuração favorece ao máximo a fotossíntese ao mesmo tempo em que resolve o problema do combate às ervas espontâneas em áreas produtivas que, dentro desta configuração, não encontram oportunidades para germinar (GREGIO, 2018).

Götsch acredita que dentro de um ciclo respiratório de uma floresta, a cada 200 ou 300 anos a partir da formação de clareiras, existem três grupos de consórcios, os quais possuem características e comportamentos diferentes. Ele classifica estes consórcios como placenta (plantas de ciclo curto com até dois anos, que podem ser divididas em placenta I (iniciais), placenta II (médias) e placenta III (tardias)), secundárias (plantas de ciclo médio com até 80 anos) e clímax (plantas de ciclo longo com até 200 ou 300 anos), tendo ainda o grupo das transicionais, composto por espécies geralmente de estratos emergentes e ciclo muito longo (podem viver milhares de anos), que transitam por muitos ciclos de clareira (PASINI, 2017).

Para o autor, a complexidade dos SAFs possibilita a produção de alimentos por meio do processo da diversidade do sistema, onde a floresta e o ser humano se tornam, novamente, um conjunto de interações e processos, e esta aproximação, esquecida há muito tempo pela humanidade, possibilita o cumprimento da função de cada ser, resultando em aumento de recursos. Esta interação ultrapassa as UCs, já que todo modo de vivência agroflorestal é, segundo Götsch, uma Área de Inclusão Permanente (AIP).

Notadamente, de forma contrária à lógica industrial, a AS não é uma agricultura de insumos, mas sim de processos, a qual visa à autonomia do agricultor e que contribui para a diminuição de problemas socioambientais devido a não utilização de insumos químicos. Por meio da implantação e manejo de um SAF, os processos gerados, a partir do fluxo da vida, acrescentam material nutritivo no sistema e criam um efeito dominó, onde o aumento desse material gera mais vida e que, por conseguinte, gera mais acúmulo de material, chegando ao nível

em que o próprio sistema (com a participação do ser humano) consegue se autogerir novamente a partir de suas próprias funções.

A sucessão natural das espécies é, então, o pulso da vida, “o veículo em que a vida atravessa o espaço e o tempo” (GÖTSCH, p. 6, 1995), e é a partir desta sabedoria que podem ser desenvolvidas as técnicas e ferramentas para uma futura agricultura que não será mais símbolo de exploração e mineração. Ao favorecer os processos sucessionais, o agricultor permite que o sistema seja guiado pelo fluxo da vida, assim como ele mesmo, tendo como resultado abundância, gratidão e paz interior.

2.4 Agroecologia no semiárido

A história da agroecologia no semiárido vem composta por inovações tecnológicas, mobilização social e luta feminista, todos estes sendo extremamente importantes para a autonomia, manutenção e reprodução da agricultura familiar. Este tópico tem como objetivo principal dissertar sobre as experiências agroecológicas na região a fim de contribuir com o entendimento da importância destas experiências para o desenvolvimento rural sustentável nesta. Albiero *et al.* (2015) explicam que para dissertar sobre as experiências agroecológicas do semiárido é necessário, primeiro, analisar aspectos da agricultura convencional, usada há séculos na região.

No semiárido existem dois setores: a agricultura de sequeiro e a agricultura irrigada. Por ser uma região seca, a maior parte da população sobrevive da agricultura de sequeiro, na qual o sucesso das culturas implantadas depende da regularidade e quantidade de chuva. Já a agricultura irrigada diz respeito às áreas com infraestrutura de irrigação que disponibiliza água para os pequenos, médios e grandes produtores, em quantidades e tempo adequado para cada cultura agrícola, acabando com o problema da sazonalidade das chuvas e das secas, segundo os autores.

Acrescentam que o problema da agricultura irrigada está na relação entre a estrutura física, a obtenção de uma base de financiamento subsidiado de forma permanente e o modelo institucional de relações entre as partes interessadas. Já a agricultura de sequeiro, além de exigir uma tecnologia própria de aproveitamento do solo, de experimentação com sementes e de adaptação à sazonalidade climática da região, também só tem viabilidade econômica a partir do avanço da industrialização rural.

Segundo os autores, o Brasil possui cerca de 60 milhões de hectares de cultivo, sendo que 3,6 milhões destes são irrigados, enquanto no semiárido existem 18 milhões de hectares agricultáveis, onde 500 mil hectares são irrigados. A agricultura no semiárido deve ser direcionada para culturas que se adaptem às condições de seca da região, além daquelas que possuam valor agregado suficiente para compensar um sistema de irrigação.

Os autores apresentam um panorama geral da agricultura do semiárido, alocando as principais culturas da região (desconsiderando aquelas com participação na produção nacional menor que 2,5% e aquelas que são produzidas endemicamente, sem representatividade do ponto de vista econômico), disponíveis no Quadro 2 (ALBIERO *et al.*, 2015):

Quadro 2 – Principais culturas agrícolas da região semiárida e suas porcentagens na produção nacional, sejam elas temporárias ou permanentes, bem como em sistema de sequeiro ou de irrigação.

X	Culturas Temporárias	Produção Nacional	Culturas Permanentes	Produção Nacional
Sistema de Irrigação	Cebola (<i>Allium cepa</i> L.)	24%	Algodão (<i>Gossypium hirsutum</i> L.)	20%
	Abacaxi (<i>Ananas comosus</i> (L.) Merrill)	40%	Cacau (<i>Theobroma cacao</i> L.), Caju (<i>Anacardium occidentale</i> L.), Coco (<i>Cocos nucifera</i> L.), Goiaba (<i>Psidium guajava</i> L.), Mamão (<i>Carica papaya</i> L.), Manga (<i>Mangifera indica</i> L.), Maracujá (<i>Passiflora edulis</i> Sims) e Sisal (<i>Agave sisalana</i> Perrine)	45%
	Feijão-comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)		Uva (<i>Vitis vinifera</i> L.)	20%
			Banana (<i>Musa</i> sp L.)	36%
Sistema de Sequeiro	Arroz (<i>Oryza sativa</i> L.)	9,0%		
	Milho (<i>Zea mays</i> L.)	8,4%		
	Soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merr.)	7,7%		

X	Culturas Temporárias	Produção Nacional	Culturas Permanentes	Produção Nacional
	Feijão-comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)			
	Mamona (<i>Ricinus communis</i> L.)	>90%		
	Mandioca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	37%		

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Para que tais produções possam alcançar maiores níveis de sustentabilidade, se faz essencial o desenvolvimento de tecnologias e processos que atendam às demandas da região, como novas máquinas agrícolas ou adaptações das que já existem, a fim de focar na produção de fruticultura na agricultura familiar (ALBIERO *et al.*, 2015). Para os autores, tecnologias apropriadas devem ser desenvolvidas também para a produção, irrigada ou não, de frutas e grãos nas grandes propriedades.

Os autores alertam que, devido às especificidades da região, e diante de um paradigma de Convivência com o Semiárido, a mecanização agrícola deve sempre medir esforços para desenvolver novas máquinas ou adaptar as já existentes para esta realidade vulnerável, adequando a utilização destes equipamentos nesse ambiente que já é vulnerável e suscetível à degradação do solo e à desertificação. No contexto da engenharia de projetos de máquinas agrícolas, um grande desafio é a adequação das metodologias de engenharia com as necessidades e particularidades das metodologias participativas necessárias ao semiárido.

O modelo linear de transferência de tecnologia na região - onde a pesquisa gera conhecimento, a extensão transfere e o agricultor adota -, não tem dado certo devido à pouca apropriação por parte dos agricultores. Os autores informam que esta linearidade é descaracterizada tanto por questões culturais (tradições), quanto por questões sociais (condições econômicas e educacionais) e ambientais (restrições e vulnerabilidades).

Além de pensar nas tecnologias para a produção agrícola sustentável, é imprescindível pensar na força de trabalho motriz advinda dos agricultores da região, e em como adaptar tais tecnologias para a realidade destes sujeitos. De 2,27 milhões de propriedades agrícolas na região semiárida, 2,18 milhões pertencem à agricultura familiar, de onde 600 mil

cultivam culturas permanentes e 1,64 milhões culturas temporárias, com trabalho familiar de 5,37 milhões de homens e 2,32 milhões de mulheres (ALBIERO *et al.*, 2015).

Segundo os autores, é necessário conhecer em profundidade as relações estabelecidas entre os principais agentes locais e mediadores, seus limites e potencialidades. É preciso compreender que as soluções para a região devem partir de experiências concretas no âmbito familiar, e esta participação somente se concretiza quando as comunidades atuam de forma experimental e criativa com os elementos que estas têm ao seu alcance e com os recursos já disponível.

Para que a transição agroecológica se consolide no semiárido, deve haver, segundo os autores, o resgate, valorização e reconhecimento dos saberes dos povos tradicionais locais, além do diálogo destes com os conhecimentos técnico-científicos, criando caminhos para a formação técnica em novas bases agroecológicas.

Nesse sentido, novas propostas de soluções são desenvolvidas. Por exemplo, é sabido que uma questão importante para o semiárido é a conservação do solo em sistemas agrícolas e pecuários, pois a pressão socioeconômica da região, aliada à exploração inadequada, provoca altos níveis de degradação das áreas agricultáveis. O Sistema Integração Lavoura Pecuária (SILP) surge como uma alternativa de sustentabilidade do uso agrícola, tendo como premissas básicas a cobertura do solo durante todo o ano e a rotação de culturas, sendo uma opção para aumento da produção de grãos e recuperação de áreas degradadas.

Dentro do SILP, de acordo com os autores, se destaca o método de consórcio de culturas, muito utilizada pelos agricultores familiares no semiárido, pois auxilia na otimização das áreas limitadas e que dispõem do uso de insumos internos e mão-de-obra familiar, além de permitir diversificação alimentar e aumento da rentabilidade por unidade de área cultivada. O SILP é uma das principais estratégias para a produção agropecuária sustentável no semiárido, buscando uma produção de alimentos, fibras e energia renovável que não impacte de forma tão profunda e agressiva os biomas, priorizando a conservação e a otimização do uso da terra e do lucro ao produtor rural (ALBIERO *et al.*, 2015).

O principal desafio é tornar a pequena propriedade agroecológica economicamente viável, o que está muito relacionado às tecnologias utilizadas. De acordo com os autores, ao elevar o grau tecnológico de um assentamento, por exemplo, as famílias residentes poderão produzir para fins de subsistência e gerar excedentes para a sociedade, garantindo renda tanto

para reinvestimento em máquinas e sistemas de produção quanto para melhorar a qualidade de vida da população.

Dentro da agricultura familiar, a mecanização agrícola deve buscar tecnologias de baixo custo e acessíveis aos pequenos produtores, como a tração animal e os microtratores, pois são tecnológicas adaptadas tanto à agricultura familiar quanto ao semiárido, sendo premissas básicas para o desenvolvimento sustentável da região (ALBIERO *et al.*, 2015). Relatam que os microtratores são ideais para pequenas áreas, pois possuem baixo custo de aquisição e manutenção, baixa potência, baixa força de tração e proporciona menor esforço físico para o agricultor, bem como minimiza o problema da falta de mão-de-obra.

Devido à falta de tecnologias apropriadas para a realidade dos pequenos produtores, as propriedades agroecológicas encontram diversas dificuldades para atingir níveis de produção que as coloquem em uma situação economicamente viável e sustentável. Dessa forma, os produtores podem acabar adotando técnicas e manejos incorretos que levam à degradação do solo, à baixa produtividade e à descapitalização do produtor (ALBIERO *et al.*, 2015). Segundo os autores, o semiárido já possui limitantes físicos como solos rasos que favorecem o pouco armazenamento de água e favorece a erosão do solo, sendo extremamente necessário o uso de práticas agrícolas que conservem o solo e o manejo adequado dos recursos naturais.

Para construir possíveis alternativas de acesso às tecnologias que tenham como princípios a conservação do solo e da biodiversidade, bem como a melhoria das condições de trabalho familiar, é essencial discutir sobre máquinas agrícolas voltadas para este tipo de produção. Os autores fazem compilado de experiências e propostas de máquinas agrícolas agroecológicas para a utilização na agricultura familiar.

O processo de semeadura é um exemplo de técnica agrícola que torna as operações mais eficientes e pode possibilitar o aumento da utilização e produção da terra para a agricultura familiar convencional. Segundo Albiero *et al.* (2015), estas semeadoras se adequam aos princípios agroecológicos, principalmente por possuírem mecanismos que garantem a uniformidade de distribuição, o baixo custo e o correto manejo do solo, assegurando sua conservação.

É importante mencionar, também, projetos inovadores de colhedoras agroecológicas, pois a colheita é a última atividade realizada dentro do processo produtivo de uma cultura, e deve ser bem planejada para evitar perdas da produção. De acordo com os autores, a colheita pode ser

feita de forma manual, mecanizada ou semi-mecanizada, e os exemplos dados por Albiero *et al.* (2015) são de colhedoras de pequeno porte e máquinas estacionárias, como trilhadoras e batedoras, sendo estas utilizadas na colheita mecanizada e semimecanizada, além de atenderem às necessidades dos pequenos produtores rurais em suas propriedades agroecológicas.

Para além disso, os autores descrevem a conceituação preliminar de uma máquina de preparo do solo para plantio direto, onde todos os sistemas serão operados por comandos hidráulicos. Descrevem, ainda, a conceituação preliminar da máquina coletora de castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.) e castanha/pedúnculo de caju. Outro tipo de colhedora exposta pelos autores é a colhedora de cajá (*Spondias mombin* L.).

O cajá (*Spondias mombin* L.), da família Anacardiaceae, é uma das seis espécies do gênero *Spondias* (existem 18) encontradas no Nordeste, bem como o umbu-cajá ou cajarana (*Spondias dulcis* Parkinson), o umbú (*Spondias tuberosa* Arruda) e a seriguela (*Spondias purpurea* L.), que são árvores frutíferas tropicais em domesticação e exploradas pelo seu valor comercial. Segundo os autores, estas culturas possuem significativo potencial para a agricultura familiar no semiárido por serem adaptáveis às condições climáticas adversas, sendo uma boa estratégia para o desenvolvimento rural sustentável da região.

Com base em uma construção coletiva, as tecnologias sociais também podem vir a melhorar a qualidade de trabalho e vida das populações. Os autores explicam que um grupo da turma de Especialização em Extensão Agroecológica e Desenvolvimento Rural Sustentável, durante a disciplina de máquinas agroecológicas, buscaram garantir a construção de uma matriz morfológica que contemplasse os anseios e necessidades dos agricultores familiares, conceituando, assim, a roçadora simples para a cultura do milho (*Zea mays* L.).

A construção desta máquina tem como objetivo amenizar as dificuldades do trabalho braçal, melhorando a eficiência da roçagem aliado a um processo de adubação verde que será desencadeado quando a roçadora percorrer o centro das fileiras das plantas, removendo os restos vegetais para as laterais próximas ao tronco das plantas (ALBIERO *et al.*, 2015). Ademais, descrevem a conceituação preliminar de uma roçadora automotriz de plantas herbáceas.

O uso de máquinas e implementos agrícolas voltados para o preparo do solo, do roçado e da cobertura do solo (gerando retenção de umidade neste e diminuição da temperatura) é essencial para o manejo do solo e para a otimização do tempo dos agricultores familiares, permitindo que estes se ocupem de outras atividades. Albiero *et al.* (2015) trazem este compilado

de inovações tecnológicas agrícolas e dão espaço e voz para tecnologias que visam melhorar a eficiência de sistemas produtivos agroecológicos de agricultores familiares do semiárido, a fim de conectar a qualidade de vida do ser humano e o equilíbrio ecológico.

Para Diniz e De Lima (2017), a noção de convivência com o semiárido orienta processos emancipatórios e autônomos que expandem as capacidades criativas da população da região, na busca por otimizar os recursos existentes, recuperar os conhecimentos tradicionais e os colocar a serviço da população. A partir de tais conhecimentos, é possível experimentar e construir tecnologias alternativas apropriadas às condições específicas dos locais, buscando o desenvolvimento sustentável na região semiárida a partir da proposta agroecológica.

Os processos de mobilização social e ação coletiva no semiárido foram e são essenciais para a busca por uma convivência com a região, integrando as pessoas aos ambientes naturais a partir da construção de noções de sustentabilidade e agroecologia (DINIZ; DE LIMA, 2017). A convivência com o semiárido é uma ideia política mobilizadora que agrega diferentes atores sociais na busca por melhores condições de vida na região, e a construção de cisternas rurais foi um grande e importante programa conferido por tal mobilização.

O retorno do Brasil ao regime democrático foi o impulsionador do início de um ciclo de práticas e políticas de desenvolvimento regional alternativas pautadas na sustentabilidade, na convivência com o meio ambiente natural e na valorização das populações tradicionais e locais dentro do planejamento e gestão dos recursos naturais a partir de experiências agroecológicas (DINIZ; DE LIMA, 2017). De acordo com os autores, mediante medidas eficazes de políticas agrária e agrícola, tecnologias agroecológicas, gestão democrática e descentralizada dos recursos hídricos e de domínio público, o povo sertanejo, criando uma identidade coletiva, busca transformar a realidade estrutural e secular da região, responsável por perpetuar a miséria no meio rural.

Para os autores, em razão das secas constantes na região, a falta de água criava e ainda cria uma certa dominação de classes, onde os grupos políticos do sertão utilizam de estratégias chamadas de assistencialismo e clientelismo para obter o controle da população. Nesse contexto surge a ação coletiva no semiárido, que passa a questionar ativamente a intervenção pública para lidar com a seca, possibilitando a criação de novas pontes dialéticas entre o Estado e a sociedade civil e novas lógicas de análise da realidade a partir da noção de convivência com a seca.

A mobilização social no semiárido se consolidou a partir do nascimento do Programa de Formação e Mobilização para a Convivência com o Semiárido, em 1999, ano de realização da Terceira Conferência das Partes da Convenção de Combate à Desertificação e à Seca, organizada pela Organização das Nações Unidas (ONU), no Brasil (DINIZ; DE LIMA, 2017). No mesmo período surge a Articulação Semiárido Brasileiro (ASA-Brasil), uma articulação política da sociedade civil para transformar a realidade da região, a qual vem trabalhando com experiências agroecológicas e que tem como base fundadora a Declaração do Semiárido.

A Declaração do Semiárido recomendava uma série de medidas políticas que deveriam ser adotadas para a eficiência do plano de convivência com o semiárido, tais como a conservação, o uso sustentável e a recomposição dos recursos naturais, assim como a quebra do monopólio de acesso à terra, à água e aos outros meios de produção. De acordo com os autores, de forma geral, tal compreensão de convivência se aproxima dos ideais da agroecologia e contribui com outras propostas de construção de tecnologias sociais em todo o semiárido.

A ASA, em 2003, implantou o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), o qual possuía o objetivo principal de beneficiar aproximadamente cinco milhões de pessoas em toda a região semiárida com água potável para beber e para cozinhar através da construção de cisternas de placas (CAMPELO, 2014). De acordo com o autor, atualmente, a ASA conta com mais sete tecnologias sociais por meio do Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2), desenvolvido com o objetivo de assistir os processos participativos de desenvolvimento rural no semiárido e promover a soberania e segurança alimentar e nutricional, além de gerar emprego e renda às famílias agricultoras por meio do acesso e manejo sustentável da terra e da água (FERREIRA, 2016). São estes: cisterna-calçadão; cisterna-enxurrada; barragem subterrânea; barreiro trincheira; barraginha; tanque de pedra; e bomba d'água popular (CAMPELO, 2014).

Para além destas contribuições, Macalini (2017) traz em sua publicação diversas experiências de extensão, pesquisa-ação, mobilização social e organização socioprodutiva da transição agroecológica no semiárido dentro de diferentes contextos e perspectivas. A Caravana Agroecológica do Semiárido Baiano, por exemplo, visa compreender os aspectos sócio-históricos vivenciados por comunidades tradicionais, associações de pescadores e trabalhadores do campo para identificar as transformações socioeconômicas e ambientais na região.

A resistência popular das comunidades e a necessidade de socialização das denúncias e conflitos, além da realização de intercâmbios e trocas de experiências agroecológicas, são

alternativas aos processos de desenvolvimento em curso na região. A Construção do Conhecimento Agroecológico aponta para a consolidação da agroecologia enquanto ciência, movimento e prática social, na busca por alternativas metodológicas que confrontem os modelos convencionais da realidade rural mediante novas perspectivas para a agricultura, mediadas por processos dialéticos entre os saberes técnicos-acadêmicos e o conhecimento popular (MACALINI, 2017).

Outro ponto crucial para o entendimento do desenvolvimento da agroecologia no semiárido é descrito por Bianchini *et al.* (2018), que apresenta o Núcleo de Agroecologia do Semiárido, instituído na Embrapa Semiárido, em Petrolina/PE, em 2014. Foram aprovados 10 Núcleos de Agroecologia em unidades da Embrapa, sendo cinco localizados em unidades no Nordeste (Embrapa Algodão, Embrapa Cocais, Embrapa Meio Noite, Embrapa Semiárido e Embrapa Tabuleiros Costeiros).

A Associação Comunitária Mantenedora da Escola Família Agrícola de Sobradinho (AMEFAS), a Escola Família Agrícola de Sobradinho-BA (EFAS), o Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada (IRPAA), o Centro de Habilitação e Apoio ao Pequeno Agricultor do Araripe (CHAPADA), os Serviços de Assessoria a Organizações Populares Rurais (SASOP), o Núcleo de Pesquisa e Estudos Sertão Agroecológico (NUPESA) da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) e o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão de Pernambuco (IFSertão/PE) são parceiros diretos do Núcleo de Agroecologia do Semiárido, bem como a Rede Territorial de Agroecologia Sertão do São Francisco e a Rede Nordeste de Núcleos de Agroecologia (RENDA) (BIANCHINI *et al.*, 2018).

De acordo com os autores, o principal objetivo do Núcleo é mobilizar equipes interdisciplinares, bem como articular parcerias com universidade, instituições de ATER e agricultores/as familiares visando a promoção de ações de intercâmbio e construção do conhecimento agroecológico com enfoque territorial, além de realizar pesquisas participativas e transferência de conhecimentos e tecnologias.

O Núcleo atua nos territórios Sertão do São Francisco Baiano e Pernambucano, onde há influência da Região Integrada de Desenvolvimento (RIDE) Petrolina/PE-Juazeiro/BA, região onde há contraste entre a agricultura irrigada e a agricultura de sequeiro e onde é palco para diversas experiências consolidadas de Convivência com o Semiárido (BIANCHINI *et al.*, 2018). Assim, o Núcleo busca construir ações em torno do conhecimento agroecológico com foco nos

jovens filhos e filhas de agricultores/as familiares estudantes da EFAS, integradas com agentes de ATER das organizações IRPAA, CHAPADA e SASOP, o Sertão Agroecológico e o IFSertão/PE.

Estas ações, segundo os autores, têm como foco a agrobiodiversidade, componente chave para a sustentabilidade dos agroecossistemas familiares, e nos produtos da sociobiodiversidade, principalmente o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* L.) e o maracujá da caatinga, ou maracujá do mato (*Passiflora cincinnata* Mast.). Nesse sentido, o Núcleo desenvolve ações com SAFs e redesenho de agroecossistemas aplicando os fundamentos da Agroecologia para alcançar a Convivência com o Semiárido.

Bianchini *et al.* (2018) apresentam um resumo das ações iniciais do Núcleo, realizadas no período entre 2015 e 2017, integrando pesquisa, ensino, ATER e os agricultores/as, reafirmando os benefícios e desafios do trabalho em rede e de uma postura institucional fundamentada no diálogo e na co-construção. Em síntese, estas ações serão apresentadas a seguir no Quadro 3:

Quadro 3 – Resumo das ações iniciais do Núcleo de Agroecologia do Semiárido.

Ação	Resumo
Implantação de espaço didático-pedagógico de manejo e conservação da agrobiodiversidade e produtos da sociobiodiversidade na EFAS	Implantação de quintal agroflorestal com plantas forrageiras, frutíferas e hortaliças. Kit de irrigação para gestão eficiente da água captada da chuva. Implantação de uma área de fruticultura de sequeiro (umbu (<i>Spondias tuberosa</i> L.), macarujá da caatinga (<i>Passiflora cincinnata</i> Mast.), culturas agrícolas e forrageiras).
Diagnóstico participativo da agrobiodiversidade da comunidade Picarrão, localizada em Sento Sé/BA	Participação ativa de pesquisadores, técnicos, monitores e estudantes da EFAS visando realizar o diagnóstico e capacitação com relação às ferramentas participativas utilizadas, que foram o Mapa da História dos Animais e Plantas, a Lista das Plantas e dos Animais e o Caminho das Sementes, Raças e Produtos.
I Feira da Agrobiodiversidade do Semiárido	Feira de troca de sementes, realizada dentro do SemiáridoShow, em 2015, na qual participaram 24 guardiões assessorados pelas organizações de ATER parceiras.
Seminário Acadêmico Agrobiodiversidade do Nordeste –	Ocorreu durante o SemiáridoShow (2015), com quatro painéis: Marco Legal sobre Agrobiodiversidade; Políticas Públicas para

Ação	Resumo
Estratégias de apoio às ações locais e as políticas públicas junto à agricultura familiar	sementes crioulas; Pesquisas participativas com agrobiodiversidade; e Conservação e uso de recursos genéticos animais no Nordeste.
Curso de formação em Conservação e Manejo da Agrobiodiversidade	Realizado no Espaço Plural da UNIVASF em Juazeiro/BA dando sequência à realização da I Feira da Agrobiodiversidade e ao Seminário Agrobiodiversidade do Nordeste, durante o SemiáridoShow, em 2015.
I Caravana da Agrobiodiversidade do Semiárido	Realizada em 2016, a Caravana visitou diversas experiências, como: com Bancos de Sementes Crioulas e Sistemas Agroflorestais no Sertão do Pajeú/PE; com agricultores assessorados pelas organizações Centro Sabiá, Casa da Mulher do Nordeste (CMN) e ADESSU Baixa Verde (Associação de Desenvolvimento Rural Sustentável da Serra da Baixa Verde); e experiências da Rede de Sementes da Paraíba nos territórios Pólo da Borborema e Cariri Oriental/PB.
Elaboração coletiva de projetos de pesquisa e de transferência de tecnologia, intercâmbio e construção do conhecimento (TTICC)	Entre 2015 e 2016 foram elaborados, coletivamente, três projetos (um de pesquisa e dois de TTICC). Estes foram elaborados a partir da construção de uma matriz lógica para o projeto, com a definição conjunta (agricultores/as, organizações, pesquisa, ensino, estudantes, bolsistas etc.) dos objetivos.
Oficina de Concertação de Pernambuco/Plano de Inovação da Agricultura Familiar	Realizada em 2017, em parceria com o Governo do Estado de Pernambuco e o Conselho de Desenvolvimento Rural Sustentável de Pernambuco (CDRS/PE), com o apoio da ASA/PE e da Rede ATER Nordeste para elaborar o Plano de Inovação da Agricultura Familiar de Pernambuco.

Fonte: Adaptado de Bianchini *et al.* (2018).

É imprescindível, também, relatar sobre as experiências que estão acontecendo com as mulheres agricultoras da região semiárida, uma vez que este é um movimento crescente e faz parte do diálogo entre a agroecologia e o movimento feminista (MACALINI, 2017). A agroecologia no semiárido pode funcionar como ferramenta de emancipação das mulheres e de suas unidades familiares, auxiliando para que o gênero feminino em especial possa se livrar das amarras da subordinação social e construir novas realidades de desenvolvimento rural.

De acordo com Ferreira (2016), nas últimas três décadas a Agroecologia tem demonstrado o potencial de dar espaço e visibilidade para que as mulheres agricultoras busquem enfrentar condições de vulnerabilidade social, política e econômica, e conquistem mais poder nas esferas pessoal, produtiva, familiar e política. Embora este trabalho agroecológico não seja suficiente para extinguir a desvalorização e a invisibilidade do trabalho produtivo e da função social das mulheres, ele dialoga com o feminismo na busca pelo fim da subordinação da mulher na sociedade.

Logo, alguns desafios políticos e científicos enfrentados pelas mulheres no meio rural são atenuados pelo diálogo entre a agroecologia e o feminismo, diálogo este que cresce a cada ano. De acordo com a autora, A Casa da Mulher do Nordeste (CMN) e o Centro Sabiá, no Sertão do Pajeú, Pernambuco, são organizações referências de agroecologia no Brasil que buscam integrar as mulheres rurais nos processos de desenvolvimento sustentável da região.

O Sertão do Pajeú é território de grandes lutas dos movimentos sociais devido à historicidade de negligência por parte dos governos estadual e federal diante das necessidades dos agricultores e agricultoras familiares. O território é constituído por 20 municípios e está totalmente inserido na região semiárida, sendo essencial a construção de reservatórios para captar e armazenar a água da chuva ou de outros reservatórios naturais, visando garantir a segurança hídrica no período de estiagem.

Acrescenta a autora que no Sertão do Pajeú as mulheres agricultoras são as protagonistas da produção familiar, trabalhando tanto com atividades agrícolas quanto não agrícolas (como artesanato, beneficiamento de frutas, verduras e pescados). Como a maioria das mulheres rurais, as agricultoras do Pajeú são, em geral, responsáveis pelos trabalhos de manutenção da casa, cuidado com as crianças, pessoas doentes e idosos, o que, inclusive, caracteriza a casa dessas mulheres (incluindo o quintal e a criação de pequenos animais) como um espaço essencialmente feminino.

Se havia uma divisão de atividades produtivas (masculinas) e atividades reprodutivas (femininas), as agricultoras do Pajeú as mesclam durante suas vidas pois, além de preparar o dia para os membros da sua família e organizar os afazeres do dia seguinte, a mulher tem um papel fundamental na garantia da segurança alimentar da família (FERREIRA, 2016). Segundo a autora, além de estar à frente das atividades de hortas, elas se juntam aos homens nas atividades

de roça, bem como executam o manejo dos recursos naturais local e auxiliam na conservação da biodiversidade, como com a produção e troca de sementes e mudas com suas vizinhas.

Ademais, no semiárido a mulher também é responsável pela segurança hídrica da família. É sobre as mulheres agricultoras no semiárido que recai as responsabilidades de manejo, controle e distribuição de água para a família e para a produção agrícola e pecuária, além de sofrerem uma série de restrições socialmente impostas de estudos, trabalho fora de casa, atividades em casa, alimentação, lazer e liberdade, tornando-as mais vulneráveis a sofrerem violência física, psicológica e patrimonial em suas próprias casas.

O contato inicial das agricultoras do Pajeú com o Centro Sabiá se deu por meio de questões produtivas a partir da perspectiva de transição agroecológica no semiárido, onde estas aprenderam a trabalhar mediante os princípios agroecológicos. Já a CMN, segundo a autora, entrou na vida das agricultoras do Pajeú a partir da realização de capacitações em gênero e formação de mulheres em posições de liderança, com discussões sobre a divisão sexual do trabalho e oficinas de produção agroecológica.

As mulheres agricultoras do Pajeú, segundo Ferreira (2016), se viam diante de uma acomodação na forma de viver, e com o trabalho com a CMN, elas saem dessa acomodação, se juntam com outras mulheres, compartilham de perspectivas e limitações, participam de ações colaborativas e ajudam outras mulheres, além de aprenderem juntas como melhorar a agricultura local.

A primeira grande mudança proporcionada pela CMN e pelo Centro Sabiá à agricultura familiar do Pajeú está relacionada ao fortalecimento da organização social regional, refletindo na formação e no revigoramento das associações e cooperativas, dando potência aos aspectos produtivos (FERREIRA, 2016). A autora ressalta as duas organizações, que por meio de seus programas de formação, reforçam a importância das associações e cooperativas, bem como os conceitos sobre políticas públicas, identificando quais podem ser úteis à agricultura familiar.

As organizações trabalham temas relacionados à organização de feiras agroecológicas e de grupos de jovens, além de investirem no intercâmbio de experiências agroecológicas dentro e fora das comunidades, incentivando a participação e engajamento da população em espaços públicos como o Sindicato dos Trabalhadores Rurais e os Conselhos municipais e estaduais, assim como buscam constituir grupos para produção de hortas e pomares.

Tanto o Centro Sabiá quanto a CMN fazem parte da Articulação Nacional de Agroecologia (ANA) e possuem a mesma visão sobre a convivência com o semiárido. Segundo a autora, estes grupos trabalham junto à agricultura familiar buscando fortalecer os estoques de água para diversos usos, inclusive produtivo, a fim de aumentar e diversificar a produção de alimentos e o seu armazenamento para a família e para os animais, além da estocagem de sementes para os próximos plantios.

A autora afirma que tais organizações trabalham junto às famílias agricultoras aspectos técnicos como praticar agricultura sem o uso de insumos químicos, a prática da poda para sistemas produtivos mais complexos, bem como a importância de não queimar o pasto e alternativas para tal processo.

Além disso, o incentivo à cooperação de base agroecológica entre os sujeitos sociais no semiárido tem proporcionado grandes experiências com êxito que permitem o avanço coletivo no processo de transição agroecológica. A autora entende que quando os sujeitos partilham de problemas e vulnerabilidades em comum, surge uma identidade coletiva que facilita o sentimento de conexão entre as diferenças e respeito pelas mesmas.

Tanto as organizações agroecológicas quanto as feministas vêm trabalhando para permitir uma maior visibilidade do trabalho das mulheres no meio rural e para superar as desigualdades de gênero que criam tantas formas de violência no campo. A agroecologia, segundo a autora, abre portas para que as mulheres agricultoras enfrentem sua condição de vulnerabilidade e conquistem mais poder dentro das múltiplas esferas da vida, conquistando demandas essenciais para a justa qualidade de vida.

Em síntese, segundo a autora, a agroecologia alterou a matriz produtiva das terras das mulheres agricultoras do Pajeú, modificando o manejo e aumentando a biodiversidade local, enquanto o feminismo contribuiu para o fortalecimento, individual e coletivo, destas mulheres, buscando aprofundar o questionamento em relação às desigualdades de gênero. Ao associar as duas metodologias, as mulheres alcançaram maior autonomia, e logo acessaram o mercado com seus produtos - seja em feiras locais ou em mercados institucionais, demonstrando que a agroecologia vem ampliando a percepção e perspectiva política do feminismo.

Diante do exposto, fica nítido que a agroecologia tem trazido inúmeros benefícios ambientais, sociais e econômicos para a região semiárida, sendo essencial para o desenvolvimento sustentável desta. Novas políticas públicas devem ser desenvolvidas no sentido

de aumentar e aprimorar estas experiências na região, bem como novas metodologias e tecnologias devem ser adaptadas para cada contexto local, acelerando os processos de emancipação social, política e econômica das famílias agricultoras, bem como de soberania alimentar e recuperação do potencial agrícola da região a partir de metodologias agroecológicas.

2.4.1 Sistemas Agroflorestais no semiárido

Além de identificar algumas experiências agroecológicas no semiárido, é de fundamental importância identificar, também, experiências agroflorestais na região, contribuindo com a formulação do modelo propositivo de SAFA para o semiárido cearense com base em implantações de êxito que já estão dando bons frutos. Muitas das experiências agroflorestais relatadas na presente pesquisa têm como alicerce instituições, sejam elas Governamentais ou Não-Governamentais, ressaltando o poder e importância dos grupos sociais e políticos e dos sistemas de cooperativismo dentro deste universo.

Os SAFs surgiram no Nordeste do Brasil em projetos vinculados a ONGs e instituições ligadas à Igreja Católica (FARIAS; MESQUITA; FERNANDES, 2018), como as Comunidades Eclesiais de Base (CEB). A Embrapa Caprinos e Ovinos, também, desde a década de 1990 tem desenvolvido modelos de SAFs para o semiárido, buscando integrar o manejo pastoril e a manipulação da vegetação lenhosa, juntamente com o enriquecimento do estrato forrageiro. Além destes, a Embrapa atua também buscando a racionalização da extração madeireira local por meio do corte seletivo, do manejo da rebrota e da aceleração do ciclo de produção da madeira.

Os autores relatam que, desde 2012, a Embrapa tem implementado ações de pesquisa e inovação visando o desenvolvimento sustentável do município de Sobral/CE, atuando em comunidades rurais cujas condições eram de vulnerabilidade ambiental, econômica e social. Uma destas comunidades foi o Sítio Areias que, por meio de uma abordagem sociotécnica construtiva, se configurou como tendo seus sistemas produtivos colapsados ambiental e socialmente, devido a utilização de técnicas não conservacionistas como o desmatamento e a queima da vegetação nativa. Ademais, os agricultores da comunidade direcionavam sua força de trabalho para o meio urbano, deixando a agricultura de lado.

Nesse sentido, Farias, Mesquita e Fernandes (2018) buscaram identificar e caracterizar o processo de transição agroecológica do Sítio Areias a partir da implantação de um

SAF na comunidade, visando construir conhecimentos agroecológicos para modificar as práticas tradicionais de uso dos recursos naturais e estabelecer uma nova compreensão do papel dos agricultores como modificadores dos sistemas locais. A comunidade Sítio Areias é constituída por 76 famílias e a implantação do SAF foi feita com a participação dos agricultores familiares em reuniões de planejamento e tendo como base os diagnósticos realizados na comunidade, que demonstravam o mal uso dos recursos naturais da área.

O estudo foi realizado entre os anos de 2013 e 2015 e o SAF implantado na área – dividida em duas seções para organizar o arranjo do componente arbóreo - foi um sistema agrossilvipastoril, composto por culturas agrícolas, Caatinga preservada e área de pastejo dos animais (FARIAS; MESQUITA; FERNANDES, 2018). Uma das áreas foi destinada para a produção de alimento para as famílias e os animais, bem como para a preservação de árvores nativas como componentes do sistema.

Segundo os autores, o estudo, de natureza quali-quantitativa e exploratória, utilizou de pesquisas bibliográficas, entrevistas semiestruturadas e caminhadas transversais para caracterizar o SAF quanto aos seus componentes presentes e sua natureza (silvicultural, pastoril e/ou agrícola), bem como seu arranjo, os bens e serviços gerados pelos componentes e as técnicas utilizadas na sua implantação. Nas entrevistas foram obtidas informações com relação à situação ambiental local, às características do agroecossistema, assim como as principais demandas da comunidade com relação aos produtos florestais e as relações entre o ser humano e a natureza, buscando compreender os aspectos socioeconômicos das famílias envolvidas.

Para compreender o processo de transição agroecológica, foram utilizadas duas abordagens de análise descritiva a partir da utilização dos critérios estruturais (arranjo espacial e temporal dos componentes do sistema), funcionais (bens e serviços prestados pelo SAF), ecológicos (características ambientais na escolha de práticas agroflorestais adequadas à implantação do sistema) e socioeconômicos (compreender a utilização de insumos, escala de manejo e objetivos econômicos) para análise do processo de implantação do SAF.

Os autores identificaram como demanda a construção de conhecimentos agroecológicos visando a preservação dos agroecossistemas locais e, a partir disto, foi realizada uma mediação entre técnicos e agricultores para conversar sobre agricultura sustentável para convivência com o semiárido. Além disso, o SAF foi redesenhado mediante uma estratégia de

transição agroecológica, sendo este redesenho um processo de experimentação participativa com os agricultores, com a finalidade de estimular mudanças na forma de praticar agricultura.

As espécies arbóreas foram escolhidas mediante a observação das características ecofisiológicas que compõem a vegetação local, sendo cada planta importante e reconhecida pelos agricultores para o enriquecimento do SAF. Foi constatado que 20,9% das árvores do sistema possui importância forrageira, podendo servir de fonte de alimento para rebanhos de pequenos ruminantes. As espécies de árvores que não possuíam importância forrageira foram deixadas no sistema para preservar a biodiversidade, por possuírem características medicinais ou por fornecerem madeira e proteção ao solo.

Identificou-se, durante o experimento, a necessidade de diversificar o sistema visando fortalecer a alimentação dos animais no período seco do ano. Assim, foram introduzidas cactáceas como o mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) – no espaço entre as leiras -, rico em água e em carboidratos não fibrosos como fonte de energia, e, como fonte de proteína, leguminosas como o jucá (*Caesalpinia férrea* var. *leiostachya*), nativo da caatinga, e a leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit.), exótica, estas paralelas às leiras, constituindo um arranjo estrutural em linhas (FARIAS; MESQUITA; FERNANDES, 2018).

De acordo com os autores, o SAF gerou bens e serviços como madeira, forragem, cultivos agrícolas, mata nativa preservada, produtos medicinais, sombreamento, floração, sementes de árvores nativas e frutos, todos estes reconhecidos e identificados pelos agricultores como indicadores de produtividade do sistema.

Para mais, manter as árvores no sistema foi de fundamental importância, pois as raízes das árvores funcionam na fixação e absorção de água do solo, e as folhas decedentes formam uma cobertura uniforme de serapilheira sobre o solo, pontos positivo para o sistema, segundo os agricultores. Outro ponto importante foi a disposição de gravetos picotados em cordões perpendiculares ao declive do terreno, auxiliando na prevenção da erosão, hídrica e eólica, diminuindo a lixiviação de nutrientes do solo.

Segundo os autores, a tomada de decisão de não queimar a vegetação favoreceu a preservação da fauna do solo, onde foi constatado o aparecimento de minhocas (*Pheretima hawayana*) como indicativo de fertilidade do solo devido à decomposição do material vegetal e a formação de húmus. O estabelecimento de consórcios entre as culturas agrícolas e as leiras evitou que novas áreas fossem desmatadas para plantios tradicionais, preservando o solo. Ao final do

período de colheita, os restolhos foram aproveitados como fonte de cobertura e reciclagem de nutrientes do solo, servindo como fonte de adubo orgânico e configurando sustentabilidade agrícola para o sistema.

Ademais, foi realizada uma análise dos custos para a implantação do SAF, identificando custos de materiais para cercamento, orçados de acordo com os valores do mercado de Sobral, e os custos de trabalho, obtidos a partir da contratação de mão de obra empregada para a implantação do sistema, com valor de diária padrão para o referido município (FARIAS; MESQUITA; FERNANDES, 2018). O custo total para manutenção da cerca (arame farpado, madeira e grampos) foi de R\$ 620,00 e o custo total da mão de obra foi de R\$ 508,00, totalizando R\$ 1.128,00 para implantação do SAF no Sítio Areias.

Em síntese, a alteração da estrutura das árvores tipo savana e sua distribuição aleatória no sistema forma um multiestrato de diferentes árvores e arbustos, configurando sub-bosques no sistema e, assim, ampliando a entrada de luz neste, contribuindo com a emergência de plantas herbáceas (FARIAS; MESQUITA; FERNANDES, 2018). Para os autores, esta disposição permite manter e, inclusive, ampliar a biodiversidade local, pois a disponibilidade de luz facilita o processo fotossintético das plantas em estratos inferiores.

Farias, Mesquita e Fernandes (2018) afirmam que esta configuração de multiestrato de árvores aproxima o sistema produtivo da estrutura e dinâmica do sistema natural. Sob essa perspectiva, a alteração do sistema natural para o SAF não exerce elevada pressão na dinâmica do sistema, permitindo um fluxo de nutrientes essenciais para a sustentabilidade do ecossistema.

Outra experiência de sucesso se deu a partir do Centro Sabiá e do Centro de Assessoria e Apoio aos Trabalhadores e Instituições Não Governamentais (Caatinga), com apoio do Fundo Nacional sobre Mudanças do Clima (FNMC), do Ministério do Meio Ambiente (MMA), os quais promoveram um estudo para identificar e sistematizar as características que tornam resilientes os sistemas socioecológicos das famílias de agricultores/as com quem trabalham (GONÇALVES; MEDEIROS; MATIAS, 2016). Foram selecionadas 15 famílias de agricultores/as que têm trabalhado com as duas organizações e que são provenientes de distintas regiões semiáridas de Pernambuco.

Estas famílias foram selecionadas devido às similaridades de seus sistemas de produção, principalmente pela presença de SAFs, assim como pelas medidas adotadas para conviver com a escassez hídrica na região. Para os autores, de forma empírica, era reconhecido

que estas famílias e seus sistemas produtivos eram mais resilientes e, assim, mais adaptados para um contexto de semiárido.

Os autores buscaram construir, de forma participativa, um questionário contendo várias perguntas abertas que buscavam caracterizar a resiliência dos sistemas e quais variáveis conferem ao sistema a possibilidade de conviver de forma mais harmônica com a região semiárida, contendo indicadores como: dimensão social, dimensão produtiva e ambiental (capacidade de estoque, insumos e agrobiodiversidade) e dimensão econômica.

O estudo também buscou caracterizar os benefícios ambientais promovidos pelos SAFs implantados pelas famílias, com foco na conservação da biodiversidade do bioma Caatinga e no potencial de produção de biomassa (GONÇALVES; MEDEIROS; MATIAS, 2016). A determinação destes parâmetros, segundo os autores, é fundamental para o desenho de sistemas com potencial mitigador dos efeitos adversos do clima, construindo modelos mais adaptados às incertezas climáticas.

Nesse sentido, os participantes da pesquisa foram instruídos a coletar informações relativas às características de cada sistema, buscando quantificar a promoção de benefícios ambientais. Diversas informações importantes para tal objetivo foram coletadas por meio de análises fitossociológicas, onde foram mensuradas todas as plantas arbóreas e arbustivas de cada sistema, além de altura total, nome comum e nome científico (GONÇALVES; MEDEIROS; MATIAS, 2016).

Estas informações contribuem para compreender a estrutura e dinâmica de funcionamento dos SAFs dos agricultores/as, criando bases para melhorar o manejo, a gestão ambiental da área e propor novos modelos que podem ser utilizados, inclusive, na recuperação de áreas degradadas de ambientes semelhantes aos estudados.

Dos Santos Silva *et al.* (2020) traz uma experiência que se deu no I Seminário para Formação no Uso de Cadernetas Agroecológicas (SEMEAR-FIDA), realizado na Universidade Federal Rural de Pernambuco, em 2019, no qual a agricultora agroecológica e atual presidente da Associação dos Agricultores, Extrativistas e Artesãos do Cariri Paraibano (CARIMBU), Nazaré Alves, realizou uma apresentação do seu quintal agroflorestal: um sistema agroflorestal agroecológico desenvolvido na sua comunidade que tem o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* L.) como principal componente arbóreo.

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* L.) possui diversas características favoráveis com relação ao seu uso, tendo tanto folhagens verdes com 18,7% e secas com 13,1% de proteína bruta, importante fonte de alimento para bovinos, caprinos e ovinos no semiárido, quanto abundância de frutas, produzindo 15.000 frutos ao ano por planta, além de armazenar água em suas raízes (DOS SANTOS SILVA *et al.*, 2020).

No SAFA da dona Nazaré, alguns dos produtos são beneficiados e comercializados, como é o caso da umbuzada, produção de licor e geleia de umbu, sucos de polpa e natural, além de frutas, todos vindos de uma diversidade alta de alimentos, livres de agrotóxicos e garantindo soberania e segurança alimentar e nutricional.

Segundo Dos Santos Silva *et al.* (2020), os quintais agroflorestais, predominantemente implementados e manejados por mulheres, são uma fonte segura de alimentos para as famílias e podem, também, ter seus produtos facilmente comercializados em feiras e mercados locais, além de incentivar políticas de fomento ao comércio local e regional. Nesse sentido, para os autores, a agroecologia surge no semiárido unindo o conhecimento científico e o conhecimento empírico, instigando a luta por consciência ambiental, transformação sociocultural e responsabilidade ética.

Outro estudo relevante foi o de Medeiros e Souza (2019), os quais amostraram duas áreas que fazem parte das ações de implantação de SAFs desenvolvidas pelas famílias de dois sítios: o Sítio Souto (Triunfo-PE) e o Sítio Lajinha (Serra Talhada-PE). Devido às secas que assolam a região Nordeste do Brasil desde 2012, estas famílias têm aperfeiçoado e adaptado suas técnicas de produção, buscando gerar renda por meio do manejo sustentável, além de possibilitar a recuperação dos solos e a manutenção dos recursos naturais locais.

No Sítio Souto, de acordo com a proprietária, a grande diversidade de frutas permite que estas sejam tanto consumidas pela família quanto vendidos seus excedentes em feiras agroecológicas, além de serem transformadas em subprodutos por meio de beneficiamento, como polpas de frutas, e vendidas em estabelecimentos comerciais, gerando renda extra para a família. Já no Sítio Lajinha, o proprietário também fornece alimentos para duas feiras agroecológicas em Serra Talhada/PE, além de, junto com os filhos, beneficiar alguns produtos e fazer doces e tapiocas para serem vendidos nestas feiras.

Medeiros e Souza (2019) atentam para o fato de que as ferramentas utilizadas nos trabalhos dos SAFs são ferramentas simples como foice, facão e enxada, sem a presença de

grandes maquinários. Ainda assim, os SAFs fornecem, em abundância, culturas agrícolas, frutas, forragem para os animais e espécies florestais que restauram o ecossistema natural, sendo considerados tanto base de subsistência alimentar para as famílias quanto geradores de renda, contribuindo para a sustentabilidade das propriedades.

Nesse sentido, os autores afirmam que a diversificação dos produtos proporciona uma maior segurança alimentar, renda e sustentabilidade ambiental para as famílias agricultoras. Um SAF bem planejado pode permitir colheitas a partir do primeiro ano de implantação, possibilitando ao agricultor obter renda a partir de culturas anuais de ciclo curto, enquanto aguarda o amadurecimento de espécies florestais e frutíferas de ciclo mais longo.

Mais uma experiência bem-sucedida foi compilada por Teles (2017), que disserta sobre o Projeto Agrofloresta no Sertão, cuja finalidade é construir e disseminar novas práticas agrícolas entre a juventude da Escola Família Agrícola (EFA) Mãe Jovina, em Ruy Barbosa – BA, contribuindo com o desenvolvimento rural familiar sustentável. O Projeto visa qualificar, fortalecer e expandir a formação agroecológica dos jovens da EFA Mãe Jovina por meio de atividades de formação teórica e da implantação de sistemas agroflorestais sucessionais biodiversos dentro da escola entre os anos de 2014 e 2017.

O desenho do SAF na EFA Mãe Jovina foi esquematizado com linhas de árvores em canteiros (a cada quatro ou cinco metros), consorciados com palma (*Opuntia* sp. Mill.), andu (*Cajanus cajan* (L.) Huth) e plantas rasteiras de ciclo curto, além de canteiros destinados à produção diversificada de alimentos e/ou forragem nas entrelinhas das árvores. Este é um esquema inicial da área, mas o autor afirma que as estratégias, desenhos e consórcios variam ao longo dos anos de trabalho.

Em 2016, segundo o autor, o desenho foi reelaborado de forma mais detalhada, buscando otimizar a ocupação dos espaços no solo e dos estratos florestais, minimizando as áreas não aproveitadas para o cultivo. Assim, o novo arranjo contribuiu para um melhor tratamento e organização do material orgânico gerado ou levado para a área, otimizando sua incorporação ao solo. Além disso, foi adotado um consórcio de espécies arbóreas de diferentes estratos e ciclos de vida, buscando otimizar a taxa fotossintética do sistema a partir de árvores diferentes ocupando os vários estratos (ou “andares”) da agrofloresta (TELES, 2017).

O redesenho do sistema foi de suma importância para a implantação de um sistema de irrigação por gotejamento na área, contribuindo para uma maior produção de alimentos e um uso

eficiente da água, prática fundamental no semiárido. Segundo Teles (2018), o uso de gotejadores reguláveis tem permitido uma irrigação diferenciada para cada elemento do sistema, variando de acordo com as necessidades específicas de cada um.

De acordo com Teles (2017), neste trabalho o material mais fino proveniente das podas tem sido utilizado na cobertura dos canteiros de árvores e de policultivo. Este material é mais leve e maleável e, portanto, permite uma melhor acomodação da matéria orgânica nos canteiros e a livre emergência de sementes. Na EFA Mãe Jovina, este material é triturado em um desintegrador, ficando ainda mais apto à cobertura dos canteiros. Os troncos e galhos grossos, segundo o autor, são serrados em peças de 35 a 40 cm e dispostos transversalmente ao longo das linhas entre os canteiros, que são os “caminhos”, cobrindo e protegendo o solo, evitando sua compactação devido ao pisoteio.

Teles (2018) buscou identificar espécies vegetais úteis, além de estratégias para o desenho, planejamento, implantação e manejo dos SAFs com base nas experiências realizadas na EFA Mãe Jovina, visando aumentar o nível de resiliência dos sistemas produtivos no semiárido frente às mudanças climáticas em curso na região. Foram estabelecidos e observados parâmetros técnicos para o desenho e planejamento dos SAFs, com base nas especificidades edafoclimáticas da região e nos princípios dos SAFs sucessionais biodiversos, sendo estes:

- a) o uso de espécies e variedades adaptadas (que tiveram bom desempenho em outras áreas da EFA ou são notadamente resistentes às condições do semiárido);
- b) o uso de espécies de diferentes estratos (baixo, médio, alto e emergente) e funções ecológicas (produção de biomassa, fixação de nitrogênio, atração de insetos polinizadores); e
- c) o uso de plantas com diferentes ciclos de vida e de produção (curto, médio e longo), tornando a produção diversificada e contínua.

Para Teles (2018), a escolha de espécies e variedades vegetais que são adaptadas às condições do semiárido foi fundamental para estabelecer um processo com êxito na recuperação do solo e da vegetação e na produção de alimentos na escola. O autor deu ênfase para todas as leguminosas, forrageiras e fixadoras de nitrogênio, pois estas demonstraram boa resiliência, crescimento vigoroso e satisfatória produção de biomassa, flores e frutos nos períodos pós-chuva.

Para o autor, o devido acompanhamento destas áreas, bem como o desenvolvimento de novos projetos com implantação e manejo de SAFs no semiárido brasileiro possibilitará uma

melhor avaliação destes sistemas com relação à sua eficiência no fortalecimento da resiliência dos sistemas produtivos frente às mudanças climáticas em curso nesta região e no mundo. A integração com práticas como irrigação por gotejamento, assim como integrar as produções agrícolas à criação de animais, é essencial para identificar e aprimorar as estratégias para aumentar o nível de resiliência dos sistemas e diminuir a vulnerabilidade às estiagens no semiárido (TELES, 2018).

Com base nos registros de Farias, Mesquita e Fernandes (2018), Dos Santos Silva *et al.* (2020), Medeiros e Souza (2019), Teles (2017) e Teles (2018), foi organizado o Quadro 4, com as principais culturas agrícolas plantadas na região semiárida:

Quadro 4 - Nome popular, em ordem alfabética, e nome científico das principais culturas plantadas em Sistemas Agroflorestais no semiárido nordestino do Brasil.

Nome Popular	Nome Científico	Nome Popular	Nome Científico	Nome Popular	Nome Científico
Abacaxi	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merrill	Abobrinha	<i>Cucurbita pepo</i> L.	Acerola	<i>Malpighia emarginata</i> DC.
Alface	<i>Lactuca sativa</i> L.	Algaroba	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Ameixa	<i>Ximenia americana</i> L.
Angico	<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan.	Aroeira	<i>Myracrodruon urundeuva</i> M. Allemão	Ateira	<i>Annona squamosa</i> L.
Banana-da-terra	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Batata	<i>Solanum tuberosum</i> L.	Cajá	<i>Spondias mombin</i> L.
Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Camaratuba	<i>Cratylia argentea</i> (Desv.) Kuntze	Cana	<i>Saccharum officinarum</i> L.
Capim santo	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf.	Caraibeira	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	Catingueira	<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis
Coco	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coentro	<i>Coriandrum sativum</i> L.	Erva-sal	<i>Atriplex nummularia</i> Lindl.
Feijão-comum	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Feijão-de-corda	<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	Feijão bravo	<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.

Nome Popular	Nome Científico	Nome Popular	Nome Científico	Nome Popular	Nome Científico
Gliricídia	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	Goiabeira	<i>Psidium guajava</i> L.	Graviola	<i>Annona muricata</i> L.
Guandu	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth	Hortelã	<i>Mentha spicata</i> L.	Imburana	<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C. Smith
Ingazeira	<i>Inga vera</i> Willd.	Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Juazeiro	<i>Zizyphus joazeiro</i> Mart.
Jurema preta	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Jucá	<i>Caesalpinia férrea</i> var. <i>leiostachya</i> Benth.	Laranja	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck
Leucena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De Wit.	Limão	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.f.	Mandioca	<i>Manihot esculenta</i> Crantz
Mamão	<i>Carica papaya</i> L.	Mandacaru	<i>Cereus jamacaru</i> DC.	Manga	<i>Mangifera indica</i> L.
Maniçoba	<i>Manihot maracasensis</i> Ule	Maracujá	<i>Passiflora edulis</i> Sims	Marmeleiro	<i>Croton sonderianus</i> Müll.Arg.
Mastruz	<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants.	Melancia	<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsum. & Nakai	Mexerica	<i>Citrus reticulata</i> Blanco
Milho	<i>Zea mays</i> L.	Mofumbo	<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Moringa	<i>Moringa oleifera</i> Lam.
Mororó	<i>Bauhinia forficata</i> Link	Noni	<i>Morinda citrifolia</i> L.	Oiticica	<i>Licania rigida</i> Benth.
Palma forrageira	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	Pau branco	<i>Auxemma oncocalyx</i> (Allemão) Taub.	Pau-mocó	<i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke
Pereiro	<i>Aspidosperma</i>	Quiabo	<i>Abelmoschus</i>	Romã	<i>Punica granatum</i>

Nome Popular	Nome Científico	Nome Popular	Nome Científico	Nome Popular	Nome Científico
	<i>pyrifolium</i> Mart. & Zucc.		<i>esculentus</i> (L.) Moench		L.
Sabiá	<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth.	Sabonete	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Seriguela	<i>Spondias purpurea</i> L.
Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	Umbu	<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	Xique-xique	<i>Pilocereus gounellei</i> F.A.C.Weber

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Diante do exposto, compreende-se que é possível manejar os recursos naturais da Caatinga de forma sustentável, porém, para alcançar verdadeira sustentabilidade no meio rural nordestino, é necessário superar o modelo produtivista relativo ao paradigma da modernização (FARIAS; MESQUITA; FERNANDES, 2018). Os autores ressaltam a necessidade de geração de conhecimento a respeito do redesenho de agroecossistemas para estabelecimentos rurais de pequeno porte, podendo atrair um público estimado de 60% dos estabelecimentos rurais do Nordeste.

Para os autores, cabe às instituições governamentais, universidades e centros de pesquisa, até mesmo às organizações não-governamentais, gerar conhecimento teórico e prático no campo com os agricultores e interagir com os conhecimentos empíricos destes, visando alcançar a transição agroecológica a partir do desenvolvimento de SAFs no semiárido brasileiro.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo serão discutidas as metodologias adotadas na pesquisa para cumprir os objetivos propostos e alcançar os resultados. A presente pesquisa se configura como sendo de caráter qualitativo, na qual foram utilizadas técnicas como levantamentos bibliográficos, estudos de caso exploratórios e dialógicos e entrevistas abertas. Além disso, para elaborar o modelo propositivo de Sistema Agroflorestal Agroecológico (SAFA), foi construído um desenho em 2D do sistema no programa Canva.

Para tal, o capítulo será dividido em dois subtópicos, sendo estes coleta de dados e elaboração do modelo propositivo de SAFA para o semiárido cearense. No primeiro estão as conceituações sobre pesquisa qualitativa, estudo de caso (contendo a área de estudo do trabalho de campo) e entrevistas. Já o segundo trata sobre a montagem do desenho de croqui agroflorestal do referente SAFA.

3.1 Coleta de Dados

3.1.1 Pesquisa qualitativa

A conceituação referente à pesquisa qualitativa será feita segundo Guerra (2014). De acordo com a autora, a investigação científica é, normalmente, dividida em dois tipos: a quantitativa (se baseia no paradigma clássico do positivismo/cartesiano) e a qualitativa (se baseia em um paradigma alternativo). Para os estudiosos que seguem a linha de pesquisa qualitativa, o homem é diferente dos objetos de estudo, e é por isso que este estudo precisa de uma metodologia que considere tal diferença.

Nesse sentido, a vida humana, para a autora, é uma atividade interativa e interpretativa, consolidada a partir do contato entre as pessoas. Assim, os procedimentos metodológicos são ditos do tipo etnográfico, como a observação participante, a entrevista, os estudos de caso, entre outros. Estes métodos evidenciam a regularidade dos fenômenos e têm como objetivo apresentar dados, indicadores e tendências observáveis, ou até mesmo construir modelos teóricos que possuam significativa aplicabilidade na prática.

As pesquisas qualitativas geralmente têm como objeto de estudo pessoas, e estas pessoas agem de acordo com seus valores e experiências, estabelecem relações próprias e estão inseridas em ambientes completamente mutáveis em função de variáveis culturais, sociais,

econômicas e históricas, sendo estas impossíveis de serem controladas e, assim, de difícil interpretação e reprodução (GUERRA, 2014).

Assim, nesta abordagem, o cientista busca se aprofundar na compreensão dos fenômenos que estuda, sejam ações individuais ou coletivas, dentro do contexto social destes indivíduos ou grupos. Deve, também, interpretar estes de acordo com a perspectiva dos próprios sujeitos que participam de determinada situação, sem preocupação com relação à representatividade numérica, generalizações estatísticas ou relações lineares de causa e efeito.

Dessa forma, segundo Guerra (2014), os elementos fundamentais em um processo de investigação qualitativa são:

- 1) A interação entre objeto de estudo e pesquisador;
- 2) O registro de dados ou informações coletadas; e
- 3) A interpretação do pesquisador.

Ou seja, é importante compreender que a objetivação, na pesquisa qualitativa, é essencial, pois durante o processo de investigação científica é necessário reconhecer a complexidade do objeto de estudo, além de rever, de forma crítica, as teorias sobre o tema, estabelecer conceitos relevantes, usar técnicas de coleta de dados adequadas e, ao final, analisar o material de forma específica e contextualizada. Desse modo a objetivação contribui para dispersar a incursão excessiva de juízos de valor na pesquisa, pois os métodos e técnicas adequados permitem a produção de conhecimento aceitável e reconhecido.

Para mais, as abordagens qualitativas são, segundo a autora, mais adequadas a investigações científicas de grupos, de históricas sociais a partir da perspectiva dos atores sociais, de relações e para a análise de discursos e documentos. Esta abordagem envolve o conhecimento empírico e uma sistematização progressiva do conhecimento, até que a compreensão da lógica interna de determinado grupo seja revelada.

Segundo Guerra (2014), as técnicas para alcançar tais metas começam por um levantamento do conhecimento acumulado sobre determinado tema a ser estudado, chamado de pesquisa bibliográfica. O pesquisador deve se apropriar deste conhecimento, principalmente dos conceitos fundamentais, investindo tempo e energia na coleta dos dados a serem examinados em sua pesquisa.

No caso desta pesquisa, foram feitos levantamentos bibliográficos tanto sobre a região semiárida – desde o contexto amplo, global, das Florestas Tropicais Sazonalmente Secas,

até o contexto local, do semiárido brasileiro no estado do Ceará -, quanto sobre a Agroecologia – a ciência, o paradigma, a sustentabilidade e as experiências no semiárido brasileiro, bem como as experiências agroflorestais nesta mesma região.

Além destes, na pesquisa qualitativa deve haver o estudo do uso e a coleta de uma variedade de materiais empíricos, sendo estes dados conseguidos a partir de técnicas como: estudos de caso; experiência pessoal; história de vida; entrevista; artefatos; registros de campo; históricos interativos e visuais (descrevem momentos rotineiros e problemáticas na vida dos indivíduos), entre outros.

Estes instrumentos de trabalho de campo, na pesquisa qualitativa, permitem uma mediação entre o marco teórico-metodológico e a realidade empírica dos sujeitos. Para a autora, os pesquisadores desta área se utilizam de diversas práticas interpretativas e interligadas, buscando sempre compreender melhor o objeto de estudo.

3.1.2 Estudos de caso

Nesta pesquisa foram realizados dois estudos de caso: um com o agricultor Zé Artur e outro com o agricultor e consultor agroflorestal Antonio Gomides. Antes de relatá-los, se faz necessário conceituar estudo de caso, segundo Yin (2015).

De acordo com o autor, geralmente os estudos de caso são a estratégia preferida quando questões do tipo “como” e “por que” surgem nas investigações científicas. Além disso, também são escolhidos quando o pesquisador possui pouco controle sobre os eventos e quando o foco das investigações está inserido em fenômenos contemporâneos relacionados com algum contexto da vida real. Estes são estudos de casos “explanatórios”, que podem ser complementados por outros dois tipos: os estudos “exploratórios” e “descritivos”.

Em síntese, o estudo de caso contribui para a compreensão dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais e políticos. Para o autor, este tipo de método permite que o pesquisador realize uma investigação na qual são preservadas as características holísticas e significativas dos eventos da vida real, como os ciclos de vida de cada indivíduo, os processos organizacionais e administrativos de um determinado grupo ou as mudanças ocorridas em determinadas regiões.

Yin (2015) afirma que, para compreender qual estratégia de pesquisa deve ser utilizada (explanatória, exploratória ou descritiva) é necessário identificar no objeto de estudo o

tipo de questão que está sendo apresentada. Afirma, ainda, que esta estratégia pode ser pluralística, ou seja, deve haver estudos de caso que são tanto exploratórios quanto descritivos e explanatórios. Assim, definir as questões da pesquisa é possivelmente o passo mais importante dentro do estudo da pesquisa, segundo o autor.

Desse modo, é possível compreender que as questões de uma pesquisa possuem substância (o pesquisador deve se questionar “sobre o que é meu estudo”) e forma (onde o pesquisador se questiona “estou fazendo uma pergunta do tipo ‘quem’, ‘o que’, ‘por que’ ou ‘como’?). A partir destas, de acordo com o autor, é possível traçar a estratégia de pesquisa a ser adotada. Como os problemas desta pesquisa possuem questionamentos como “de que forma”, “de que maneira” e “quais”, a pesquisa possui estratégias tanto explanatórias quanto exploratórias e descritivas.

Ademais, o autor sugere que os estudos de caso e as pesquisas históricas podem se sobrepor em algum ponto, mas o estudo se diferencia pela sua capacidade de lidar com uma ampla variedade de evidências além do que pode estar disponível no estudo histórico convencional. O estudo de caso acrescenta duas fontes de evidências que, normalmente, não são incluídas na pesquisa de um historiador: a observação direta e uma série sistemática de entrevistas. As entrevistas e a observação fazem parte desta pesquisa, e serão descritas a seguir.

Logo, conclui-se que o estudo de caso pode ser utilizado quando o pesquisador quiser lidar com condições contextuais, acreditando que estas podem ser pertinentes ao seu fenômeno de estudo. Além disso, este método é uma estratégia de pesquisa que abrange tudo a partir da lógica de planejamento que incorpora abordagens específicas à coleta dos dados e à análise destes. Para o autor, o estudo de caso não é uma técnica de coleta de dados ou uma característica do planejamento em si, mas uma estratégia de pesquisa abrangente.

Diante do exposto, cabe uma contextualização da área de estudo do trabalho em campo, de caráter exploratório e dialógico, que aconteceu na propriedade de seu Zé Artur nos dias 7 e 8 de dezembro de 2019. Seu sítio, chamado Sítio Tabuleiro, localiza-se na comunidade de Patos, município de Nova Olinda, na microrregião do Cariri, Ceará.

Segundo Silva *et al.* (2014), o Cariri cearense, onde situa-se o sítio, é caracterizado por ser um brejo de encosta que possui um grande vale, o qual se estende pela depressão sertaneja a partir da Chapada do Araripe, além de possuir diversos atrativos naturais e culturais que o consolidam como polo de turismo ecológico e cultural. Nas áreas mais secas da Chapada do

embora estes ainda possuam outras porções de terra, nas quais se pratica a agricultura convencional, de acordo com os conhecimentos e relacionamentos do seu Zé Artur.

O Sítio Tabuleiro (coordenadas 7°04'29" S 39° 39' 17"W) fica localizado a cerca de seis quilômetros da sede do município de Nova Olinda, sendo uma área de caatinga do cristalino, típica de regiões de clima semiárido, com solos rasos e pedregosos. É uma propriedade com área de 18 hectares, dos quais cerca de três hectares são destinados ao SAF. A Figura 2 mostra a delimitação do Sítio Tabuleiro e o contraste entre a área verde do local e o entorno da propriedade:

Figura 2 – Imagem obtida pelo software Google Earth Pro, sendo possível observar o Sítio Tabuleiro (delimitado de amarelo) e o entorno da propriedade do seu Zé Artur, em Nova Olinda, Ceará.



Fonte: Google Earth Pro, adaptado pela autora (2021).

No caso do Antonio não foi possível realizar entrevistas presenciais devido à pandemia do Covid-19. As entrevistas com Antonio foram realizadas nos dias 13 de junho e 22 de julho de 2020, período de isolamento social em todo o Brasil. Sendo assim, estas foram feitas via videoconferências por meio da plataforma digital *Zoom*. Mesmo com estes entraves, as entrevistas feitas com Antonio seguiram os protocolos necessários dentro das técnicas escolhidas,

na medida do possível dentro deste contexto, com exceção do método de observação, impraticável dentro de tais condições.

3.1.3 Entrevistas, história de vida e observação

Na presente pesquisa foram utilizados três métodos para a obtenção de dados nos estudos de caso, sendo estes as entrevistas, a história de vida e a observação, todos conceituados a seguir por Guerra (2014).

Para a autora, a entrevista – no seu sentido amplo de comunicação verbal e restrito de coleta de informações sobre determinado tema científico – é a estratégia mais utilizada no processo de trabalho de campo. Esta é uma oportunidade de o pesquisador coletar dados básicos para uma compreensão detalhada das crenças, valores e motivações de atores e contextos sociais específicos.

É a partir das entrevistas que o pesquisador consegue explorar os fatos ocorridos, conhecer a opinião dos sujeitos sobre estes fatos, conhecer o sentimento dos sujeitos sobre estes fatos, descobrir quais foram, são ou seriam as atitudes dos sujeitos e descobrir os fatores que influenciam a forma de pensar, de sentir e de agir destes. Assim, é importante compreender que as entrevistas são classificadas conforme seus tipos ou naturezas, e a forma de entrevista adotada nesta pesquisa foi a entrevista aberta (ou em profundidade).

De acordo com Boni e Quaresma (2005), na entrevista aberta o entrevistador introduz o tema e o entrevistado tem liberdade para falar, o que possibilita uma exploração mais ampla das questões, sendo esta utilizada quando o pesquisador tem como objetivo obter o maior número possível de informações e um maior detalhamento do assunto. Além disso, este é um método geralmente utilizado na descrição de casos individuais visando à compreensão de condutas culturais específicas de determinados grupos.

Ademais, a história de vida é outra metodologia de obtenção de dados qualitativos que pode ser utilizada junto das entrevistas e foi utilizada nesta pesquisa. Guerra (2014) explica que alguns autores também denominam este método de “entrevista narrativa”, visando configurar uma forma de entrevista realizada por meio de conversas com finalidade de obter histórias e experiências de vida dos entrevistados.

Este tipo de entrevista pode ser feito em um único encontro ou em diferentes eventos, dependendo do interesse e disponibilidade das partes, e não há indicação de duração

preestabelecida, sendo esta gerada a partir da narrativa e sensibilidade do entrevistador. Entretanto, esta é uma estratégia que envolve um sujeito, sua história e sua memória, sendo fundamental lembrar que a memória tem início no presente.

Assim, a dimensão da temporalidade deve ser considerada quando utilizando este método, o que significa dizer que uma mesma história relatada por quem a viveu pode ser apresentada em diversas versões, uma vez que os enredos que compõem estas histórias são traçados por percepções subjetivas que, em momentos distintos, podem ser estruturadas de uma maneira e, em outros, de outras formas. Nesse sentido, o pesquisador deve considerar que o sujeito não está mentindo, mas resignificando o que foi vivido sendo coerente com seus valores e expectativas vividas no presente.

Como complemento, a observação foi uma técnica utilizada na pesquisa, na medida do possível da convivência de dois dias com Zé Artur. Segundo Guerra (2014), assim como nas entrevistas, não é o número de observações realizadas que irá definir a credibilidade dos dados, mas sim a profundidade e amplitude alcançadas no decorrer do processo de coleta dos dados.

A partir da observação o pesquisador deve utilizar seus cinco sentidos para examinar uma determinada realidade. Antes mesmo de iniciar a observação é necessário definir os objetivos da pesquisa, assim como um roteiro de observação, estabelecendo o que deverá ser observado (GUERRA, 2014). De acordo com a autora, também é importante definir a regularidade das observações e o tempo previsto para o processo de coleta de dados.

Existem diversas nomenclaturas para os tipos de observação, mas a seguir será enfatizada apenas a observação assistemática (ou não estruturada), a individual, a naturalística (ou da vida real) e a não participante, escolhidas para a presente pesquisa. Para Boni e Quaresma (2005), a observação assistemática busca utilizar os sentidos – visão, audição e racionalidade – para compreender determinados aspectos da realidade. Indicam que esta metodologia possibilita ao pesquisador identificar e registrar os fatos da realidade sem planejamento ou controle, sendo este método geralmente empregado em estudos exploratórios sobre o espaço pesquisado.

Este é um tipo de observação que, de acordo com Guerra (2014), apresenta perigos com relação ao registro inadequado de dados, muitas vezes dependendo da memória do pesquisador, ou com relação à falta de capacidade do pesquisador, exigindo um olhar profundamente treinado por parte deste.

Ademais, a observação individual, segundo a autora, diz respeito ao uso desta técnica por apenas um pesquisador, e, embora seja muito comum, existe a possibilidade de o pesquisador arcar com as limitações de controle sobre todas as variáveis, tendo dificuldade para registrar as informações e, até, não interferir na pesquisa a partir de sua personalidade. Já a observação naturalística ocorre em ambiente reais, nos quais o pesquisador registrará os dados na medida em que estes ocorrem de forma espontânea.

Por fim, a observação não participante é indicada em casos em que o pesquisador considera que o êxito na coleta dos dados vai depender da sua capacidade de resguardar sua identidade, assumindo, então, uma postura de espectador dos eventos observados (GUERRA, 2014).

Dessa forma, como dito anteriormente, para obter informações sobre as experiências de vida de Zé Artur e Antonio, além da forma que eles fazem agricultura, foram utilizadas três abordagens metodológicas: a entrevista aberta; a história de vida; e a observação assistemática, individual, naturalística e não participante (apenas para o estudo de caso com Zé Artur). As informações contidas na presente pesquisa foram obtidas a partir de longas conversas com Zé Artur e Antonio e de anotações feitas pela pesquisadora no decorrer dos dias de entrevista. As entrevistas foram gravadas em mp3, transcritas cuidadosamente para o computador e analisadas para, depois, serem anexadas à pesquisa.

3.1.4 Análise dos dados

As técnicas para análises de dados qualitativos, segundo Guerra (2014), começam com a preparação de todo o material coletado para, enfim, ser analisado. As etapas inclusas neste processo de preparação são:

- a) Transcrição de materiais gravados (áudio ou vídeo): inserir um cabeçalho com o nome do entrevistado, a data da entrevista e a forma como ele será chamado na redação final (um codinome para garantir sigilo), além da forma de contato com ele;
- b) Registrar a pergunta feita, o tópico ou variável observada e a resposta dada ou informação coletada (a sugestão é de colocar a pergunta/tópico em negrito e a resposta/informação sem destaque gráfico);

- c) Registrar o comentário anotado pelo pesquisador durante a coleta de dados, assim como usar algum recurso gráfico para que estes comentários não sejam confundidos com perguntas, respostas ou registros. Estes comentários poderão ajudar na análise dos dados atuando na correção de distorções ou na validação, ou não, de uma anotação;
- d) Após organizar o material, o pesquisador deve separar o que será relevante para a análise, utilizando as recomendações específicas para cada análise pretendida. Ele deve organizar o material por palavras, temas, tópicos ou categorias analíticas, caso estas já estejam definidas;
- e) Se a observação foi sistemática, o pesquisador deve reunir todos os temas que já foram registrados ou categorias ou tópicos dentro de um relatório final, mantendo a separação por categorias analíticas ou tópicos estabelecidos nos registros de campo. É comum que, antes da atividade de observação, o pesquisador já tenha definido suas categorias de análise em função de sua pergunta de pesquisa e de seus objetivos. Se a observação foi não sistemática, mesmo que, inicialmente, o material não esteja organizado por categorias, é necessário fazer esta organização e separar as informações que são consideradas importantes a partir de categorias analíticas definidas para a análise deste; e
- f) Se o pesquisador desejar, pode utilizar um registro quantitativo para organizar as respostas qualitativas. Assim, apurará a distribuição de presença, e não de frequência, o que pode facilitar a análise. Logo, não é sobre fazer um tratamento estatístico das respostas.

Considerando que o material coletado está organizado, é importante compreender que a análise de dados qualitativos é uma etapa que exige muita atenção, tempo e perspicácia do pesquisador (GUERRA, 2014). A sugestão é que dados qualitativos sejam trabalhados a partir de uma das três abordagens de análise mais conhecidas: a análise de conteúdo, a análise do discurso e a análise dialética/hermenêutica. Para a presente pesquisa, a abordagem escolhida foi a análise de conteúdo, por corresponder ao paradigma escolhido pela pesquisadora.

Segundo Guerra (2014), a análise de conteúdo, descrita por Bardin (2009), é uma técnica de tratamento de dados que tem como finalidade a interpretação do material de caráter qualitativo a partir de uma descrição objetiva, sistemática e com a mesma riqueza manifesta no

momento da coleta destes. Vários tipos de análise de conteúdo são conhecidos, tais como: lexical, de expressão, de relações, de enunciado e temática.

Dentre estas, a análise temática é a mais simples, sendo considerada a mais apropriada para pesquisadores iniciantes na técnica, e será utilizada na pesquisa. A seguir são pontuadas considerações a respeito deste tipo de análise que, para Bardin (2009), deve ter como ponto de partida uma organização. As diferentes fases da análise de conteúdo são organizadas em torno de três polos, sendo estes (GUERRA, 2014):

- a) A pré-análise;
- b) A exploração do material; e
- c) O tratamento dos resultados: a inferência e a interpretação.

Para Bardin (2009), a fase da pré-análise é onde se configura uma organização do material a partir da escolha de documentos e informações relevantes, fazendo com que o pesquisador faça uma “leitura flutuante” do material até que este tome uma decisão e escolha quais informações devem ser consideradas na análise. A autora sugere que nesta fase devem ser seguidas algumas regras específicas, tais como:

- a) A “regra da exaustividade”: todos os elementos relevantes devem estar presentes no material;
- b) A “regra da representatividade”: o conjunto dos elementos escolhidos para a análise devem ser representativos do universo inicial dos dados;
- c) A “regra da homogeneidade”: o material escolhido deve se alinhar aos tópicos a serem analisados, não considerando as singularidades que fogem deste universo; e
- d) A “regra da pertinência”: o material analisado deve ser apropriado aos objetivos do trabalho.

Já na fase da exploração do material, a análise dos dados exige sua codificação, ou seja, sua transformação de dados brutos por recortes, agregação ou enumeração, até que a sua codificação atinja a representação do conteúdo (BARDIN, 2009). Segundo Guerra (2014), para alcançar a codificação é possível utilizar palavras, temas, contextos, personagens, entre outros, até chegar à categorização destes. A autora sugere utilizar a modalidade temática, que enfatiza o conteúdo.

De acordo com Guerra (2014), a categorização é uma operação que busca classificar os elementos constitutivos de um conjunto, primeiro por diferenciação, e em seguida por

reagrupamento segundo o gênero, a partir dos critérios previamente estabelecidos pelo pesquisador. Os critérios de categorização podem ser tanto semânticos (temas relacionados a um mesmo conteúdo são agrupados em uma categoria própria) quanto sintáticos (verbos e adjetivos), léxicos (classificando as palavras segundo seu sentido) ou expressivos (categorias que classificam as diversas perturbações da linguagem, por exemplo) (BARDIN, 2009).

Para realizar a fase de tratamento dos resultados, o pesquisador deve realizar as interpretações dos dados a partir de sua teoria escolhida, podendo se restringir às análises qualitativas e/ou fazer uso de quantificações (GUERRA, 2014). Nesse sentido, o critério de categorização utilizado na pesquisa foi o semântico, categorizando os dados nas seguintes categorias:

1. Saúde da terra;
2. Saúde das pessoas;
3. Agroecologia no semiárido; e
4. Sistemas Agroflorestais no semiárido.

3.2 Elaboração do modelo propositivo de Sistema Agroflorestal Agroecológico (SAFA) para o semiárido cearense

Visando compreender como será possível a implantação de um Sistema Agroflorestal Agroecológico no semiárido cearense, é de fundamental importância construir um modelo do sistema, em forma de desenho 2D, demonstrando como as espécies serão organizadas no espaço, qual será a configuração das linhas e entrelinhas de plantio, demonstrando visualmente o tamanho do sistema (em hectares) e qual será a quantidade de indivíduos de cada espécie que deverá ser utilizada para completar os espaços de plantio. Assim, este tópico busca explicar como estes desenhos foram feitos, com quais programas e quais os elementos foram utilizados para obter os resultados esperados.

3.2.1 Desenho do Croqui

Para a construção do desenho 2D do sistema agroflorestal – geralmente chamado de croqui agroflorestal -, da representação do sistema em um hectare foi utilizado os softwares Excel e Canva. O Excel é um editor de planilhas criado pela Microsoft a fim de possibilitar um

gerenciamento de dados mais eficiente para seus usuários. Esta ferramenta permite a criação de gráficos, tabelas dinâmicas, planilhas financeiras etc.

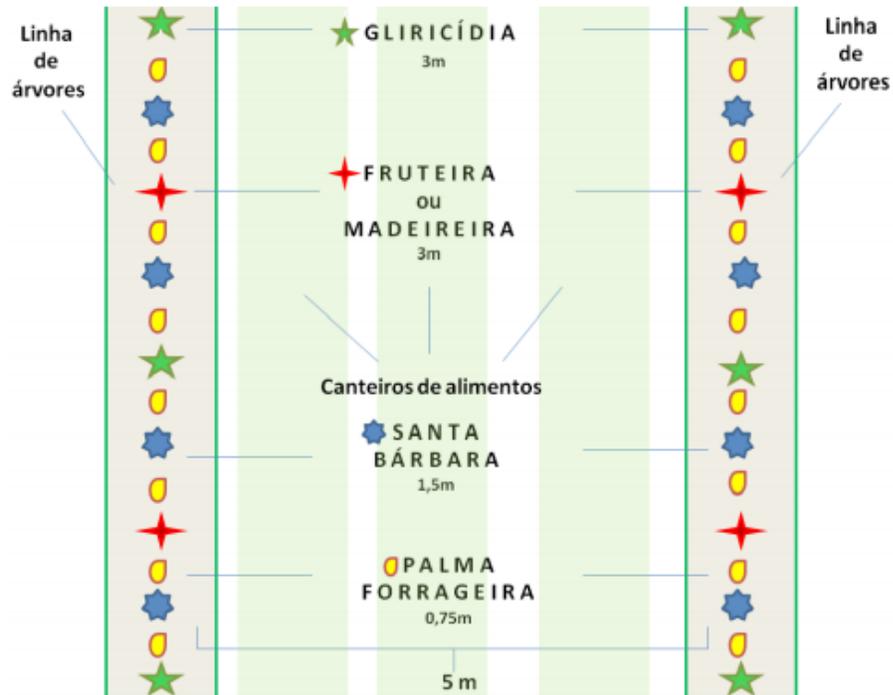
Para esta pesquisa, o Excel foi utilizado a fim de organizar as espécies no tempo e no espaço dentro de uma tabela de largura por comprimento do sistema, além de possibilitar a contagem de indivíduos de cada espécie dentro do espaço de um hectare. O Canva, por sua vez, é uma plataforma, desenvolvida na Austrália, utilizada por designers gráficos e pelo público em geral para criar desenhos 2D e 3D de forma precisa.

Este permite aos seus usuários criar gráficos de mídia social, apresentações, pôsteres, infográficos e outros tipos de conteúdo visual, além de ser bastante amplo e de fácil utilização, disponibilizando diferentes recursos, como fotos, ícones, produtos para impressão, ferramentas etc. Dessa forma, os designs criados podem ter a configuração de apresentação, documento A4 (escolhido para o desenho do croqui agroflorestal), cartaz etc. O desenho do croqui agroflorestal foi feito no Canva, a partir da sua base de dados de imagens, fontes e ferramentas.

O croqui agroflorestal, como todo croqui, busca representar graficamente um determinado elemento, neste caso um SAFA para o semiárido cearense, trazendo variáveis como medições espaciais, representação gráfica de cada espécie escolhida e organização do plantio no espaço. Nesse sentido, as linhas, imagens e legenda do croqui agroflorestal foram desenhadas no Canva, visando contribuir com a visualização de como será o sistema quando implantado em território semiárido.

A seguir, a Figura 3 demonstra um exemplo de croqui agroflorestal desenvolvido por Teles (2018):

Figura 3 – Croqui agroflorestal desenhado para implantação na Escola Família Agrícola (EFA) Mãe Jovina, em Ruy Barbosa, Bahia.

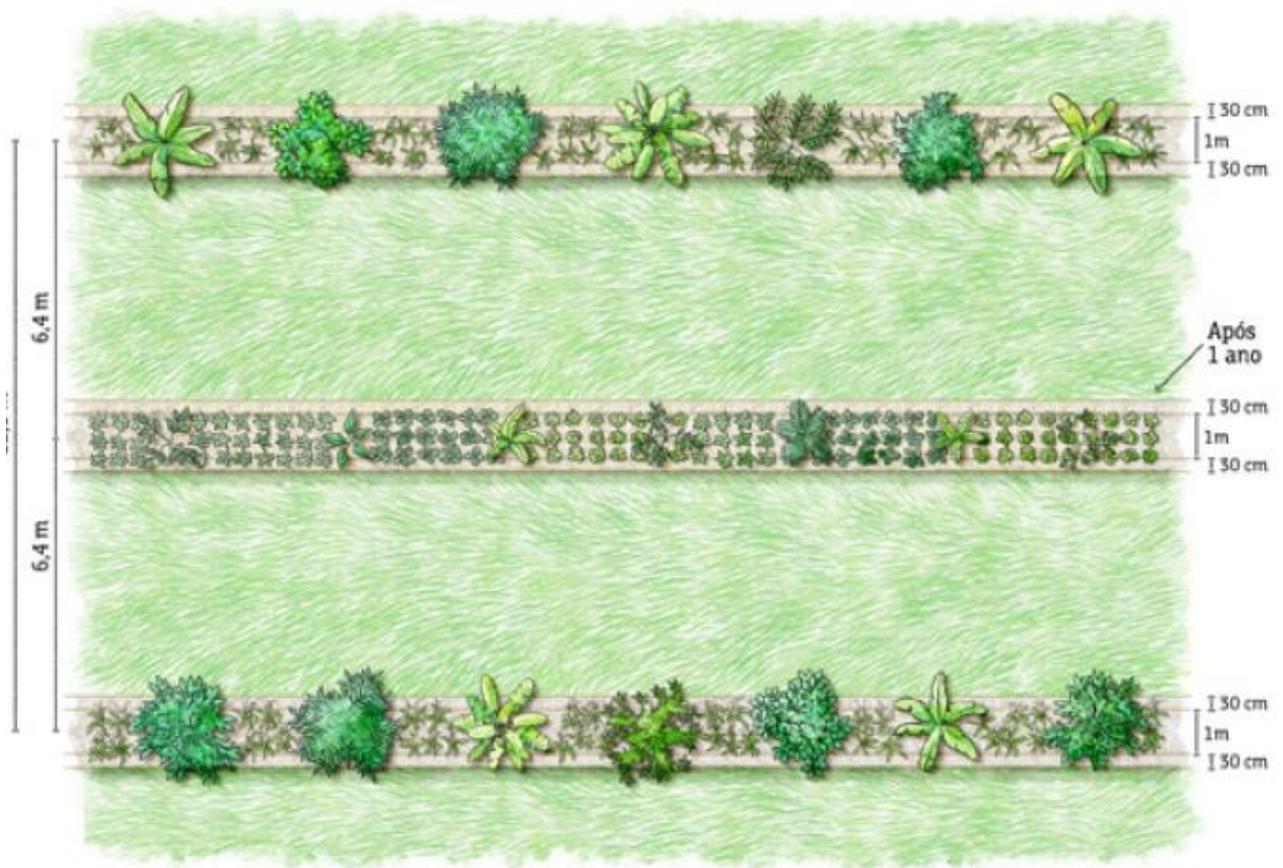


Fonte: Teles (2018).

O Sistema Agroflorestal Agroecológico (SAFA) a ser implantado na unidade produtiva familiar deverá ter 1 hectare (10.000 metros quadrados), e deverá se tratar, em primeiro momento, de um SAFA silviagrícola com foco em plantas anuais (também chamado de roça ou roçado), onde serão produzidas culturas agrícolas e madeiras, podendo ser transformado, no futuro, em um SAFA agrosilvipastoril, com a introdução de animais de pequeno ou médio porte, a depender da vontade da família.

Para a implantação do SAFA, segue-se as recomendações feitas por Neto *et al.* (2016), como é visto na Figura 4:

Figura 4 – Dimensionamento sugerido para um Sistema Agroflorestal que busque produzir sua própria matéria orgânica, apresentando linhas de frutas e linha de árvores de serviço com entrelinhas de capim as intercalando.



Fonte: Neto *et al.* (2016).

Por se tratar de uma área semiárida, o sistema deve tratar de produzir sua própria matéria orgânica de forma abundante, buscando deixar todas as linhas sempre cobertas com material proveniente de podas. Nesse sentido, o sistema seria desenhado da forma como exemplifica a Figura 4 (não necessariamente com os mesmos espaçamentos), com linhas de frutas e linhas de árvores de serviço espaçadas por entrelinhas de capim (para o modelo proposto, as faixas de capim serão substituídas por faixas para produção das espécies anuais).

4. EXPERIÊNCIAS AGROFLORESTAIS NO SEMIÁRIDO: OS CASOS DA SUBSISTÊNCIA E DA CONSULTORIA

As experiências agroecológicas no semiárido obtidas diretamente por meio desta pesquisa são duas: uma é referente à agricultura de subsistência de uma família no sul do Ceará e a outra é referente a uma consultoria agroflorestal realizada em alguns estados inseridos na região semiárida brasileira. Ambas possuem enorme valia para a pesquisa pois traduzem a realidade de dois sujeitos que escolheram um estilo de vida alternativo, indo de encontro com as normas do agronegócio e atuando na propagação de um conhecimento tão valioso na região como é a sabedoria agroecológica, ferramenta que auxilia no processo de autonomia dos grupos sociais do sertão.

A experiência agroecológica da agricultura de subsistência traz ensinamentos mais filosóficos e existenciais a partir da visão de um agricultor com mais de 24 anos de experiência com Sistemas Agroflorestais, o seu Zé Artur, que já está bem estabelecido em sua propriedade. Já as experiências relatadas pelo consultor agroflorestal Antonio Gomides são mais técnicas devido ao seu trabalho plural de trabalhar viajando, conhecendo as localidades e suas especificidades, bem como implantando Sistemas Agroflorestais em toda a região do semiárido.

4.1 Seu Zé Artur de Patos/Nova Olinda: Agricultura de Subsistência e o Sistema Agroflorestal (SAF)

José Raimundo de Matos, o seu Zé Artur, é um conhecido agricultor familiar da microrregião do Cariri que, há 24 anos, começou a desenvolver em suas terras um sistema de plantação baseado nos princípios agroecológicos, chamado de agrofloresta, sendo esta a primeira experiência de sucesso na região. Este tópico está dedicado a analisar o SAF de seu Zé Artur e as experiências vividas por ele nestas duas décadas de trabalho agroflorestal em seu sítio, chamado Sítio Tabuleiro, descrito previamente no tópico 3.1.2.

O Sítio Tabuleiro é uma importante referência de sistema agroflorestal no semiárido, fazendo parte do roteiro agroecológico e turístico da microrregião do Cariri. Este é visitado por estudantes e pesquisadores de diferentes regiões do Brasil e inclusive de outros países. Lá, moram o seu Zé Artur e sua mulher, Sebastiana Luíza de Matos, conhecida como dona Bastinha, além de um filho maior.

Na parte das “baixas” da propriedade tem um SAF intermediário, com porte alto, chamado de mata secundária II, inserida nas práticas de uma agricultura sintrópica, onde existem

plantas com até 25 anos de vida. Na parte superior e mais elevada da propriedade, ao lado da casa de Seu Zé Artur, está um sistema agroflorestal mais recente e implantado há menos tempo, em um estágio chamado de secundária I na agricultura sintrópica, comportando plantas com até 10 anos de vida. Na Figura 5, visualiza-se o Sistema Agroflorestal de Mata Secundária II, enquanto na Figura 6 visualiza-se o Sistema Agroflorestal de Mata Secundária I.

Figura 5 - Sistema Agroflorestal de Mata Secundária II na parte das “baixas” da propriedade de Zé Artur, no Sítio Tabuleiro, em Nova Olinda, Ceará.



Fonte: A autora (2019).

Figura 6 – Sistema Agroflorestal na parte superior da propriedade Sítio Tabuleiro, em Nova Olinda, Ceará.



Fonte: A autora (2019).

Nota: Neste consórcio estão presentes espécies como palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.), goiaba (*Psidium guajava* L.), acerola (*Malpighia emarginata* DC.), pau d'arco (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nichols), feijão cru (*Lonchocarpus* Kunth), catingueira (*Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis), entre outras.

Nas áreas do SAF são cultivadas frutíferas, espécies florestais nativas da caatinga, palma forrageira e hortaliças. O SAF do seu Zé Artur é classificado como um SAF Agrosilvopastoril, pois no sítio se cultivam frutíferas e hortaliças, há plantio de árvores para a

retirada de madeira e tem também a criação de pequenos animais. Nos 15 hectares restantes o espaço é ocupado pela vegetação arbórea nativa, sendo a propriedade uma mistura entre áreas produtiva e de conservação. Observando a Figura 7, constata-se a criação de pequenos animais junto ao SAF.

Figura 7 - Caprinos pastando na área de sistema agroflorestal da parte superior da propriedade de Zé Artur, no Sítio Tabuleiro, em Nova Olinda, Ceará.



Fonte: A autora (2019).

Zé Artur contou como se deu o processo de introdução desse tipo de plantio no município de Nova Olinda, tendo ele mesmo sido apresentado a esse sistema em 1995 pela Associação Cristã de Base (ACB), uma das entidades ligadas à ASA que há alguns anos vem buscando mostrar para o sertanejo modelos alternativos de convivência com o semiárido. Nas proximidades do Sítio Tabuleiro havia uma associação de agricultores da região, e foi ali que os agricultores foram apresentados ao sistema agroflorestal por uma equipe técnica da ACB, a qual passou a dar suporte técnico à associação.

O entrevistado relata que no início, os agricultores locais não tinham confiança nesse método de plantio, pois era um método que não utilizava a queima, atividade realizada secularmente pelas famílias dos agricultores. Muitos dos agricultores não permaneceram no grupo que foi formado, mas ele resolveu dar uma chance e separou um pedaço de terra para testar o método agroecológico de plantio.

A “comissão”, assim denominada localmente, foi em todos os municípios de Juazeiro compartilhar as experiências agroecológicas com os agricultores da região. O agricultor passou 2 anos viajando e trabalhando com a ACB, aprendendo na prática a plantar agrofloresta. Além disso, ele já foi trabalhar na Fazenda Olhos D’água, no sul da Bahia, fazenda onde vive, desde 1984, Ernst Götsch, agricultor e pesquisador suíço, pai da Agricultura Sintrópica. Seu Zé Artur disse que ficou impressionado porque todo dia chovia dentro da agrofloresta do Ernst, mesmo que não chovesse fora dela - isso porque a agrofloresta imita condições naturais de florestas tropicais, onde há muita umidade, favorecendo a mudança no microclima local.

Dona Bastinha contou que quando eles chegaram na propriedade, em 1997, era tudo descampado na parte de cima, só tinham pedras, enquanto na parte das “baixas” tinha alguns “pedaços de pau”, e muita pedra também. Quando estava tudo descampado, seu Zé Artur começou a plantar, fazendo fileiras de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC) - que dá muita matéria orgânica para recobrir o solo e proteger da erosão, além de reter umidade. Hoje, o cenário é completamente diferente: formou-se uma floresta alta nas partes das “baixas” e o solo é completamente recoberto com matéria orgânica das podas de 20 anos de agrofloresta.

O agricultor informou, ainda, que trabalhava com muita gente antes, mas quando começou a roça do SAF colocou seus filhos para trabalhar, dispensando os outros trabalhadores, sendo seu sítio mantido pela força de trabalho familiar. Seus dois filhos, já adultos, voltaram para a unidade familiar a fim de ajudar na produção, atuando desde o plantio à colheita e à

comercialização, assim como Dona Bastinha. Um ponto bastante enfatizado por ele é o fato de que sua agrofloresta só prosperou com a utilização de uma mão de obra em número superior à utilizada em uma roça convencional, pois a agrofloresta demanda atenção e tempo, além de muito trabalho de poda.

Os filhos do seu Zé Artur foram educados por ele compreendendo que o sistema de plantio correto é a agrofloresta, porque “quando você não tem uma coisa que te dê renda, vai ter outra” (Zé Artur). Mesmo em anos de seca, a agrofloresta segura uma produção mínima. Além disso, e talvez ainda mais importante, é o fato de que a terra permanece ali para ser plantada sempre, pois os métodos agroecológicos permitem a conservação do solo, mantendo-o vivo e produtivo.

4.1.1 Experiências do agricultor Zé Artur na produção agroflorestal

Zé Artur fala bastante sobre as experiências trabalhando com a ACB e, mais precisamente, com o Orlando, que ele chama de “Alemão”, integrante do Projeto de Tecnologias Alternativas/DED, desenvolvido na região da Chapada do Araripe pelo Serviço de Cooperação Técnica Alemã, parceiro na ACB-Crato no período de 1996 a 2005. A sua primeira experiência agroflorestal, foi uma plantação com o grupo da associação e os técnicos da ACB.

Depois de 2 anos, aconteceu uma queimada que destruiu toda a área experimental, e foi a partir desse acontecimento que seu Zé Artur começou a plantar agrofloresta em sua propriedade, desde 1997, quando ele construiu a casa em que mora até hoje. O agricultor começou seu SAF plantando milho (*Zea mays* L.), frutíferas e mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), na parte das “baixas” do terreno, atrás de sua casa.

Desde que nasceu, afirma que passou apenas 3 anos fora de Farias Brito. Ele disse que quando ele era criança, lá era um deserto, não tinham árvores. Na convivência com o “Alemão”, o agricultor aprendeu que toda a floresta poderia voltar a existir ali - e voltou mesmo, segundo ele. De acordo com ele, isso aconteceu porque em sua propriedade nunca teve enxada, nunca teve agrotóxico e nunca teve fogo, além do agricultor não colocar bichos dentro das áreas produtivas.

Assim, com o tempo, a terra voltou a ser florestada. Mesmo não tendo plantado tais árvores em sua propriedade, ele confirma que nasceram espontaneamente marmeleiro (*Croton* sp. L.), mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.), angico (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb.) Altschul), aroeira (*Astronium urundeuva* (M.Allemão) Engl.), cipaúba (*Combretum* sp.

Loefl.), entre outros, todas árvores nativas da caatinga, principalmente porque não entrou animal doméstico na roça.

Zé Artur detalha também sobre os seus trabalhos para o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), no qual ele é credenciado – o agricultor também é credenciado no Programa de Aquisição de Alimentos (PAA). Ele, no começo, contribuía apenas com polpas de frutas (acerola (*Malpighia emarginata* DC.), manga (*Mangifera indica* L.) e maracujá (*Passiflora edulis* Sims)), e decidiu comprar uma máquina para cortar as frutas e um congelador, pois o trabalho manual era muito grande. Ele comentou durante a entrevistas sobre alguns dos problemas do PNAE, como, por exemplo, o fato de que 30% da renda é destinada originalmente para os agricultores, mas esse dinheiro muitas vezes não chega e é desviado por empresas disfarçadas de cooperativa agrícola rural, de acordo com o entrevistado.

Além disso, o PNAE resolveu, de repente, parar de distribuir as polpas, gerando um grande prejuízo para o agricultor. Felizmente, um dos filhos dele tinha uma frutaria e ele aproveitou as polpas, mas ele logo não quis mais, porque era difícil transportá-las. Depois de um tempo, o convidaram para participar novamente do PNAE, com a demanda de carne e verduras. Seu Zé Artur então cortou algumas cabeças de cabra e levou, mas quando chegou lá disseram que não ia mais dar certo e que talvez ele não fosse receber por essa produção. Indignado, ele exigiu que pagassem o que ele já tinha dado de carne, mas que não ia levar mais.

Outra experiência é que ele foi convidado para participar do Comitê das Águas (Comitê da Sub-bacia Hidrográfica do Salgado), o qual até hoje ele participa e tem reuniões mensais. De acordo com ele, a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) foi visitar a sua propriedade para verificar a questão da água, uma vez que plantar agrofloresta é plantar água, aumentar a umidade do solo e do ar e mudar o microclima. Eles ficaram interessados com os resultados da fazenda do Ernst na Bahia e queriam entender como funcionaria em uma região semiárida.

Além dessas experiências, o agricultor informou que “nos tempos do algodão era bom” (Seu Zé Artur). Ele plantava algodão alto/preto, também conhecido como algodão arbóreo (*Gossypium arboreum* L.) e, de acordo com ele, ali se passava dez anos roçando, podando as plantas e jogando a matéria orgânica no solo, protegendo-o. Deixava o solo descoberto só uns 2 meses, na seca, depois começava a cobrir com os legumes, algodão mocó (*Gossypium hirsutum* L.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), fava (*Vicia faba* L.) e milho (*Zea mays* L.) - tudo em imediato

cobria o solo. Quando ele retirava o milho (*Zea mays* L.) e o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) ficava o algodão (*Gossypium hirsutum* L.) na terra, “ali era 10 anos você roçando, jogando matéria orgânica no solo, a terra nunca fracassava” (Seu Zé Artur).

Mas, segundo seu Zé Artur, a partir de 1984 acabou o algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e começaram a manejar a terra com “Tropogan”, um famoso agrotóxico que mata todas as “ervas daninhas” sem precisar roçar. Como consequência, os bichos morriam de fome e depois só dava para roçar com fogo. “Hoje em dia não taca mais tanto fogo, fica mais roçando. Mas é por isso que tem esse estrago na terra aí. Tudo bem que antigamente também botava fogo, mas passava uns dois meses sem, deixava os brotos crescerem” (Zé Artur).

Atualmente, a produção do agricultor é basicamente milho (*Zea mays* L.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e frutíferas, além de um rebanho caprino, algumas galinhas e um porco, basicamente para subsistência. De acordo com ele, é importante zonestar a agrofloresta, ou seja, dividi-la em áreas diferentes: uma para frutíferas, outra para ração animal, uma parte para formar os quebra-ventos. Além disso, a família sobrevive também do turismo comunitário, fazendo parte do roteiro turístico da microrregião do Cariri.

O agricultor contou que já plantou coco (*Cocos nucifera* L.), banana-da-terra (*Musa paradisiaca* L.), capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.), laranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) e mexerica (*Citrus reticulata* Blanco), e que no SAF do seu sítio hoje tem também seriguela (*Spondias purpurea* L.), cajá (*Spondias mombin* L.), imburana de cambão (*Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B. Gillett), feijão cru (*Lonchocarpus* Kunth) e umbú (*Spondias tuberosa* Arruda), que são espécies próprias para o semiárido pois “elas sustentam muita umidade, porque têm muita água nas raízes delas. Você vai resfriar a sua área com essas árvores” (Zé Artur).

Por fim, o agricultor compartilhou de sua sabedoria e comentou sobre algumas culturas próprias para o semiárido, sendo estas: a seriguela (*Spondias purpurea* L.), própria para solo ruim; o umbú do sertão (*Spondias tuberosa* Arruda), o cajá umbú (*Spondias* sp. L.) e a palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.), que contêm muita água; e a leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit), que é ração animal e adubo orgânico. Seu Zé Artur comentou que as árvores que no período de seca começam a florar são as que acumulam água. Outros exemplos de espécies são a ata (*Annona squamosa* L.), o araticum (*Annona classiflora* Mart.), o mamão

(*Carica papaya* L.), o tamboril (*Enterolobium* Mart.), a macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.) e o sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth).

4.1.2 Os benefícios de plantar agrofloresta e as dificuldades encontradas

É interessante começar esse tópico com uma das questões mais faladas pelo seu Zé Artur: a questão dos agrotóxicos. Ele falou diversas vezes que “Onde tem só folha e fogo não tem pra onde ir, agora com esse negócio dos agrotóxicos, de certos anos pra cá, matando a mãe Terra, acabando com a natureza, isso daí é que tá estragando tudo”. Outra fala dele é de que “Isso aqui era muitos pássaros, muitos bichos. Com a chegada desses agrotóxicos, desses venenos, quando joga nos matos, aquilo lá se mata uma árvore dessa grossura imagina um bichinho pequeno, um passarinho desse”.

“Com esse tal do agrotóxico, eles limpam uma roça num dia. Eles pegam duas máquinas, passam veneno e limpam num dia. Eles não sabem o tanto que eles tão agravando a natureza e a mãe Terra” (Zé Artur). Mesmo antes de conhecer a agrofloresta, o agricultor nunca trabalhou com agrotóxico, só com queima. Com os agrotóxicos, o tempo de limpeza da roça diminui, então ao invés de trabalhar 3 dias o agricultor trabalha 1 e fica 2 olhando.

Assim, o agricultor vai engordando, ficando mais propenso a desenvolver doença cardíaca e diabetes, vai perdendo a qualidade de vida e saúde proporcionada por um trabalho braçal - que esteja dentro de sua capacidade suporte. Morre pelo veneno e pelo sedentarismo. E hoje em dia boa parte dos agricultores se acostumou com isso, recebendo crédito do Governo para plantar com agrotóxico.

Zé Artur contou histórias de agricultores que trabalharam tanto com agrotóxico que ficaram doentes - muitos ficaram paralisados - e preferiram beber o frasco todo de agrotóxico para morrer logo e não viver uma vida miserável. “Bem ali morreu dois com esse negócio de veneno, destruindo a Natureza, que o veneno faz essas coisas, limpa a terra bem ‘rapidinho’, mas estraga a Natureza e (a pessoa) se estraga com as doenças. Quem destrói a Natureza também será destruído” (Zé Artur).

Outras histórias de agricultores que colocam o agrotóxico na roça para comercializar, mas não têm coragem de comer. Infelizmente, essa é a realidade da maioria dos agricultores rurais, uma vez que o Governo proporciona os maiores incentivos e benefícios fiscais para quem

planta com agrotóxico. Mesmo sabendo do potencial destrutivo do agrotóxico, grande parte dos agricultores rurais se veem obrigados a usá-lo.

A utilização do agrotóxico é estratégia para o êxodo rural, abandono de terras no campo e saqueamento dessas terras por grandes produtores/latifundiários/empresas/Governo. Uma fala interessante do seu Zé Artur foi que “O Estado e o município deveriam ter maior autoridade para regulamentar o uso de agrotóxicos”, pois assim a região e o local teriam maior autonomia na tomada de decisão.

Apenas em 2019, o Governo Federal autorizou 474 novas substâncias - a maior autorização de toda a história brasileira -, e em 2020 foram liberadas mais 150 (SUDRÉ, 2020), sendo praticamente todas (624) substâncias proibidas na Europa. De acordo com Sudré (2020), “De 2008 a 2017, por exemplo, a soma de óbitos devido aos efeitos tóxicos, envenenamento por agrotóxico ou exposição ambiental, autointoxicação intencional, entre outros fatores, chegou a 7.267.”

Dentro de um cenário tão desesperador, a agroecologia cresce no meio rural a partir de uma técnica cada vez mais valorizada no mundo: a agrofloresta. O agricultor relata que “Aí é onde cabe, num trabalho de agrofloresta, de convivência com o semiárido. É isso aí, porque aí ela dá muitas coisas para a saúde, tudo que você tira é natural. Se plantar descampado, o besouro vem e come, ao invés de botar veneno.” Em muitos momentos nas conversas o agricultor falava admirado sobre os benefícios da agrofloresta, principalmente o fato de não colocar agrotóxico nas roças, preservando a sua saúde, a saúde da terra e a saúde dos animais.

O sítio Tabuleiro é o lugar que tem mais pássaros da região, por conta da grande quantidade de árvores. É perceptível que o proprietário se importa com as outras formas de vida, entendendo que todos os seres estão conectados e se desenvolvem em uma rede de codependência. “Nessa roça meio grande que eu botei, eu quebrei uma parte de milho (*Zea mays* L.), um feijão, e a outra deixei lá no mato pra chamar os pássaros” (Zé Artur).

Na agrofloresta, mesmo sem a utilização de agrotóxicos e pesticidas, não existem “pragas” no sistema. Em seu depoimento, o agricultor contou que tinha um formigueiro enorme nas baixas, o formigueiro subiu, passou pelo feijão do seu Zé, não mexeu em nenhum feijão e foi cortar a roça de feijão de um vizinho. Não deixou um pé. Isso porque no seu Zé tem uma variedade de culturas, e no vizinho era só o feijão.

Na agrofloresta tem espaço suficiente para que os animais retornem, dentre eles os predadores de insetos (chamado de “pegadores” pelo seu Zé). Nesse sentido, é interessante refletir que alguns animais se comportam como praga quando eles veem apenas uma cultura em uma grande área, mas em um ambiente diversificado, os animais fazem o trabalho que sabem fazer: manejar, cooperar e trabalhar para a manutenção do sistema natural.

Para seu Zé Artur, “Não precisa derrubar as árvores para plantar seu milho, seu feijão”, inclusive “plantar roça de milho e feijão com árvores dá uma boa produtividade”. Além disso, “Se você tá com uma área descampada e fizer o manejo certo (sem fogo, sem agrotóxico, sem enxada), as matas nativas vão nascer sem precisar você plantar” (Zé Artur). Ou seja, a agrofloresta é um sistema produtivo que permite o ressurgimento de espécies nativas locais, sendo uma importante ferramenta para a conservação da biodiversidade local e para a conservação paisagística do ecossistema florestal, como mostram as Figuras 8 e 9:

Figura 8 – Mata nativa nas partes das “baixas” da propriedade de Zé Artur, no Sítio Tabuleiro, em Nova Olinda, Ceará.



Fonte: A autora (2019).

Figura 9 – Sistema Agroflorestal de Mata Secundária I na parte superior da propriedade, ao lado da casa de Zé Artur, no Sítio Tabuleiro, em Nova Olinda, Ceará.



Fonte: A autora (2019).

Plantar diversificado é, além de garantir a manutenção da produção - pois sempre vai ter uma cultura que vai compensar a outra -, garantir a dispersão de espécies para os arredores da propriedade, pois “a agrofloresta não conhece os limites das cercas”. As culturas existentes na agrofloresta também são disseminadas por dispersores como os morcegos, os passarinhos e o vento, possibilitando a expansão de algumas culturas para outros espaços e, de certa forma, reflorestando outras áreas. Inclusive, também ocorre o processo inverso, e seu Zé Artur contou que os indivíduos da planta conhecida como paraíba (*Apterokarpos gardneri* (Engl.) Rizzinique) que cresceram em seu SAF foram levados pelos morcegos, animais dispersores.

O maior benefício da agrofloresta, para o agricultor, é a profunda mudança na compreensão da importância da terra e da necessidade de permanecer na terra. Para isso, é necessário mudar a visão reducionista da terra e dos recursos naturais que a maioria dos

agricultores têm de ser apenas mais um produto a ser utilizado para sua sobrevivência, para uma visão holística em que estes são parte indispensável de um todo conectado e interdependente, o qual o agricultor faz parte, e que precisa conservá-los para que seus filhos e netos também possam usufruir dos benefícios.

Implantar uma agrofloresta é estar diariamente em contato com essa rede, a teia da vida, contemplando todas as formas de vida e compreendendo que cada uma tem seu papel dentro do sistema. Assim, é possível criar um sentimento de pertencimento com aquela terra, além da pura necessidade de tê-la. Seu Zé Artur trouxe muitas reflexões sobre esse assunto, ele comentou que “A única forma que você pode conservar e que você pode continuar com uma propriedade, é você construir uma agrofloresta”.

Estragar a terra - que é a práxis da agricultura convencional - é forçar o trabalhador rural a sair e procurar outra, ou migrar para a cidade. A terra que ficou abandonada é comprada por algum latifundiário ou multinacional, que vai recuperá-la - é necessário um grande investimento para recuperar uma área degradada - e formar um grande império territorial para seu uso pleno. É por isso que existe uma distribuição de terras tão desigual no Brasil, onde uma pequena parcela da população possui uma grande parcela de terra.

As terras do Brasil não são do povo brasileiro, a maior parte delas está sendo comprada por grandes multinacionais que estão em todas as regiões do país. Muitos estrangeiros já investiram dinheiro para proteger a Amazônia e o governo brasileiro diz que não precisa. “É preciso ter fiscalização das terras e de quem tem o poder dessas terras” (Zé Artur).

A agrofloresta, ao contrário, só traz benefícios, para a terra e para o agricultor. Ela te faz permanecer naquela terra. Dessa forma, fortalece a manutenção das populações tradicionais nos locais - porque dá condição de ficar. Assim, dá força para os movimentos sociais lutarem pela terra, contribuindo e fortalecendo um novo processo de reforma agrária no país com o principal objetivo de redistribuir as terras para quem realmente precisa e merece, que é o povo brasileiro.

De acordo com o seu Zé Artur:

“Se você ganhar um pedaço de terra do governo, por exemplo, e plantar uma agrofloresta, com quatro, cinco anos você é o dono da terra. Por isso os grandes produtores não arranjam terra para os agricultores plantarem agrofloresta. Só arranjam para brocar, estragar e jogar pasto, jogar capim. A renda deles é essa.”

Ele também disse que se “Você tem sua pequena propriedade e faz o manejo de melhorar e conviver com a natureza, você não sai nunca da sua propriedade. É com esses

trabalhos que você não sai”. Além disso, “é um pedaço de terra que você deixa produtivo pros seus filhos e netos” (Zé Artur). Por diversas vezes o agricultor falou que não plantava só para ele, que não importava se o que ele planta hoje não vai ser comido por ele, o que importa é que alguém vai comer algum dia.

Entretanto, algumas dificuldades na comercialização dos produtos e no desenvolvimento local foram abordadas pelo entrevistado. De acordo com ele, o comércio no interior tem muita briga, o que enfraquece tudo - a produção e comercialização. Além disso, o agricultor disse que a verba dos municípios não dá para nada, ou seja, muitas vezes tem um projeto, mas não tem recurso para financiá-lo. Ademais, alguns agricultores querem o projeto enquanto outros não querem, gerando brigas, o que enfraquece o movimento dos agricultores e desestimula os indivíduos.

Outro ponto levantado pelo agricultor é que no interior tem muitos casos de nepotismo, o que prejudica a autonomia da população local e a capacidade de cooperação, uma vez que os cargos na prefeitura estão, muitas vezes, sendo ocupados por pessoas que não têm competência administrativa e/ou técnica, atrasando os projetos que visam levar desenvolvimento para o local. O agricultor relatou que quando entra um novo prefeito, as lideranças das secretarias mudam, além de existirem também brigas entre prefeitos, o que dificulta o desenvolvimento regional.

Dessa maneira, quem perde sempre é o pequeno agricultor. Isso tudo enfraquece o movimento e a mobilização dos agricultores, além da relação entre os trabalhadores e o Estado. É imprescindível que seja cultivada uma boa relação entre os agricultores e os governos, para que mais projetos que visem promover melhorias para estes sujeitos sociais sejam elaborados e aprovados, além da concessão de créditos e incentivos para os agricultores que plantam utilizando os princípios agroecológicos, tendo como objetivo principal a conservação dos recursos naturais locais, a valorização e ascensão econômica dos pequenos produtores e a garantia de uma qualidade de vida digna e justa para estes sujeitos.

4.2 Agrofloresta do Sertão: Consultoria Agroflorestal com Antonio Gomides

Antonio Gomides França é um agroflorestor, professor de sistemas agroflorestais desde 2011, fundador e presidente do Movimento de Agroflorestores de Inclusão Sintrópica (MAIS), sócio da Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP) e consultor agroflorestal. Morador do Juazeiro do Norte, Antonio não lembra quando, exatamente, conheceu a agrofloresta, mas quando ele se viu, já estava fazendo parte dela. Entre 12 e 15 anos atrás, ele foi para Brasília e conheceu um local onde havia uma agrofloresta, e desde então se encantou e se dedicou na prática desta ciência.

Antonio vem de uma família itinerante circense, chamada Família Mambembe, e pôde conhecer o Brasil de um modo como poucos conhecem, podendo ver a realidade da produção agrícola do país, tanto do pequeno, quanto do médio e do grande produtor. Quando ele se reconheceu como agroflorestor, ele fez uma conexão com tudo o que ele já sabia em detrimento da vida de apresentações e espetáculos em que vivia. Como sua família estava ligada às manifestações populares, naturalmente eles estiveram ligados àqueles que fazem agricultura de subsistência, plantando milho (*Zea mays* L.), mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), criando animais e trabalhando com frutas. Para ele, foi muito natural entrar no universo agroflorestal.

Em seu depoimento, contou que aprendeu agrofloresta na vivência prática, que é a única forma possível considerada de se aprender o manejo agroflorestal. Quando conheceu a Agrofloresta, foi visitar e conhecer os grandes agroflorestores do país, referências como Ernst Götsch (Fazenda Olhos D'água - BA), Juã Pereira (Sítio Semente - DF), Namastê Messerschmidt (consultor e instrutor agroflorestal em diversas instituições incluindo: ONU, MST, Fazenda da Toca e Cooperafloresta, associação de agricultores agroflorestais que vivem da agrofloresta desde 1998 e oficialmente como associação desde 2003, em Barra do Turvo - SP) e Murilo Arantes (integrante da Coordenação do MAIS e Diretor Geral da AgroSintrópia, prestadora de serviços agrícolas de base sintrópica).

Ele foi, então, em busca de conhecer e ser reconhecido pelas grandes referências de agroflorestores do Brasil. Afirmou que nunca pagou por um curso de agrofloresta, na verdade ele sempre chegava como voluntário, fazia a limpeza do local, lavava os banheiros, recebia as pessoas, arrumava o camping, ajudava o professor nas aulas pegando ferramentas, ajeitando as escadas etc.

O Antonio não é um agroecólogo, mas um agroflorestor. Para ele, muita coisa da agroecologia só está no papel, e a visão destes teóricos não funciona na prática do campo. A maioria dos agroecólogos, segundo o agroflorestor, são condicionados a uma falsa agroecologia, apenas teórica e de mercado, mas não prática, que leve conhecimento para o agricultor. Para ele, a agroflorestra é a prática da agroecologia, ou melhor, a agroflorestra é a agroecologia na prática.

Para ele, os agroecólogos falam sobre a necessidade de proteger e conservar o meio ambiente, mas não estão vivendo isso, nem plantando florestas. Assim, estes, ao chegarem no sertão, perdem a credibilidade, pois não vivem o que querem ensinar, e o agricultor acaba por não acreditar no que é dito. De acordo com o entrevistado, a agroflorestra em busca da sintropia é um novo processo agrícola no Brasil, chamado de Agricultura Sintrópica, a qual possui diversos princípios e métodos que seriam boas alternativas produtivas para serem trabalhadas no semiárido.

Atualmente, o consultor busca pelo desenvolvimento de mecanismos locais que possibilitem a vivência prática da agroflorestra. Ele vive na região do Cariri e está se dedicando a construir um sistema de prestação de serviço agroflorestral. Neste sistema, é preciso contratar trabalhadores e montar uma estrutura técnica para chegar nos locais e implantar o sistema, sendo então formado por equipe, caminhão e mais todo o suporte técnico de implantação de sistemas agroflorestrais.

Quando perguntado sobre as dificuldades em ser um consultor agroflorestral, Antonio respondeu que, primeiro, o mercado não entende o que é um consultor agroflorestral, sendo este um profissional que lida com centenas de espécies, trabalha com a sucessão e a estratificação do sistema e que demanda mão-de-obra constante. Ainda assim, é um mercado que está crescendo cada vez mais, mas faltam muitas regulamentações. Além disso, de acordo com ele, às vezes o consultor nem vai no local, e somente manda o projeto agroflorestral para que a pessoa que buscou a consultoria possa implementá-lo, assim, perdendo a vivência agroflorestral.

A lógica e desenho agroflorestral é similar à edificação. De acordo com o consultor, existem os alicerces da agroflorestra, as colunas mestras, os telhados superiores e os tijolos que constroem o sistema. A agroflorestra é a casa das plantas e dos animais, e o lugar onde o ser humano pode interagir de forma harmônica com estes seres. O desenho inicial do sistema nunca é o que é de fato implantado, pois às vezes não tem as sementes necessárias, não tem a quantidade

de mudas prevista e outras plantas são colocadas em diferentes locais do sistema pois ficam melhor nestes do que naqueles previamente desenhados.

O agroflorestor trabalha com pequenos e médios produtores, e as implantações agroflorestrais feitas por ele são, geralmente, em sítios, comunidades indígenas e quilombolas, assentamentos rurais e propriedades particulares por meio de pessoas que o contratam para realizar algum curso. A agroflorestra é muito nova no Brasil e se contam nos dedos os que estão fazendo agroflorestra, e estes fazem por si mesmos, então não existem muitas experiências em larga escala. Não falta somente que a sociedade desperte para este mercado agroflorestral, mas também ter estrutura para chegar nos locais e implantar os sistemas.

Pensando em uma área produtiva para uma família de cinco pessoas, Antonio disse que é muito relativo e difícil de se chegar em um denominador comum, pois o querer e as necessidades de uma pessoa são diferentes de outras. Pensando em uma agricultura de subsistência, então, entre meio hectare (50m x 100m) e um hectare (100m x 100m) poderia suprir as necessidades de uma família.

Para o agroflorestor, não é a quantidade de terra que faz o sítio ser próspero, mas sim o saber do povo que ali vive e o objetivo da produção, sendo importante focar a produção em uma espécie-chave. De acordo com ele, se um produtor plantar várias espécies juntas, ele consegue colher o que quer na hora e deixar outras culturas para colher depois, tendo um aproveitamento de 1000% do seu canteiro produtivo.

Felizmente, o sertanejo consegue viver com muito pouco, porque ele só planta em uma janela do ano, que é na estação chuvosa. Nas outras estações - no semiárido só tem duas: a seca e a chuvosa - geralmente as áreas produtivas ficam abandonadas por falta d'água, e é nessas épocas que o sertanejo se alimenta do que estocou da colheita. Uma problemática forte no sertão é a de que muitas pessoas estão aposentadas e recebendo auxílio do Governo, começando a comprar ao invés de produzir. Desse modo, urge a necessidade de reintroduzir os jovens no campo e auxiliar no desenvolvimento de técnicas agrícolas sustentáveis, como o uso de sistemas agroflorestrais.

Para o agroflorestor, as dificuldades do semiárido são, principalmente, a falta d'água e a dificuldade ao acesso genético, além da dificuldade de acesso às tecnologias de plantio e às inovações agroecológicas, tendo em vista que não existe nenhum tipo de programa governamental de capacitação técnica agroecológica no país. Por causa disso, os agricultores não

compreendem a lógica dos consórcios, não sabem plantar nem manejar as árvores para podar e alimentar o solo, não compreendem que as raízes das árvores são as que mobilizam o fósforo que mantém o solo mais alcalino, nem mesmo entendem que a matéria orgânica aumenta a umidade e disponibiliza mais nutrientes para o solo.

O produtor rural, segundo Antonio, acredita que não é bom plantar árvores (plantas de ciclo longo), pois atrapalha a geração de renda, uma vez que este trabalha somente com plantas de ciclo curto e médio. A agrofloresta como tecnologia agrícola é muito recente e os agricultores no sertão ainda têm o limitante cultural de achar que não é possível produzir alimentos sem água. Por ter sido tão degradado, hoje os solos do semiárido estão desertificados e muito salgados, e as florestas possuem a habilidade de baixar essas concentrações de sal dos solos. Assim, a agroflorestal é uma excelente aposta para o semiárido.

Os agricultores no sertão não trabalham com cactáceas - as quais são uma ótima aposta para o semiárido, por não necessitarem de tanta água -, além de não saberem como trabalhar aproveitando ao máximo o tempo e o espaço, com as técnicas de sucessão e estratificação, respectivamente. De acordo com Antonio, nem mesmo apostam na fruticultura, que é mais positiva para o sertão do que a roça – plantação de arroz (*Oryza sativa* L.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), milho (*Zea mays* L.), entre outros.

De acordo com o consultor, não existe capacitação técnica agroecológica no campo, ninguém está indo no campo falar com os produtores sobre as vantagens da agroecologia e sobre como fazê-la na prática. Quem está no campo é a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará (EMATERCE), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), e escolas agrícolas “meia-boca”, segundo ele. A interação destas instituições com os produtores resulta em pouco conhecimento prático adquirido, e os produtores saem sem saber reproduzir a teoria na prática, porque as instituições não vivem o que ensinam.

Outro ponto importante levantado pelo consultor é o de que os jovens estão saindo do campo e não querem ser agricultores como seus pais. De fato, seguir o modelo de trabalho dos pais não deve ser mesmo uma opção, pois a agricultura de outrora - ainda praticada hoje - causa debilitação do trabalhador e exaustão da terra e dos recursos desta. A vivência nas cidades muda a perspectiva dos jovens do campo que, quando voltam para o interior, já não querem mais trabalhar na roça ou já têm outras visões capitalistas.

Tem acontecido, também, de o agricultor perder um ano de safra por conta da seca, perdendo também o banco de sementes natural que existe no solo, obrigando o agricultor a procurar instituições para obter as sementes necessárias para o seu plantio, estando estas cada vez mais geneticamente modificadas. Entretanto, e felizmente, alguns agricultores, a partir de perspectivas agroecológicas, estão guardando as suas sementes e criando bancos de sementes crioulas (naturais, sem modificação genética) para distribuí-las para outros agricultores.

É necessário desenvolver mecanismos que mantenham a população no campo, sendo a agroecologia e os sistemas agrofloretais ferramentas para mudar essa realidade, e reintegrar o ser humano como um sujeito ativo na conservação da natureza. A sugestão de Antonio é que mais escolas rurais sejam abertas para possibilitar o desenvolvimento das tecnologias agroecológicas no semiárido e guardar os bancos de sementes e as informações genéticas.

Entretanto, nos cultivos agroecológicos não existe o entendimento e o conhecimento sobre plantar e manejar floresta, pois estes cultivos apostam majoritariamente em ciclos curtos e médios. Dessa forma, não colocam o ser humano para, de fato, plantar florestas e viver nas florestas, sendo que, segundo Ernst Götsch, o caminho para a floresta produz alimento. Assim, é necessário incentivar, também, as práticas agrofloretais, aposta importante para o semiárido.

A agrofloresta traz a dinâmica das podas e, assim, as árvores não atrapalham as hortaliças e nem a roça. Na agrofloresta não é sobre enxada, e sim sobre tesoura de poda, facão, serra de poda, tudo para trazer a matéria orgânica para baixo, cobrindo o solo e avançando o sistema. A partir desta técnica, todos os produtos de ciclo curto vêm com uma qualidade muito melhor. Da forma degradada em que o solo do semiárido tem se encontrado, com alta acidez e sem matéria orgânica, a agrofloresta, com sua lógica de poda, é uma ferramenta essencial para a recuperação deste solo.

Os agricultores do sertão nunca tiveram a percepção de podar e trabalhar com o espaço e com o tempo. Estes sujeitos precisam aprender a podar as árvores e plantar essas árvores a partir de sementes, além de parar de colocar fogo nos sistemas. Ainda acontece da maioria dos agricultores ter dificuldade em compreender qual o papel da árvore neste sistema produtivo. É imprescindível que estes adquiram tal conhecimento, compreendendo que o que realmente alimenta o solo é a decomposição da madeira, que causa uma interação com bactérias e fungos especializados e que disponibilizam muito mais nutrientes.

Existe, também, a dificuldade na cultura dos hábitos alimentares do sertanejo, que vem importando cada vez mais seus alimentos das cidades. Uma reeducação alimentar é de fato algo demorado, podendo ser a escola uma grande auxiliadora neste processo, onde os alunos aprenderiam a comer alimentos diferentes, nativos da região, e (re)ensinar para as suas famílias, pois tudo está na educação, e a verdadeira educação liberta o ser humano, de acordo com agricultor.

Em determinado momento foi perguntado para Antonio o que muda na vida do agricultor que conhece a agroecologia, e a resposta dele foi que uma das coisas é que eles conseguem resgatar a família. Segundo ele, a abundância e a diversidade conseguem envolver mais as pessoas da família. Em uma família rural, nem todo mundo gosta de trabalhar com hortaliças, ou com animais, ou com madeira; são várias as janelas de ação que dão facilidade para agregar as pessoas da família, mantendo o formato de agricultura familiar. Alguns, ainda, buscam estudar fora para voltar e ajudar a família a melhorar o trabalho.

A diversidade de comida que a família passa a ter na mesa os torna mais felizes e saudáveis, sem medo de passar fome por conta da forte escassez de recursos no semiárido. Assim, diversidade e alimento saudável ajudam na manutenção da agricultura familiar no semiárido. Quando a família começa a produzir em casa, começa a ter muito mais pertencimento com a sua produção, e a possibilidade de não precisar comprar mais tantos alimentos de fora fortalece o trabalho familiar.

Uma vez que está instalada a agricultura familiar agroecológica, existe uma transformação da unidade familiar e um aumento da visibilidade desta, permitindo a visita de escolas ou visitas técnicas para compartilhar os conhecimentos teóricos e práticos da agricultura de base ecológica. Essa visibilidade traz consigo um sentimento de valorização para o sujeito que vive sua vida à margem do sistema globalizado, sendo o trabalho familiar algo que o enobrece.

A dignidade do produtor passa a crescer e ele passa a viver não tão envergonhado de estar caçando, botando fogo nas plantas ou veneno na terra. O produtor, então, se liberta das amarras impostas pelo sistema por meio de mecanismos e tecnologias da agricultura convencional, como o uso de agrotóxicos, por exemplo. Assim, segundo o consultor, o agricultor percebe que pode ser mais cientista, e pode compreender mais os processos do solo e da vida, além dele mesmo. Fazendo parte deste ciclo e trabalhando para manter a harmonia, o agricultor encontra seu lugar no meio, e retorna a ser um ente querido na natureza, cumprindo sua função.

Quando perguntado sobre as cooperativas no sertão e como estas se comportam em programas governamentais como o PNAE, Antonio respondeu que conhece a realidade direta de alguns produtores, mas não sabe se estes fazem ou não parte de associações e cooperativas. De acordo com ele, todo município tem cooperativa e assistência técnica agrícola, e as poucas que trabalham com agroecologia não têm o hábito de plantar floresta, porque não sabem fazê-lo.

Quando perguntado o que é bom plantar no sertão, tanto para o agricultor quanto para o meio ambiente, o consultor respondeu que é tudo sobre manejo, estratégia de consórcio e alimentação correta para o solo. Sabendo melhorar o solo, pragas como o bicudo não irão atacar a produção de algodão (*Gossypium hirsutum* L.), por exemplo, que já foi o “ouro branco” do sertão.

No sertão, de acordo com ele, a agricultura de subsistência no semiárido, aproveitando os ciclos hídricos locais, permite o cultivo de espécies como feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), milho (*Zea mays* L.), mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), jerimum (*Cucurbita moschata* Duchesne), maxixe (*Cucumis anguria* L.), gergelim (*Sesamum indicum* L.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.) e algumas hortaliças como coentro (*Coriandrum sativum* L.), cebolinha (*Allium schoenoprasum* L.), alface (*Lactuca sativa* L.), além de algumas frutas, porém a falta de assistência técnica não permite que o produtor rural feche o ciclo de produção.

As hortaliças da cultura alimentar brasileira, como coentro (*Coriandrum sativum* L.) e alface (*Lactuca sativa* L.), não são nativas. As pessoas no sertão não comem mais caruru (*Amaranthus viridis* L.), ou plantas alimentícias não-convencionais (PANCs), que são muito mais nutritivas e são nativas. Isto acontece porque não existe comércio para tais culturais, fazendo com que as pessoas não conheçam mais e não saibam consumi-las. É preciso, então, educar as pessoas a transformar seus hábitos alimentares e, mesmo assim, vai ter gente que não vai querer, sendo este um processo delicado e demorado.

As PANCs estão nas agroflorestas do sertão, mas não são o carro-chefe, pois ninguém as conhece mais, não existindo mercado para elas. Nos estágios iniciais e intermediários da agrofloresta algumas PANCs ficam no sistema, entretanto, depois de um tempo, com uma floresta mais desenvolvida, elas saem do sistema, pois não possuem mais funções neste. No início é muito bom trabalhar com elas, pois são espécies valentes e preferem lugares mais degradados.

Atualmente, os alimentos mais produzidos no sertão são: mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), farinha de trigo (*Triticum* sp. L.), cajá (*Spondias mombin* L.), cajarana (*Spondias dulcis* Parkinson), seriguela (*Spondias purpurea* L.), acerola (*Malpighia emarginata* DC.) e umbu (*Spondias tuberosa* Arruda), bem como sisal (*Agave sisalana* Perrine), carnaúba (*Copernicia prunifera* (Mill.) H.E.Moore) e babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.), além do mel. Algumas regiões produzem mamão (*Carica papaya* L.) e banana-da-terra (*Musa paradisiaca* L.) de qualidade, além de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) e gergelim (*Sesamum indicum* L.), e cultivo de animais, como galinhas e cabras, com uma boa produção de queijo em regiões mais leiteiras.

Muitas espécies são plantadas para alimento animal, como a palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.), a algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.), a gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.), a leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) e a moringa (*Moringa oleifera* Lam.), embora os produtores ainda não saibam consorciar as produções e não saibam como planejar sistemas produtivos para que os animais comam andando, ou sistemas de rotação de cultura.

As culturas básicas plantadas nas roças agroflorestais do sertão são milho (*Zea mays* L.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e jerimum (*Cucurbita moschata* Duchesne). A horticultura é sempre igual nas agroflorestas do sertão e, dependendo da cultura da região, são plantados inhame (*Dioscorea* sp. L.), taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott), cúrcuma ou açafrão-da-terra (*Curcuma longa* L.), gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) e cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.).

São plantados capins (gêneros *Panicum* sp. L. e *Cynodon* sp. Rich., além de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.) e capim-massai (*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs), quiabo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench), berinjela (*Solanum melongena* L.), cítricos (*Citrus* sp. L.), pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) e açaí (*Euterpe oleracea* Engel). No Ceará, as árvores mais plantadas são cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), mangueira (*Mangifera indica* L.), abacateiro (*Persea americana* Mill.), aceroleira (*Malpighia emarginata* DC.) e ateira (*Annona squamosa* L.).

No semiárido como um todo, o consultor contou que já trabalhou com agrofloresta na Bahia, em Barreiras, Tanquinho, Jequié, Vitória da Conquista e mais ao sul do estado - bem como em Exú, no Pernambuco, em Itaitinga, Cascavel, Fortaleza, Juazeiro do Norte e Crato, no

Ceará, em Souza, na Paraíba e em Várzea Queimada, no Piauí. Segundo ele, estas experiências precisam crescer muito no semiárido, e o Cariri vai começar a ser um grande polo de agrofloresta nos próximos cinco anos, onde será criado um circuito de sítios na região e uma frente independente. Com o trabalho de consultoria, Antonio pretende criar uma rede no sertão conectando o ensino da agrofloresta e expandindo este conhecimento para todos os municípios da região.

A comercialização agroecológica é feita a nível local, nas cidades próximas aos sítios agroecológicos, onde os produtores vendem pessoalmente nas feiras ou conseguem alguém - da família ou de fora, como algum conhecido - para fazer uma ponte entre eles e o mercado, facilitando a comercialização de seus produtos. As opções dadas para o agricultor são capitalistas e insustentáveis, dificultando a comercialização dos seus produtos.

Segundo Antonio, as maiores dificuldades na comercialização agroecológica vêm da falta de assistência do Governo, devido à desvalorização deste para com a agricultura de base ecológica e para com a agricultura familiar. De acordo com o agricultor, nenhum município brasileiro, até hoje, adotou a agrofloresta como modelo predominante de cultivo, mas alguns municípios são exemplos na busca por terem uma produção mais agroecológica.

O consultor informa ainda que já visitou o Sítio Tabuleiro, em Nova Olinda (CE), de seu Zé Artur, e que lá existem muitas árvores, mas que não são podadas. Segundo ele, por não ter mão-de-obra suficiente no sítio, não houve poda nas árvores e perdeu-se parte da produção frutífera de seu Zé Artur, pois a manga fica muito alta, o abacate também, e o solo fica descoberto com folhas ralas. De acordo com Antonio, se ele podasse suas árvores, o solo estaria muito mais rico e as frutas estariam em maior abundância.

Lá é um ambiente verde e bonito, diferente dos vizinhos, mas que não tem mais como retornar o sistema para uma clareira e aproveitar para plantar espécies de ciclo curto a partir da entrada de sol. Ou seja, para o consultor, seu Zé Artur plantou árvores, mas não consegue mais plantar feijão ou horta nas áreas de agrofloresta avançada, tendo que abrir outras áreas para a produção destes.

Para Antonio, o agricultor sertanejo precisa saber trabalhar com a sazonalidade do tempo e produzir com a diversidade de espécies, e não ficar preso a um só produto. Além disso, é interessante que este tenha um marketing do seu produto e busque uma boa comunicação com seu público. É importante a capacitação de pessoas com visão empreendedora para serem

desenvolvidas novas metodologias de comercialização dos produtos agroecológicos e agroflorestais.

Antonio finaliza explanando que, para ele, o capitalismo teme apenas uma coisa: a abundância. Para ele, “O capitalismo teme que o povo tenha uma vida viva, que cada um possa ser dono de sua própria vida e que a grande massa diga não. O capitalismo teme o conhecimento, a inclusão social e a escolha consciente.” Ou seja, os combustíveis para juntar as pessoas e, assim, estas desenvolverem estratégias de convivência com o semiárido. A força da agrofloresta serve para transformar o povo em um povo consciente e que sabe falar não. O povo, então, encontra sua liberdade na abundância.

Com a agrofloresta, o produtor volta a plantar árvores na propriedade rural e a consorciar as culturas já trabalhadas, visando o avanço do sistema. A agrofloresta ensina a colocar os seres humanos e os outros animais dentro deste sistema de abundância, onde cada um cumpre sua função no meio e ajuda a manter o sistema estável. Esta ciência e filosofia auxilia na compreensão de que cada vida tem um valor inestimável, e que não é possível criar animais de grande porte em savanas e desertos como fazem no semiárido, pois eles precisam de sombra, água e disponibilidade nutricional. Para o agroflorester, além de tudo, é preciso trabalhar com o coração.

Desse modo, é necessário que os estudiosos, técnicos e políticos em agroecologia se debrucem sobre as comunidades que já utilizaram os princípios de agricultura ecológica no passado, buscando compreender como elas se organizaram e porque esse pode ser um novo modelo onde a sociedade moderna vai precisar voltar para o campo.

É necessário que as comunidades tomem consciência de que a agricultura precisa ser trabalhada de uma forma mais madura e objetiva, buscando desenvolver um programa de acesso à terra e ensinar como fazer essa transformação, através de boas genéticas (sementes crioulas) e tecnologias que realmente funcionem para o contexto do semiárido, buscando garantir produtos justos e sustentáveis. É importantíssimo que as pessoas parem de colocar fogo e agrotóxicos na terra. Segundo o consultor, este é um programa que vai demorar a chegar, mas que é possível, e é por isso que ele trabalha.

5. PROPOSTA DE SISTEMA AGROFLORESTAL AGROECOLÓGICO (SAFA) PARA ÁREAS DE CAATINGA DO CRISTALINO NA REGIÃO SEMIÁRIDA DO ESTADO DO CEARÁ: FUNDAMENTOS E REFLEXÕES

Para propor um modelo de Sistema Agroflorestal Agroecológico (SAFA) se faz necessária a conceituação das características ambientais da região semiárida especificamente para o estado do Ceará, bem como dos princípios norteadores das agroflorestas sintrópicas, além da explicação de como foram escolhidas as espécies que compõem o modelo proposto e algumas premissas básicas de organização do espaço para a implantação do sistema.

5.1 Modelo base do Sistema Agroflorestal Agroecológico (SAFA)

Como já foi mencionado anteriormente, é urgente a construção de um modelo de desenvolvimento que tenha como objetivos principais conservar os recursos naturais e a biodiversidade, conferir condições justas de trabalho e de mobilização social e transformar a economia em um sistema circular e equânime para todas as classes. É extremamente necessário refletir sobre a importância de alcançar certo nível de desenvolvimento local, com ênfase na necessidade de (re)construção do conhecimento local, o que seria uma estratégia básica para processos de transição agroecológica (GUZMÁN, 2001). O autor propõe um conceito de desenvolvimento rural, pautado nos princípios agroecológicos, fundamentado no:

“descobrimto e na sistematização, análise e potencialização dos elementos de resistências locais frente ao processo de modernização para, através deles, desenhar de forma participativa, estratégias de desenvolvimento definidas a partir da própria identidade local do etnoecossistema concreto em que se inserem.” (GUZMÁN, 2001, p. 36).

De acordo com o autor, a agroecologia precisa utilizar, na maior medida possível, os elementos que caracterizam a resistência de cada identidade local, o que, segundo o autor, acontecerá de maneira mais eficaz quando forem potencializadas as formas de ação social coletiva, uma vez que estas possuem potencial endógeno transformador. Portanto, o núcleo central de sua proposição teórica e metodológica é detectar as soluções que existem localmente e monitorar e animar os processos de transformação existentes em uma dinâmica participativa.

A ferramenta central da análise do autor é a agricultura participativa, cuja finalidade é criar elementos para o desenho de métodos de desenvolvimento endógeno (ou local), a partir do contexto intrínseco àquele ambiente e com base nos princípios agroecológicos. De acordo com o autor, a agricultura participativa permite o desenvolvimento participativo de tecnologias agrícolas – como fornecer orientações que permitem fortalecer a capacidade local para os trabalhadores

rurais experimentarem e inovarem em seus agroecossistemas, utilizando os recursos naturais específicos do local.

Para o Guzmán (2001), a agricultura participativa não pretende substituir as pesquisas das estações experimentais ou negar a investigação científica, mas sim modificá-la, transformando o núcleo central de poder que esta detém – baseado na ciência convencional – em outro núcleo fundamentado no conhecimento local, pois este elemento responde às prioridades e capacidades de cada localidade, além de valorizar a capacidade destas em desenvolver agroecossistemas sustentáveis.

O planejamento dos agroecossistemas deve ser feito mediante um enfoque sistêmico e holístico, baseado nas características socioambientais, econômicas, políticas e culturais de cada local. As variáveis ambientais e sociais locais podem ser valorizadas e tidas como modelo para a conservação dos recursos naturais e culturais locais, visando um verdadeiro desenvolvimento sustentável.

Especificamente com relação à região semiárida no estado do Ceará, Farias, Silva e Rodriguez (2013) fazem uma análise a partir da geoecologia das paisagens – uma ciência ambiental que contribui para o planejamento e gestão ambiental de modo a reduzir os impactos negativos gerados por intervenções no ambiente e favorecer as potencialidades de cada local. De acordo com os autores, o Ceará tem, aproximadamente, 136.328 km² sob a influência do clima semiárido – cerca de 92% do seu território. Dos seus 184 municípios, 117 estão totalmente incluídos no domínio semiárido e o restante está parcialmente influenciado pelas condições de semiaridez.

Ainda assim, os sertões secos do estado possuem variadas condições de clima, hidrologia, pedologia e ecologia, os quais influenciam diretamente nas características ambientais e econômicas deste. No Ceará, o clima semiárido é caracterizado por temperaturas regulares com intensa insolação devido às baixas latitudes equatoriais, exibindo médias térmicas superiores a 26°C, além de acentuada amplitude diurna e elevadas taxas de evaporação e evapotranspiração, com estação chuvosa predominante de três a cinco meses alternada com o período seco que dura de sete a nove meses (FARIAS; SILVA; RODRIGUEZ, 2013).

Segundo os autores, o Ceará está situado sob o Domínio Morfoestrutural da Depressão Sertaneja, onde há predominância de rochas de embasamento cristalino – representadas pelas litologias datadas do período Pré Cambriano. São as rochas cristalinas que

condicionam o potencial hidrológico e agrícola da região, uma vez que estas possuem reduzida capacidade de acumulação de água e influenciam na rede de drenagem superficial, caracterizada como muito ramificada, com padrões dendríticos, subdendríticos e dentrítico-retangulares, alimentando rios com regime intermitente.

Nas depressões sertanejas a dinâmica dos processos de formação dos sistemas ambientais tem como principal causa as elevadas alternâncias térmicas diárias, além da irregularidade e da concentração do ritmo pluviométrico. A desagregação mecânica das rochas possui caráter relevante nos sertões, variando em função da intensidade de insolação a qual as rochas são submetidas, assim como o escoamento superficial que é intensificado devido às variações térmicas anuais e à precária proteção do solo em sua superfície, propiciada pela vegetação de caatinga, o que fortalece a ação erosiva na estação chuvosa (FARIAS; SILVA; RODRIGUEZ, 2013).

De acordo com os autores, estes processos têm importância predominante na dinâmica natural da paisagem sertaneja, cujo desenvolvimento se dá em função das variáveis climato-hidrológicas locais. Tal dinâmica natural tem sido modificada ao longo dos anos a partir de intervenções antrópicas que comprometem todo o sistema natural, as quais têm levado à aceleração dos processos de degradação que, em alguns casos, atingem estágios irreversíveis, como é o caso dos núcleos de desertificação que existem no estado nos sertões do Médio Jaguaribe e dos Inhamuns, por exemplo.

A alteração da dinâmica natural da região pode ser evidenciada a partir do processo de desenvolvimento urbano, bem como das práticas agropecuárias, cuja ocorrência se dá sem considerar a fragilidade dos sistemas ambientais que compõem a paisagem sertaneja. É a partir da compreensão dos processos que atuam nos ambientes semiáridos, baseados em uma metodologia que busque integrar os diferentes componentes do meio físico e do meio social humano que se torna possível a realização de uma análise espaço-temporal a fim de quantificar as intervenções no ambiente natural em um determinado espaço de tempo.

Estas análises são imprescindíveis para subsidiar o planejamento ambiental na região e utilizar suas potencialidades e fragilidades para construir sistemas sustentáveis. Levando em consideração os fatores climáticos, hidrológicos e ecológicos, sistemas produtivos alternativos podem ser desenvolvidos especificamente para a região, considerando a biodiversidade local e a estrutura original das florestas secas da caatinga para a construção destes. O planejamento dos

sistemas deve buscar utilizar as estratégias de acoplagem estrutural das espécies nativas da caatinga para conduzir à criação de um sistema que vise reconstruir a saúde ambiental dos ecossistemas do semiárido e alimentar a população sertaneja.

De acordo com Araújo Filho *et al.* (2010), a fragilidade ambiental da região semiárida exige que o seu uso sustentável seja feito por meio de sistemas produtivos diversificados, integrados, energética e ecologicamente coerentes e viáveis nas dimensões social e econômica. Para os autores, o modelo de exploração sustentável dos recursos da região deve tornar as propriedades rurais resistentes às mudanças climáticas – comuns na região – assegurando estabilidade econômica, produtividade mais elevada e melhoria das condições ambientais.

Este modelo, segundo os autores, deve ser alcançado apenas por meio da adoção de técnicas que utilizem de melhor forma a água, o solo, as plantas e os animais, integrando as atividades da propriedade agrícola e o seu relacionamento com os produtores. Nesse sentido, os Sistemas Agroflorestais (SAFs) são grande aposta para esta transição em direção a uma agricultura de base ecológica e sustentável. No semiárido, a agrofloresta tem a função de evitar o processo de desertificação, contribuindo com a questão climática além de trazer comida em abundância para o povo sertanejo.

5.1.1 Princípios das Agroflorestas Sintrópicas

Para construir um Sistema Agroflorestal Agroecológico (SAFA) no semiárido ou em qualquer outra região do Brasil é indispensável compreender os princípios da agrofloresta e da agricultura sintrópica. A partir destes princípios é possível construir qualquer tipo de sistema em qualquer área, pois são estes que fundamentam e orientam a construção destes sistemas.

Na agrofloresta, a busca é no sentido de otimizar os processos, não de maximizar a produção. Isto ocorre como consequência do primeiro. Por isso, a agrofloresta é como se fosse um laboratório de pesquisa. Por ser uma prática recente, devem ser feitas várias experiências diferentes, várias técnicas e vários modelos, buscando sempre aperfeiçoar o sistema.

Dessa forma, a presente pesquisa visou elaborar um modelo que melhor se adeque às condições da região semiárida no estado do Ceará, dando ênfase para a estrutura do sistema, uma vez que as espécies escolhidas para compor este sistema podem ser as mais diversas, ficando a critério das pessoas/famílias/empresas que forem implementá-lo em suas propriedades.

Os agroflorestores do Brasil entendem que fazer agrofloresta é replicar o que a natureza já fornece para as plantas. Por isso é fundamental, antes de tudo, analisar o local. Ao observar os sinais (coloração, folhas, frutos etc.) e a arquitetura das plantas, é possível identificar qual o hábito e estrato destas. Os modelos produtivos a serem construídos devem ser obedientes ao funcionamento e a dinâmica do lugar, dando força para um desenvolvimento sócioespacial centrado na conservação dos recursos naturais e na autonomia dos seres humanos.

Além disso, é fundamental que, antes da implantação do sistema, seja feito um levantamento histórico da área, buscando compreender quais espécies vegetais estavam presentes no local, se já foi realizado algum plantio, o que foi colhido e o que ainda permanece no sistema.

Assim, o planejamento do sistema fica alinhado com a sucessão ecológica natural do local, que deve ser sempre levada em consideração para que os processos ocorram de forma mais rápida e efetiva. Ademais, o manejo da área é fundamental para que esta seja regenerada, a partir de práticas como a capina seletiva, a roçagem, a poda, a organização da matéria orgânica e o consequente enriquecimento do sistema.

De acordo com Antonio existem quatro pilares que sustentam os SAFs e orientam na construção das agroflorestas: densidade, diversidade, sucessão e estratificação. Para construir uma agrofloresta é fundamental compreender que os plantios devem ser feitos de forma adensada, ou seja, diversas espécies devem ser plantadas no mesmo tempo e no mesmo espaço, garantindo a maximização do uso do espaço e a possibilidade da própria natureza realizar a seleção natural e designar quais serão os indivíduos que irão se estabelecer de forma mais satisfatória.

A diversidade do sistema também é chave indispensável para o sucesso deste. Quanto mais diversidade de espécies no sistema, maior serão as possibilidades de sucesso do crescimento de mais de um indivíduo e cultura. Para o sistema, a existência de diferentes espécies favorece a sucessão natural, pois plantas de diferentes hábitos - gramíneas, arbustivas e arbóreas -, em uma mesma área, são plantadas com o crescimento alinhado à recuperação do solo e da estrutura da vegetação no local.

Mesmo com uma grande diversidade de espécies dentro do sistema, não há competição nas agroflorestas, apenas cooperação entre as diferentes formas de vida que ali atuam. É necessário e urgente perder o olhar individualista para enxergar a agrofloresta com um

olhar solidário, compreendendo que cada organismo do sistema possui uma função específica que auxilia no sucesso deste.

A diversidade traz para o sistema múltiplas funções – geração de matéria orgânica, fixação de nitrogênio, aprofundamento do aporte de água no solo devido às raízes das árvores, alimentos, madeira etc. E, em adição, a diversificação garante vários caminhos para o escoamento da produção e para a geração de renda.

Compreende-se, então, que a natureza sempre trabalha em um caminho que produz cada vez mais vida (do simples para o complexo, como explica a sintropia). A agrofloresta, nesse sentido, é uma forma de acelerar este caminho que a vida faz naturalmente.

Outras formas de vida, como os fungos, também são essenciais para o sucesso do sistema. É a partir destes microorganismos que a saúde do ecossistema começa a se equilibrar. A presença de fungos é muito positiva – a cobertura do solo com matéria orgânica, principalmente madeira, acelera este processo e, por outro lado, os fungos aceleram o processo de decomposição da matéria orgânica. Quanto mais diversidade de madeira na cobertura do solo, maior a quantidade de nutrientes para os microorganismos.

Porém, no período de seca, parte destes ficam em dormência, e é a água o principal ativados destes microorganismos e das sementes – com a água vem a explosão de vida. Felizmente, existem espécies cactáceas e suculentas que podem fornecer água para iniciar este processo, principalmente em locais em que não há água suficiente ou mesmo nenhuma. É por isso que os agroflorestores dizem que “o agroflorestor, antes de ser um bom plantador, tem que ser um bom criador - de microorganismos e pequenos animais do solo – o rebanho do solo”.

A sucessão diz respeito ao tempo de ciclo de vida de cada espécie dentro do sistema, ou seja, com quanto tempo determinada espécie terá cumprido sua função no meio e poderá ser retirada do sistema. Existem espécies que produzem em até 90 dias, outras de 180 dias a um ano, outras em três anos, outras em seis, oito ou 10, até mesmo 20 a 30 anos. O importante para construir um sistema agroflorestal é buscar ocupar estas lacunas temporais para que haja produção em todos os anos, gerando renda contínua para os proprietários.

Dentro da sucessão, mesmo que existam diferentes escalas de tempo – placenta I (até 3 meses), placenta II (6 meses a 1 ano e meio), pioneiras (até 3 anos), secundárias (até 8 anos) e primárias (25, 50, 300 anos) -, todas as culturas de um sistema devem ser plantadas juntas no dia 0. Ao longo do tempo, as espécies vão crescer em seus próprios tempos e, à medida que foram

cumprindo suas funções no meio, vão se retirando do sistema. Neste esquema, a função principal das culturas que têm ciclo de vida mais curto é criar as culturas de ciclo de vida mais longo, ou seja, o ciclo anterior cria as plantas do próximo ciclo, dando condições para que estas se estabeleçam.

Com base em Neto *et al.* (2016), a sucessão nos SAFs se baseia na Sucessão dos Sistemas Ecológicos onde, ao final de cada ciclo – quando se abre uma lareira na floresta – toda vegetação é sucedida por outra mais especializada em se desenvolver em um nível mais elevado de fertilidade do sistema, gerado pela vegetação anterior. Cada nível de fertilidade tem, em sua estrutura, a sucessão da placenta colonizadora pelas árvores pioneiras, seguidas pelas secundárias e, destas, as climácicas, fechando o “ciclo respiratório” da floresta.

Ainda que a sucessão dos sistemas seja diferente em cada bioma e nicho ecológico, levando em consideração características como clima, relevo e solo, esta possui características comuns que independem dos biomas nos quais ocorre. Embora estimular os processos de digestão e respiração no sistema consuma matéria orgânica, quando o solo está suficientemente estruturado com acúmulo de serapilheira e matéria orgânica, aumentos moderados na digestão e respiração podem resultar em aumento na taxa de fotossíntese (NETO *et al.*, 2016).

Segundo os autores, Ernst Götsch nomeou três sistemas dentro da sucessão dos sistemas ambientais: de lignina, de acumulação e de abundância. O primeiro diz respeito aos sistemas compostos por colonizadoras, pioneiras, secundárias e climácicas que ocorrem em condições ainda muito degradadas ou onde a escalada em espiral da sucessão vegetal em direção à biodiversidade está no início. Neste sistema, boa parte da matéria orgânica produzida pela vegetação é acumulada na forma de diversos compostos, os quais incluem o húmus – que serve como uma cola unindo grãos de argila, areia e silte, formando bolos de terra e matéria orgânica.

Juntamente com o trabalho dos animais e das raízes das plantas, o solo vai se tornando uma esponja, cujos espaços possibilitam o armazenamento de água e ar, ficando disponíveis para micróbios, animais e a vegetação, durante muitos dias depois de chover. A matéria orgânica, então, cola os nutrientes presentes no solo para que não sejam lavados pela água e possam ser absorvidos pela vegetação (NETO *et al.*, 2016).

Os sistemas que seguem os de lignina são os de acumulação, pois estes são especializados em acumular matéria orgânica e é neles que esta se acumula com maior velocidade. Nestes, a vida já se estruturou o suficiente para que os aumentos moderados na

respiração resultem em maiores aumentos da fotossíntese, levando ao máximo o acúmulo de matéria orgânica.

Em seguida, os sistemas de abundância se estabelecem, em grande parte porque passaram por diversos processos de renovação. As madeiras são mais moles e quebram os galhos com maior facilidade, favorecendo a ocorrência de eventos de renovação no sistema, a fim de abrir uma nova clareira e iniciar um novo ciclo. Para os autores, esta configuração do sistema demonstra como a infinita inteligência que governa as florestas conduz de forma perfeita o crescimento da atividade dos seres vivos, controlando teores de nitrogênio na matéria orgânica e em decorrência dos tipos de solo.

A grande sacada de Ernst é que os processos de renovação que levam ao sistemas de abundância podem ser intensificados por meio de podas no sistema, sejam elas parciais e realizadas várias vezes ao ano ou totais e realizadas em ciclos como cinco, 10, 20, 50 ou 100 anos (NETO *et al.*, 2016). Este princípios tem origem na agricultura tradicional de base agroflorestal praticada por povos indígenas – prática chamada “Terra Preta de Índio” - e quilombolas e outras populações tradicionais.

Segundo os autores, solos em que a matéria orgânica predomina, que chegam a atingir profundidade superior a dois metros, ainda existem por toda a Amazônia. A partir de estudos arqueológicos e de paleobotânica houve a comprovação que tais solos tiveram sua origem na ação dos povos indígenas.

Este uso dos processos de renovação, com sabedoria e moderação, possibilitou que os povos da América deixassem um legado de solos de imensa fertilidade e agroflorestas de impressionante biodiversidade. Os sistemas eram tão integrados aos processos naturais que os portugueses não puderam compreender que as “florestas virgens” que viam no Brasil eram na realidade SAFs manejados pelos povos indígenas (NETO *et al.*, 2016).

Já a estratificação, de acordo com os autores, é um processo que ocorre ao mesmo tempo que a sucessão. Nesta, os organismos florestais se estruturam em andares, em cada fase da sucessão natural para, em conjunto, captar a energia do sol com máxima perfeição. O estrato de uma planta, então, é o andar que sua copa ocupa dentro da floresta da qual se origina quando o organismo florestal atinge a fase de sucessão vegetal a qual ela pertence. Por exemplo, se uma árvore é secundária do estrato médio, ela ocupará o andar médio quando o organismo florestal atingir o estágio secundário da sucessão natural.

Para os autores, é importante considerar que existem ecossistemas mais altos e mais baixos, relacionados ao clima e/ou ao solo de origem. Árvores de estrato alto pertencentes de florestas baixas naturalmente serão mais baixas que árvores de estratos inferior originadas de florestas muito altas. Ainda assim, deve-se manter a noção de que o estrato tem a ver com entrada e recebimento de luz, não altura (NETO *et al.*, 2016).

O estrato das plantas está relacionada ao hábito de cada uma em seu hábitat original. Para saber o estrato de determinada planta, basta observar os sinais que a planta dá em seu habitat natural. É imprescindível compreender que a poda não muda o estrato de uma planta, apenas o porte, tendo cada indivíduo seu próprio estrato. As podas devem ser feitas considerando o sistema como um todo, analisando as plantas vizinhas e executando os tipos de poda necessários para cada situação.

Desse modo, é nesta configuração que os organismos florestais atingem a velocidade máxima de crescimento da matéria orgânica dos solos e em todo o sistema. Quanto mais vida for se estruturando no lugar, a disponibilidade crescente de energia e nutrientes que ocorre por meio da produção de matéria orgânica – com níveis moderadamente crescentes de nitrogênio -, resulta em aumentos da fotossíntese maiores que os da respiração.

Se o caminho em espiral da sucessão natural da vida fosse melhor compreendida, segundo os autores, as atividades agropecuárias dariam prioridade, no lugar da incorporação de adubação verde com altos teores de nitrogênio, ao cultivo de vegetação que produza matéria orgânica mais pobre em nitrogênio e mais rica em carbono, como geralmente são os capins, além de aplicar a adubação verde em cima, e não dentro do solo.

Nesse sentido, compreendendo dos maiores aos menores detalhes, começa a haver a percepção de que as espécies que surgem espontaneamente são eficientes e cuidadosamente selecionadas pelos organismos florestais, com o objetivo de aumentar a velocidade que caminham em direção à fertilidade, abundância e diversidade de vida.

De acordo com os autores, é nas clareiras das etapas mais avançadas da sucessão natural que se encontram as condições perfeitas para o desenvolvimento de grande parte das lavouras, ou seja, são os lugares naturais onde se encontra a vegetação que mais parece com as lavouras do Brasil. Assim, a base para o preparo do solo e do ambiente dos SAFAs é buscar aproximar as condições das lavouras à condição da melhor clareira possível (NETO *et al.*, 2016).

É muito possível que todo o trabalho de recuperação da fertilidade e produtividade do Organismo Lavoura seja realizada pelo próprio organismo movido pela energia solar. Entretanto, em locais há muito privados da vida e do trabalho realizado pelos organismos florestais, como em ambientes extremamente degradados, é necessário juntar esforços para utilizar energia, trabalho, técnicas e recursos desenvolvidos pela agricultura artificial, pelo menos no início do sistema. Entre estes, segundo os autores, incluem-se a adubação (normalmente como fazem na agricultura orgânica), técnicas de preparo de solo e, em alguns casos, o uso de irrigação.

Para os autores, o uso de técnicas desenvolvidas na agricultura artificial deve ser visto como uma homeopatia que contribui para curar os males que este mesmo sistema criou, ao expulsar as pessoas e a própria natureza dos campos. É fundamental, então, seguir métodos e práticas que conduzam a um estágio onde os trabalhos sejam realizados pela própria vida do Organismo Lavoura, em conjunto com o discernimento dos seres humanos e seu trabalho de manejo.

Sob esta óptica, é indispensável adaptar equipamentos para facilitar um ótimo manejo da matéria orgânica no sistema e, além disso, manter a escala mais humana possível dentro do processo de mecanização – seja para evitar danos ambientais como a compactação do solo ou visando reintegrar o ser humano aos processos naturais -, buscando optar por máquinas mais leves e pela presença humana dentro dos processos do sistema. Nesse sentido, os SAFs são organismos que dependem de muita mão-de-obra.

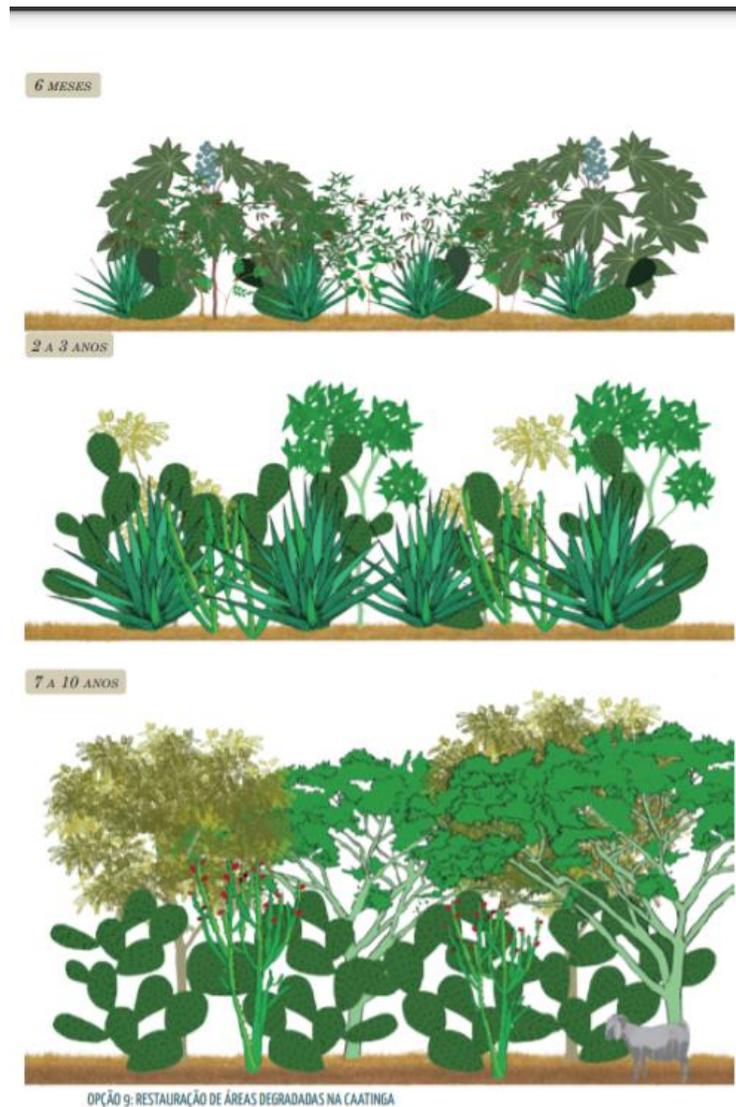
Um excelente hábito para as e os agricultores familiares que buscam a transição para uma agricultura de base ecológica é a troca de experiências entre instituições, parcerias com a comunidade e a realização de mutirões agroflorestais, garantindo uma expressiva mão-de-obra para manejar o sistema e acelerar os processos. Nos mutirões são realizadas trocas de informações, trocas de sementes, socialização de equipamentos etc.

Para que os processos naturais que promovem a abundância se estabeleçam em menor tempo, mesmo quando partindo de condições inadequadas para o cultivo de lavoura, deve-se apostar nas podas com intensidade muito maior do que aquela que ocorria naturalmente, incluindo o fornecimento de madeira e o uso de plantas típicas do sistema de abundância, como as bananeiras (*Musa* spp. L.).

Em suma, consórcios baseados na estratificação e na sucessão otimizam a ocupação dos nichos ecológicos, gerando produção de alimentos diversificados para a vida do solo (NETO

et al., 2016). Para os autores, se cada planta está em sua determinada função na sucessão e estratificação, o que existe é cooperação e organicidade, e não competição. A seguir, a Figura 10 representa um exemplo de como ocorre o processo de evolução dentro de um SAF ao longo do tempo:

Figura 10 - Corte transversal de um exemplo de evolução temporal de um Sistema Agroflorestal com 6 meses, 2 a 3 anos e 7 a 10 anos.



Fonte: Miccolis *et al.* (p. 174, 2016).

É por isso que este é um sistema que deve ser organizado de modo a preencher as lacunas espaço-temporais das diferentes espécies e de seus ciclos de produção e de vida. Por ser uma ciência e prática nova, a agrofloresta por vezes é lida como um sistema complexo e de difícil

desenho e manejo, pois é absolutamente contrária à lógica mineralizadora das monoculturas, que acabam com a diversidade do sistema.

Por serem diversas espécies, cada uma com seu tempo de produção, com o tempo certo para a poda e com altura própria, o manejo certamente se dificulta. Ainda assim, compreendendo estes princípios, analisando as características naturais de cada espécie e tendo força de vontade para trabalhar, estes sistemas podem conduzir para a regeneração de áreas degradadas e promoção da soberania alimentar dos atores envolvidos.

Ao planejar uma agrofloresta é necessário pensar no clima, no bioma, nas preferências dos produtores locais e o que está rendendo bem no comércio local. Estar atento à sazonalidade é uma regra constante no universo agroflorestal. Deve-se aproveitar cada período do ano – chuvoso e seco, potencializando a produção do sistema.

No período da chuva a mão-de-obra é mais escassa, pois todas as partes do sistema estão em alta produtividade e necessitam de atenção e manejo constantes. Uma estratégia que os agricultores do semiárido fazem há muito tempo é distribuir a mão de obra ao longo do ano e definir atividades para adiantar no período da seca (verão), ganhando tempo por adiantar alguns processos para que a chuva possa fazer boa parte do trabalho quando chegar.

É, também, saber a época de plantio de cada espécie, onde e como será feito o escoamento da produção para os centros urbanos, como é o clima local, os períodos do ano e os ciclos da natureza. Deve-se dar a ênfase necessária e frisar que a agrofloresta não é uma receita pronta. O que existe são princípios e, entendendo os princípios, é adaptar o sistema e as espécies para cada realidade.

Antes de iniciar o plantio de qualquer SAF, é extremamente importante que exista um plano bem dimensionado da forma como será obtida e manejada a matéria orgânica necessária para que o sistema, desde o início, tenha um solo saudável para o cultivo de árvores e lavouras, buscando uma cobertura permanente (NETO *et al.*, 2016). De acordo com os autores, ao deixar os solos cobertos nos primeiros anos de desenvolvimento do sistema, o trabalho das famílias tem sido facilitado e os custos de produção têm diminuído.

Para os autores é fundamental avaliar se na área de implantação existe matéria orgânica suficiente para iniciar o plantio com canteiros cobertos no mesmo ano. Para que não falte este insumo tão importante, a recomendação mais viável é iniciar plantando os canteiros

com o dobro da distância que será deixado no ano seguinte, juntando a matéria orgânica de toda a área para cobrir os canteiros mais distantes (NETO *et al.*, 2016).

Segundo Neto *et al.* (2016), uma das técnicas utilizadas é deixar, entre os canteiros, faixas reservadas para a produção de capins e adubos verdes que produzam serapilheira fácil de ser realocada nos canteiros ou faixas para produção de lavouras. Estas faixas reservadas para produção de matéria orgânica devem ter largura suficiente para possibilitar a não necessidade de uma capina, devendo restar aproximadamente metade da matéria orgânica para manter cobertas as próprias faixas de produção desta.

Se o capim disponível for bastante produtivo, bem plantado e com boas condições de desenvolvimento, o ideal é que, em geral, a faixa para produção de capim seja de três a quatro vezes maior do que a área a ser coberta. Os autores afirmam que esta é apenas uma referência inicial, e é indispensável que a prática continue, visando seu aperfeiçoamento. Trazer capim de fora do sistema é muito mais caro e menos eficiente do que produzi-lo dentro e, por isso, à medida que as pessoas tem ganhado experiência na prática agroflorestal, elas têm reconhecido que é melhor exagerar na largura das faixas de capim e adubo verde do que plantá-las estreitas.

Diante do exposto, para que seja possível implantar um SAF, deve-se planejar quais espécies serão introduzidas no sistema, bem como a quantidade de cada uma e a organização espaço-temporal destas. Para os autores, utilizar uma estratégia de planejamento como o Quadro 5 é essencial e recomendado, preenchendo cada lacuna espaço-temporal, como é exposto a seguir:

Quadro 5 – Relação entre tempo de vida e estrato das espécies escolhidas para compor o modelo de Sistema Agroflorestal Agroecológico (SAFA) proposto para a região semiárida no estado do Ceará.

Estrato	Ocupação	Grupos Sucessionais						
		Até 90 dias	120 a 180 dias	1 a 3 anos	3 a 6 anos	12 a 20 anos	25 anos	+30 anos
Emergente	20%	Milho João Gomes		Pau d'arco	Angico	Aroeira		
Alto	40%	Feijão de corda Canafístula	Guandu Leucena Margaridão	Mandioca Mandacaru Palma forrageira	Seriguela			

Estrato	Ocupação	Grupos Sucessionais						
Médio	60%	Capim Andropogon						Catingueira
Baixo	80%		Jerimum	Abacaxi				

Fonte: Adaptado de Neto *et al.* (2016).

Ao construir o Quadro 5 o objetivo é desenvolver o plano de produção – o que produzir no começo, no meio e no futuro – e o plano de segurança alimentar da vida do solo – plano da produção da matéria orgânica – estabelecendo as espécies que irão produzir matéria orgânica para o sistema no começo, no meio e no futuro. O ideal deste Quadro é que ele esteja preenchido em todas as suas lacunas, para que não existam buracos na produção de alimentos e nem na produção de matéria orgânica dentro do sistema.

O padrão para a construção do sistema, nesse sentido, é colocar árvores e plantas anuais dentro das linhas, plantas criadoras – que geram matéria orgânica para o sistema – e plantas anuais em outras linhas e, nas entrelinhas, plantar capim, podendo adicionar algumas espécies para gerar mais matéria orgânica. Desse modo, para organizar as plantas criadoras é preciso construir uma entrelinha onde estas serão colocadas, com a vantagem de retirar as operações de poda de cima da linha de frutas.

Uma dúvida recorrente na hora do planejamento dos SAFs é o consórcio de espécies. Para consorciar as espécies, ao pensar no sistema como um todo, utilizam-se duas regras: do “e” e do “ou”. A regra do “e” diz respeito às espécies que possuem o mesmo estrato, mas tempos de vida diferentes, ou quando são do mesmo tempo mas possuem estratos diferentes. Nesse caso, pode-se utilizar uma espécie e outra dentro do consórcio. Já a regra do “ou” concerne às espécies que são do mesmo estrato e do mesmo tempo, causando sobreposição de funções. Assim, ou se utiliza uma espécie ou outra, facilitando o manejo.

Além disso, tem-se buscando, no semiárido e nos SAFs em geral, diminuir a altura do sistema. Como os agricultores do semiárido não estão acostumados a trabalhar com árvores e plantas de porte alto, é interessante evitar que o sistema se estabeleça com plantas muito altas, pois essa característica dificultará o manejo e a colheita.

No plantio de frutas – plantas naturalmente mais altas -, ao colocar todos os estratos na mesma linha, os sistema vai ficar muito alto, difícil de ser manejado. Nesse sentido, tem-se desenvolvido sistemas da seguinte forma: em uma mesma linha de frutas devem ir as de estrato emergente e de estrato médio (linha emergente/médio), enquanto em outra linha, para as frutas de

estrato alto, são consorciadas as frutas de estrato baixo (linha alto/baixo). Esta estratégia também proporciona uma melhor circulação de ar, gases e luz entre os estratos.

Já com as plantas anuais isto não acontece, pois são mais baixas, sendo possível consorciar espécies de diferentes estratos, como o milho (*Zea mays* L.) – emergente -, o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) – médio/alto – e o jerimum (*Cucurbita moschata* Duchesne) – baixo/médio, um consórcio clássico de roçado.

No sistema como um todo deve haver diversidade, mas dentro das linhas é preferível focar em uma espécie carro-chefe, sendo uma planta de cada estrato para cada linha. Condicionando uma altura uniforme para as espécies de mesmo estrato haverá uma padronização das linhas e, assim, facilitará o manejo.

Em um sistema onde as espécies são substituídas na linha (seguindo a lógica do “ou”), cada planta terá sua indução floral e cada planta se organizará de uma forma. Com induções florais em épocas diferentes, as podas necessitam serem feitas em tempos diferentes, dificultando o manejo da área. Quando existe foco na linha, é mais fácil trabalhar o manejo para a indução floral das frutas, facilitando a colheita.

Em síntese, pode-se falar que, aplicando os princípios, o único limite é a criatividade. Entretanto, a comercialização local e os desejos dos produtores molda os plantios. Seja o escoamento da produção feita por cestas básicas, feiras ou comércio, todos necessitam e buscam por diversidade de produtos. Este é um assunto que será melhor elaborado e discutido no próximo tópico.

Diversos agroflorestores falam que a agrofloresta é um filme que vai acontecendo, e não uma foto, e é por isso que o planejamento é imprescindível para saber como queremos que o sistema esteja em cada momento no tempo, sistema este que é uma construção constante em direção à abundância – de vida, de alimentos, de autonomia. Para estes, o segredo é aproveitar verticalmente (os estratos) o sistema, assim, no mesmo lugar é possível cultivar diversas espécies, o que também acaba por acelerar os processos por meio da entrada de luz no sistema (alimento vindo do Sol).

Além disso, diz-se que os agroflorestores são os escultores; o manejo vai fazer com que a harmonia e sincronia do estrato e da sucessão ocorra. É certo que 90% do sucesso de uma agrofloresta vem do manejo, e o alicerce deste sistema é a matéria orgânica; o objetivo é produzir a própria biomassa do sistema a partir do manejo. Desse modo, compreende-se que nenhuma

terra é ruim – é possível recuperar toda e qualquer terra, a partir do excelente planejamento e manejo.

É evidente que cada floresta possui suas características próprias, que dependem do seu microecossistema único constituído por um tipo de solo, relevo, temperatura, altitude etc. específicos. Entretanto, a prática de cultivar árvores e outros tipos de plantas em um ambiente diversificado e bem estruturado, baseado no ecossistema original da área, é fundamental para o sucesso da recuperação da Terra como um todo.

Infelizmente, as pessoas cultivaram um medo de introduzir árvores nos cultivos, mas é urgente que exista uma reeducação neste sentido, pois as árvores são bombas de nutrientes e auxiliam na ciclagem destes, além de contribuírem grandemente com o sequestro de carbono da atmosfera e a redução do aquecimento global, sendo uma excelente aposta para a manutenção das regiões semiáridas.

5.1.2 Escolha das espécies para compor o modelo de Sistema Agroflorestal Agroecológico (SAFA)

A escolha das espécies que compõem o modelo de Sistema Agroflorestal Agroecológico (SAFA) proposto na pesquisa foi feita com base no entendimento de que sistemas simplificados são utilizados em áreas maiores para facilitar o manejo por parte das famílias e para utilização do espaço por animais. Além disso, compreende-se que, dentro de um processo de transição agroecológica, existem muitas práticas antigas que devem ser modificadas e leva tempo para que os(as) agricultores(as) consigam entender as mudanças na dinâmica produtiva, bem como deixarem de trabalhar com uma ou duas culturas para trabalhar com mais de 10.

Assim, foram escolhidos os menores números de espécies para cada função no sistema, sendo estas: produção de madeira, produção de frutas, produção de grãos e plantas anuais e produção de matéria orgânica para o sistema. Dá-se ênfase no fato de que este é um modelo propositivo com objetivo de exemplificar uma estrutura possível para uma agrofloresta no semiárido do Ceará, sendo as espécies exemplos do que já está sendo realizado por parte de agricultores agroflorestais na região, e não uma regra para todos os SAFs a serem implantados nesta.

Para uma região como esta, o passo mais importante para a implantação de um SAFA é plantar na época chuvosa e manejar na época certa. A poda deve ser feita precedendo a época

da seca, para que a matéria orgânica plante água nesta estação. De acordo com Antonio, o efeito poda tem o “poder da rebrota como mecanismo de verdejar o semiárido”. Para o agroflorestor, no semiárido não precisa haver irrigação, mas sim trabalhar no tempo certo, com as plantas certas, na densidade certa e, acima de tudo, ter coragem de trabalhar com o manejo.

Se não tem água no local, o plano da agrofloresta é plantar a água. De acordo com Antonio, em uma área coberta de matéria orgânica, é utilizada 70% menos água na irrigação do sistema e, quando em sua forma mais estável, a matéria orgânica pode reter até 20x seu peso em forma de água. Em regiões desertificadas com base de água mínima, Antonio sugere a utilização de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.), cana (*Saccharum officinarum* L.), mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), maniçoba (*Manihot caerulescens* Pohl), algodão mocó (*Gossypium hirsutum* L.), mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), palma (*Opuntia* spp. Mill.) piteira (*Agave americana* L.), sisal (*Agave sisalana* Perrine) e pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), para que todo este material seja plantado e picotado de forma bem adensada, com adição das sementes de árvores do futuro.

Em sistemas de sequeiro, é fundamental considerar espécies acostumadas com o regime de evapotranspiração da região, que é maior do que o da precipitação. As gramíneas vão muito bem para alimentação de animais e do solo, enquanto as espécies nativas são indicadas para produção de madeira e de insumos medicinais.

Em áreas completamente degradadas, praticamente desertificadas, sem espécies e nem capim, o capim andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth) e as braquiárias são espécies que, muitas vezes, estão bem adaptadas a esta realidade, além de produzirem matéria orgânica de forma rápida, sendo interessante introduzi-los na área antes da implantação para que esta seja realizada já com aporte de biomassa no local. Deve-se fazer um esforço para, se possível, juntar todo o material que existe no entorno da área, para possibilitar uma melhor cobertura do solo possível.

No início do sistema, antes mesmo da implantação, é necessário reestabelecer as condições necessárias para o plantio das espécies que virão. Como na natureza o sistema de colonização começa pelo trabalho das gramíneas, na agrofloresta deve ser igual. Para este modelo em particular, a ser implantado em áreas degradadas, deverá ser feito um plantio anterior à implantação do sistema.

Com a experiência acumulada pelos agrofloretores, percebeu-se que é melhor fazer dois *mixes* de melhoramento da vida no local antes de plantar as culturas desejadas, visando produzir matéria orgânica na linha das árvores e promover adubação verde nas entrelinhas. Assim, deve-se utilizar os dois *mixes* (ou *muvcas*) um ano antes da implantação do SAF, como a seguir:

I. Mix 1 – linhas das frutas (quantidade por hectare): sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) 10kg; milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.) 15kg; feijão de porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) 40kg; girassol (*Helianthus annuus* L.) 10kg; *Crotalaria juncea* L. 10kg; e *Crotalaria spectabilis* Röth. 10kg; e

II. Mix 2 - entrelinhas (quantidade por hectare): Mombaça (*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs) – Valor Cultural 80% de germinação - 10kg; *Crotalaria juncea* L. 10kg; e *Crotalaria spectabilis* Röth. 10kg.

Adiante, ao pensar nas espécies que irão compor o SAFA, deve-se levar em consideração as condições ambientais, sociais e econômicas do semiárido. Na região existem dois tipos de sistema produtivo: com e sem animais. Na cultura sertaneja, a relação que o povo tem com os animais é muito significativa, pois a criação de animais – pequenos ruminantes, ovinos, caprinos, galinhas e bovinos – é o complemento da alimentação e da renda das famílias sertanejas, sendo um desafio pensar desenhos de agroflorestas focadas na pecuária.

Esta é uma alternativa viável e eficiente, que deve ser levada em consideração, estudada e colocada em prática se uma parcela da humanidade quer e acredita que só poderá se alimentar bem se for a partir de fontes animais. Ainda assim, esta é uma estratégia que deve ser adotada com responsabilidade e cautela, devendo o(a) agricultor(a), primeiro, cuidar da qualidade do solo. Diz-se que o agrofloreto cuida da pecuária do solo, fornecendo alimento para os animais que ali estão, utilizando principalmente espécies forrageiras e suculentas. Nesse sentido, o agricultor, antes de ser um bom plantador, deve ser um pecuarista do rebanho do solo.

Para introduzir animais de grande porte nos sistemas, os agrofloretores precisam testar diferentes manejos para produzir e cria-los em sistemas integrados e agrofloretais na caatinga, pensando em quais plantas irão produzir a forragem no sistema e como retornar o esterco dos animais para alimentar o mesmo.

Para beneficiar os animais, um sistema com árvores e gramíneas é essencial. Fazer o raleamento das gramíneas é uma prática importante e constante dentro do sistema, já que estas

são espécies de clareira e precisam de espaço aberto e entrada de luz, dando condições para manter o pasto para os animais. Se o objetivo do sistema for inserir o componente animal, será necessário construir corredores verdes e cercas vivas. Em uma cerca viva podem ser plantadas espécies como a amora (*Morus* spp. L.), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.), piteira (*Agave americana* L.), caju (*Anacardium occidentale* L.), neem (*Azadirachta indica* A.Juss.) – com muita poda -, maracujá (*Passiflora edulis* Sims) e chuchu (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.).

Ainda assim, no início o sistema é muito frágil devido ao tamanho das plantas, podendo haver pisoteio por parte dos animais. A recomendação é deixar o sistema crescer por dois ou três anos e, depois, deve-se pensar cuidadosamente em desenhos onde os animais, em sistema rotacionado, possam andar pastejando por algumas áreas em pousio ou introduzi-los nas entrelinhas de capim.

O desenho agroflorestal deve ser pensado para que os processos naturais aconteçam no local, e a diversidade é fonte primária de um sistema que produz sua própria matéria orgânica e conduz os processos de ciclagem de nutrientes, acúmulo de água nos aquíferos subterrâneos e pleno desenvolvimento das espécies para que cada uma cumpra sua função e dirija o sistema rumo a abundância. É assim que acontece na natureza e é assim que deve ser replicado em sistemas produtivos sustentáveis.

O milho (*Zea mays* L.) e o jerimum (*Cucurbita moschata* Duchesne), por exemplo, são plantas de sistema de abundância, sendo consideradas culturas bastante exigentes. Estas, por comporem o foco do modelo proposto, devem ser introduzidas em uma área onde há a certeza de que existe matéria orgânica suficiente para fundamentá-las, para que não exista perda e prejuízo.

Em um local altamente degradado, as primeiras espécies que surgem espontaneamente – e que, dentro de uma agrofloresta, devem ser plantadas como pioneiras – são as gramíneas e algumas cactáceas. Estas fazem parte do chamado Sistema de Retomada, pois criam as condições para que espécies mais exigentes possam entrar no sistema.

O capim andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth) foi escolhido para compor o sistema proposto pois, além deste ser um capim que brota naturalmente em algumas regiões do semiárido no estado do Ceará, os capins são extremamente importantes nos SAFs do semiárido. Estes são fonte de biomassa para o sistema e funcionam como um estimulador hormonal para as outras espécies, uma vez que, quando podados, liberam hormônios de crescimento para o sistema, além de servirem como complemento da adubação das linhas.

Estes crescem rápido e se adaptam a situações adversas, como é o caso da região, tendo bons resultados dentro dos sistemas já existentes nesta. Uma diversidade de capins tem sido utilizada nos SAFs já existentes, como por exemplo o capim massai, que se desenvolve bem em áreas mais rústicas, de solo cristalino, podendo ser também utilizado em sistemas desta região, assim como o tanzânia, que tem sido plantado em algumas regiões do semiárido, e o Mombaça, que tem se adaptado muito bem às condições de solo do semiárido. Deve-se buscar compreender o custo-benefício e a produtividade de cada tipo de capim, assim como as condições de solo, altitude etc. do local, afim de escolher o melhor para cada situação.

Recomenda-se plantá-lo em uma linha estreita, nas bordas dos canteiros, onde há luminosidade, contribuindo para a manutenção da cobertura na linha. Segundo Vilmar Lermen, agricultor agroflorestal de Exú, em Pernambuco, no curso Agroflorestando o Semiárido, “Assim a gente diminui os terreiros e as estradas e aumenta a produção de vida” pois, configurados nas beiras dos canteiros, formam uma linha por onde se pode caminhar e facilitar o manejo das linhas sem perigo de pisoteio de pequenas mudas.

Os capins, em geral, têm sementes muito pequenas e com reserve energética baixa, devendo estas serem plantadas em valas rasas, cobertas apenas por uma base inicial de borra de café, cinza e serapilheira, no caso de solos com fertilidade média, para dar um boom inicial na produtividade destes, e com material mais fino e triturado na cobertura final, para que não haja dificuldade para as sementes brotarem. O material mais grosso deve ir apenas nas bordas da linha para proteção.

Os primeiros cortes do capim devem ir para as laterais de onde ele está, o fortalecendo primeiro para que, depois, ele possa ajudar o sistema como um todo. Nos cortes posteriores, 20% da matéria orgânica deve ir para o próprio capim, enquanto 80% deve alimentar outras partes do sistema.

A partir deste acúmulo de biomassa para cobertura do sistema, deve-se entrar primeiro com espécies mais rústicas e resilientes para que criem as condições para aquelas que são mais exigentes, como a palma (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.), o mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), a aroeira (*Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl.) e o pau d’arco (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos), que devem ser as primeiras a conduzirem o sistema para que, depois, o(a) agricultor(a) possa fazer a intervenção dos plantios que desejar.

Uma estratégia indispensável para as agroflorestas no semiárido é utilizar plantas que produzem uma mucilagem hidrocópica, absorvendo a água do ar, se hidratando e disponibilizando parte desta para as plantas no entorno e para o sistema como um todo, como é o caso do mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.) e da palma (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.), que possuem bastante água dentro delas, além do biogel, que é um sistema gelatinoso de acumulação de água. A palma (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.), por exemplo, tem cerca de 90% de água em sua estrutura. Estas espécies suculentas podem e devem ser colocadas no entorno de espécies mais exigentes com relação a água.

O mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.) é um socorro na época da seca extrema, tanto para as plantas quanto para os animais. Seu papel dentro da sucessão ecológica da caatinga é indiscutível, pois esta é uma espécie forrageira que cria as outras, as protegendo do sol, do vento e da chuva, devendo o(a) agricultor(a) semear sementes no pé do mandacaru para que ele possa criar as árvores do futuro. Assim, toda água que escorrer vai em direção às sementes no pé do mandacaru, as quais podem ser mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e guandu (*Cajanus cajan* (L.) Huth), por exemplo.

Ademais, este deve ser plantado com inclinação para o sol da tarde, visando absorver mais o sol da manhã e, a tarde, não sofrer com uma incidência solar tão direta quando ele está enraizando. Na parte de frente e de trás da linha de mandacaru pode ser plantado feijão de corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), espécie que resiste bem na época da seca e, assim que a chuva chega, já começa a brotar.

Além disso, o mandacaru é uma planta medicinal, que compõe a farmácia viva do sistema. Dentro da diversidade agroflorestal também é essencial pensar em espécies que possam compor a farmácia viva da família agricultora, gerando mais uma base de autonomia para esta. Espécies como aroeira (*Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl.) e catingueira (*Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis), por exemplo, possuem qualidades medicinais excelentes para auxiliar em processos de cura de doenças.

Uma boa estratégia de uso do mandacaru é introduzi-lo nas cercas vivas, nas divisas da propriedade para proteger da entrada ou saída de animais. Este deve ser plantado em linhas para facilitar o manejo e, com relação aos espinhos, existem algumas formas de retirá-los, sendo uma delas cortar o mandacaru com uma foice ou facão, colocá-lo em uma forquilha, fazer uma fogueira e sapear os espinhos no fogo. Em geral, a recomendação é que as plantas com espinhos

sejam utilizadas para cerca viva e as sem espinho fiquem no meio dos sistemas, para facilitar o manejo.

Assim como o mandacaru, a palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) é fonte de matéria orgânica, biogel e informação de crescimento para as árvores do futuro, podendo esta ser plantada em consórcio com aquela. Esta é uma espécie muito querida e preciosa para as agroflorestas no semiárido, pois disponibiliza água para o sistema. Ainda assim, se não for coberta, na época da seca a água de dentro da palma esquenta, devendo ser coberta depois de manejada para que a água disponibilizada para o sistema seja fria.

Uma estratégia é plantar capim junto com a palma e, quando houver a poda, cobrir a palma com o capim. Deve ser plantada uma rua de palma – plantio adensado e inclinado em sentido Norte/Sul, pois ajuda a brotar mais fácil e pega menos sol durante o dia -, para alimentar o sistema das árvores, que ficará no centro da linha. O berço para as palmas deve ser feito como uma linha em formato côncavo, para que a energia de toda a área se concentre e se direcione para o centro da linha.

O(a) agricultor(a) pode, também, nas entrelinhas das linhas de árvores, plantar ruas de palma, com plantio mais espaçado, para a produção de frutas ou para alimentação própria da família. A palma produz uma fruta saborosa, de várias cores, e esta é proveniente das raquetes mais maduras, enquanto as mais jovens devem ser utilizadas para manejo e adubação do solo.

De um modo geral, na caatinga existem muitas espécies com espinhos, e é extremamente necessário utilizar luvas e Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) para proteção contra estes, além de, quanto estiver fazendo o manejo, o(a) agricultor(a) deve buscar estar completamente presente, focado(a), com a mente voltada para aquela atividade em específico.

Quando for retirar mudas de palma para plantio, deve-se deixá-las murchar e secar as feridas, seguindo estas etapas: corte antes da junta para garantir um bom enraizamento e saída da folha saudável, repouso na sombra por 30 dias, para desidratar e ela não cozinhar na hora de plantar, e espera pela cicatrização de todas as feridas provenientes do corte. É importante deixa-la secar para pegar melhor na hora do plantio.

Também é imprescindível utilizar plantas que têm a sua floração no período mais seco do ano (entre agosto e novembro), as quais possuem uma reserva em sua estrutura, como o xilopódio – tubérculos, caules ou lugares no tronco - para armazenar sua água e florir, mantendo

vivos os polinizadores e diferentes animais durante o período de estiagem, como é o caso da aroeira (*Astronium urundeuva* (M.Allemão) Engl.) e do pau d'arco (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos).

No início do sistema (placenta I) será necessário implementar espécies que produzam rápido, estejam adaptadas às condições adversas de solo e clima e, ainda, produzam biomassa ou sirvam como produto para a família. Para a presente pesquisa foi escolhida a planta conhecida como João Gomes (*Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn.) – também conhecida como Major Gomes ou Cariru -, uma planta alimentícia não-convencional (PANC) bastante utilizada nas agroflorestas do semiárido brasileiro por produzir rápido, servir de cobertura do solo e ter folhas comestíveis, podendo ser uma forte aliada na evolução do sistema e na alimentação da família.

João Gomes (*Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn.) é um brejo natural da caatinga, sendo uma planta suculenta que se reproduz por sementes e por estaquia. Neste sistema proposto ela foi alocada nas bordas dos canteiros das árvores (no início) e das plantas criadoras, juntamente com o capim andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth). Suas folhas podem ser comidas cruas ou refogadas, já com poucos dias depois da brotação - embora nos períodos de seca ela pare de produzir folhas -, excelente para utilização em sistemas na Caatinga. Quando ela estiver florando, deve-se cortar as flores para o plantio, semeando-as pela área para que as sementes possam germinar.

Esta também é uma planta forrageira, ótima para áreas de criação de animais, pois ela pode compor o sistema rebrotando no período do inverno para alimentação destes. Por ser uma planta que busca árvores para se enramar, ela pode vir a prejudicar o manejo e a colheita de frutíferas com porte alto onde se deve subir para fazer a colheita. Recomenda-se plantá-la perto de espécies de poda e árvores sem fruto, além de enrolada na cerca ou no arame.

De forma geral, é a partir do planejamento (de espaço, de gasto e de produção) que existe a possibilidade de desenhar o croqui do sistema com mais segurança. É fundamental prever quanto vai produzir e quanto vai gastar, fazendo um plano de segurança econômica – quantificar o número de indivíduos de cada espécie que será colocada no sistema, se deverá colocar mais de uma do que de outra e o que deverá ser plantado primeiro para dar condições para as plantas que são mais exigentes.

É fundamental montar sistemas economicamente viáveis. Pensar quais culturas possuem um valor melhor de venda é importante, mas é necessário ter consciência ambiental e

cultural para compreender o que deve ser plantado naquele local, para aquela família em específico.

Diversos pontos são fundamentais para o planejamento de um Sistema Agroflorestal, tais como: analisar a distância do seu centro de produção para o centro de distribuição mais próximo; considerar que o consumidor do local aonde a produção será escoada prefere consumir os produtos que estão em alta naquele mercado local; e as vontades das famílias devem ser levadas em consideração. Além da segurança alimentar, os sonhos, vontades, paixões e identidades de cada família irão moldar a escolha das espécies para implantação no sistema.

Compreender a sazonalidade de cada cultura também é fundamental para ter sucesso em uma agrofloresta. Mediante o entendimento de que cada espécie tem o seu tempo de crescimento e de produção, fica mais fácil racionalizar que é impossível comer de tudo o tempo todo. Isto é feito e incentivado pelas multinacionais, que fornecem todos os tipos de alimento em qualquer momento do ano mas que, para isso, causam diversos desequilíbrios ecológicos, sociais e econômicos, levando alimentos de um lugar do mundo para outro.

Dentro de um plantio agroflorestal, é necessário respeitar o tempo de cada planta, compreendendo quando será possível colher cada uma, seja no verão ou no inverno. O consumidor consciente e sustentável deve cultivar o hábito de seguir a sazonalidade da natureza. Além disso, compreender quais produtos são mais interessantes de vender in natura e quais são os melhores para serem beneficiados é importante pois, mesmo que o valor de venda de um produto beneficiado seja maior, ainda assim vai demandar energia, mão-de-obra, tempo e custos adicionais. Contudo, o beneficiamento de produtos tem sido forte dentro das produções agroflorestais.

Desse modo, para escolher o que plantar no sistema, deve-se levar em consideração a necessidade de tal produção: subsistência ou mercado. De qualquer maneira, deve-se elaborar um plano de escoamento da produção, buscando responder às perguntas: o que eu mais uso? O que eu mais vendo? O que vai melhorar o solo? Tudo isso influencia na escolha das espécies.

Além disso, para os sertanejos que já trabalham com os SAFs, diz-se que sem roça dentro do sistema nem é agrofloresta de verdade. Quando a chuva chega no sertão, os(as) agricultores(as) lembram do milho, do feijão, do guandu, do jerimum etc., sendo as culturas anuais essenciais dentro das agroflorestas do sertão. Como a presente pesquisa tem como foco a produção de subsistência de uma família, as espécies que compõem a chamada roça – milho (*Zea*

mays L.), feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e jerimum (*Cucurbita moschata* Duchesne) – foram escolhidas para serem o foco da produção.

A roça, formada por espécies anuais, foi escolhida para ser o foco do sistema porque tem em sua composição os alimentos que são a base da alimentação do povo sertanejo, além do fato de que as plantas anuais, como estas, são as que geram renda no começo do sistema e ajudam no processo da sucessão ecológica. São, também, culturas agrícolas que estão sendo plantadas de forma marcante na região semiárida e têm forte influência na produção nacional.

Começar com sistemas silviagrícolas ou silvipastoris é a melhor escolha a se fazer. Em um hectare, um espaçamento de 10 a 12 metros entre as linhas de árvores é interessante. Se o objetivo for uma agricultura de subsistência, não é necessário criar um modelo para formar uma floresta, ou seja, o componente arbóreo pode estar presente dando sombra, madeira e algumas frutas, mas transformar o foco do sistema em árvores vai tornar o processo muito mais complexo para o entendimento do agricultor e para o próprio manejo do sistema – interferindo diretamente no retorno financeiro a curto prazo.

Só de plantar culturas agrícolas dentro de sistemas agroflorestais os agricultores já diminuem ou erradicam as queimadas e o desmatamento, e, assim, a desertificação. O importante é montar sistemas sustentáveis baseados nos princípios agroecológicos e sintrópicos. Mesmo utilizando a lógica da floresta para conduzir a agrofloresta, o objetivo final não é criar uma floresta, e sim alimentar e sustentar os agricultores e suas famílias, usando da melhor forma os recursos naturais da região semiárida.

O milho (*Zea mays* L.), por ser uma das primeiras culturas a ser colhida, deve ser introduzido quando existir aporte suficiente de matéria orgânica no sistema para alimentá-lo. Em área extremamente degradada, com pouca matéria orgânica disponível, opta-se por introduzi-lo na linha de roça depois que o sistema tenha produzido biomassa considerável. Dentro dos SAFs este produz palha e biomassa na hora da colheita, além de comida, que pode ser beneficiada de diversas formas, agregando valor para a comercialização por ser um produto em alta na região, sendo essencial para a manutenção das famílias agricultoras.

No semiárido deve-se priorizar as sementes de milho crioulo (ou ligeiro), devendo ser plantadas três sementes por berço, com 60 a 70 cm de distância, sempre do lado do oeste do canteiro de árvores para fazer sombra para as plantas da linha central e filtrar a luz do sol da tarde, que é mais forte.

O jerimum (*Cucurbita moschata* Duchesne) é uma espécie que cria ramos e se espalha pela área, devendo-se ter cuidado no planejamento do plantio, pois estes geralmente precisam de muito espaço. Recomenda-se fazer um talhão em que, entre uma linha e outra – de 5 a 6 metros -, devam ser direcionadas as ramas (geralmente estas ultrapassam 10 a 15 metros). Também é interessante plantá-lo nas bordas do talhão ou no começo do talhão, dentro do canteiro que estiver melhor adubado de matéria orgânica.

Quando este começar a se espalhar, ao invés de deixa-lo se desenvolver para todas as direções, deve-se orientá-lo para um lado onde tenha mais espaço ou para um lugar onde não terá tanta atividade. O jerimum tem a característica de subir nas plantas quando fica enramado, inclusive em cima de árvores, sendo essencial compreender isto e direcionar bem os indivíduos do sistema, ou seja, não plantá-lo literalmente no centro do sistema, mas nas bordas, e somente quando tiver bastante matéria orgânica.

Diante do exposto, o jerimum será alocado, a cada 3 metros, em sentido diagonal nas entrelinhas com foco em roça, de maneira que haja espaço suficiente para este se desenvolver. Caso existam dificuldades no manejo e colheita das outras culturas de roça ou das linhas de árvore, ele deverá ser retirado do sistema.

O feijão de corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma planta sempre verde, que produz em tempo mediano, sendo uma cultura anual fixadora de nitrogênio biológico. Recomenda-se plantá-lo nas bordas do lado leste da linha das árvores, para pegar a luz do sol da manhã, a cada 50 cm. Esta configuração permite que a linha de árvores no centro do canteiro possa estar se desenvolvendo com uma certa proteção, ainda que não impeça que a luminosidade do sol chegue nas plantas. Deve-se plantá-lo com uma média de 4 a 5 sementes por berço, devendo colher somente as vagens, e não o pé inteiro.

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma cultura essencial no semiárido e nos SAFs, e é também conhecida como “mãedioca”, pois é uma planta que cuida das árvores do futuro e gera bastante matéria orgânica para o sistema, além de servir para a alimentação humana de diversas formas. Da maniva da mandioca podem ser feitos farinha, goma e tucupi, além de ração para animais.

É importante conceituar a mandioca, a diferenciando da macaxeira. Mesmo que sejam produtos da mesma espécie (*Manihot esculenta* Crantz), tal nomenclatura é importantíssima para os agricultores do Nordeste. Assim, a mandioca, também conhecida como mandioca brava,

possui alto teor de ácido cianídrico e deve ser submetida a técnicas de secagem para ser consumida, servindo apenas para a produção de farinha. Já a macaxeira, ou aipim, é conhecida como mandioca mansa, sendo esta colhida de forma precoce, apresentando-se menos fibrosa e de mais fácil cozimento, a qual se encontra na mesa das famílias para consumo diversificado. Nesta pesquisa em específico foi utilizada a denominação mandioca como referência para a espécie *Manihot esculenta* Crantz.

Para um plantio visando a colheita de suas batatas, deve-se plantá-la (duas manivas a cada metro) na diagonal ou em pé, com os olhos da maniva, ou gemas, para cima, visando não inverter e plantá-la de cabeça para baixo. Plantar nessa direção vai ajudar as raízes a crescerem em uma direção só, e orientar para que os futuros galhos venham a fazer sombra para as árvores, além de facilitar na colheita – as batatas ficam só de um lado, prevenindo para que as mudas que estejam ao lado não sejam arrancadas na hora da colheita. Deve-se, ainda, estimular o enraizamento desta fazendo pequenas e leves batidas com alguma ferramenta – o dorso do facão, por exemplo - no seu terço inferior.

A mandioca também é uma excelente planta para a produção de biomassa do sistema pois, como todas euforbiáceas, quando podada no verão libera água para as outras plantas. Nesse sentido, alguns pés de mandioca podem ser podados para liberação de água para o sistema ao invés de colhidos. Sendo este o caso, a maniva deve ser plantada mais ou menos em pé dentro de uma cova mais profunda que normalmente, tanto para servir como fonte de biomassa quanto para criar outras árvores – ambas sem opção de colheita.

Caso as folhas estejam fazendo mais sombra do que o desejado, faz-se o manejo para conduzir a planta. Eventualmente, quando as árvores ficarem grandes o suficiente para conseguirem se sustentar por conta própria, estes pés de mandioca são retirados do sistema. Uma estratégia da agrofloresta é a diversidade no material de origem da cobertura do solo para alimentar e promover a diversidade da vida do solo e do sistema como um todo.

Frutas como abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill) e seriguela (*Spondias purpurea* L.) foram escolhidas para compor o sistema no intuito de complementarem a renda e a alimentação da família. O abacaxi é uma cultura extremamente importante no semiárido e deve ser incorporado nos sistemas da caatinga, pois traz renda para a família agricultora ao mesmo tempo em que ajuda na recuperação dos solos. A seriguela, como outras espécies do gênero

Spondias, produz frutos depois do período chuvoso e possui estruturas que guardam água para alimentação, sendo excelente para os sistemas no semiárido.

Ainda assim, é uma planta que gosta de uma cobertura grossa de matéria orgânica, sendo naturalmente encontrada no topo das árvores que, quando caem e se decompõem, dão as condições para que esta se reproduza. Sem matéria orgânica o cobrindo, a chuva atinge o solo e respinga terra no olho dele, causando danos no seu crescimento e reprodução.

Ou seja, a matéria orgânica – madeira, folhas, galhos e capim – no pé do abacaxi o protege, e ele agradece. Por ser uma planta com espinhos deve-se ter o cuidado e atenção de manuseá-lo no sentido do seu crescimento, pois os espinhos estão orientados do talo para o topo, não devendo manuseá-lo no sentido contrário.

Além disso, é essencial pensar nas plantas que se dão bem naquele local. É possível cultivar qualquer espécie que seja desejada no sistema – em casos não comerciais, a adaptação vem por meio do manejo intenso. Mas o ideal é dar preferência para as espécies nativas, principalmente para aquelas ameaçadas de extinção, garantindo a manutenção destas espécies em seus ecossistemas e a conservação dos serviços ambientais e ecossistêmicos gerados por estas.

Para mais, várias espécies nativas da caatinga são caducifólias, ou seja, perdem as folhas na estação seca, sendo excelentes apostas para os sistemas, pois produzem serapilheira para a cobertura do solo. Nesse sentido, espécies como catingueira (*Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis), aroeira (*Astronium urundeuva* (M.Allemão) Engl.), angico (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb.) Altschul), pau d’arco (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos) e a canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) foram escolhidas para o modelo de SAFA, visando tanto produção de matéria orgânica e madeira quanto alimentação animal.

Ainda assim, dentro das agroflorestas, não se exclui a possibilidade de trabalhar com espécies exóticas. Diz-se que elas vão criar as nativas, melhorando o solo e gerando matéria orgânica com mais rapidez. Ou seja, é necessário pensar na comercialização dos produtos e também na recuperação daquela área.

Sabe-se que cerca de 90% do sucesso de uma agrofloresta está no seu manejo, e é justamente esta lógica que permite que as espécies exóticas e/ou invasoras possam estar no sistema cumprindo sua função e cooperando com as demais, sem causar impactos negativos sobre as nativas. Para o modelo de SAFA, foram escolhidas espécies como leucena (*Leucaena*

leucocephala (Lam.) de Wit) e margaridão (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A.Gray), as quais produzem bastante matéria orgânica e possuem crescimento rápido.

Visando organizar a linha de espécies anuais, deve-se primeiro pensar em quais espécies ficarão por mais tempo e quais têm maior espaçamento. O que vive mais tempo se coloca no centro da linha. Por exemplo, deve-se começar pensando nas emergentes, como o milho (*Zea mays* L.), que possui espaçamento de um metro e deve ser colocado focado na linha, pois assim ele poliniza mais, ou seja, tem maior produtividade na espiga.

Nas linhas de frutas e nas linhas de plantas criadoras também pode ser plantada a roça, pois são estas as espécies que irão criar as árvores do futuro. A roça na linha de frutas só estará presente no começo, depois não terá como voltar o sistema da linha. Já na linha das plantas criadoras, esta pode ficar sempre sendo renovada, já que as árvores estarão sendo constantemente podadas.

Também é interessante dividir a propriedade com barreiras verdes, estratificando com palma (*Opuntia* spp. Mill.) piteira (*Agave americana* L.) e sisal (*Agave sisalana* Perrine) em baixo e outras árvores em cima. Além disso, no semiárido o sistema obrigatoriamente deve haver bordas de árvores com a função de quebra-vento. As plantas de ciclo curto devem ficar nas linhas do meio e as linhas de árvores devem ficar nos extremos, garantindo barreiras de vento para o sistema. É muito importante criar barreiras de vento e ilhas de fertilidade dentro das barreiras.

Para mais, é essencial que o sistema seja conduzido a partir de um plantio direto, na medida do possível. No semiárido, o ideal é plantar de semente, pois estas possuem as condições para aguardar, no solo, o momento ideal de aporte de matéria orgânica para que possam se desenvolver e brotar.

Uma estratégia importante para as agroflorestas no semiárido é a utilização de muvuca, uma mistura de sementes, principalmente de árvores e frutíferas, com terra, para formar uniformidade na hora de formar a massa e que deve ser umedecida – sem encharcar - na hora de ser semeada, procedimento a ser realizado na linha central dos canteiros destas respectivas culturas, onde deve ser feito um berço linear, valeta ou sulco para o plantio.

A semeadura da muvuca tenta imitar uma babuja – sementes que estão no banco de sementes do solo, as quais ficam acumuladas ali e germinam quando chove, nascendo, então, simultaneamente – para que um conjunto de hormônios sejam liberados e disponibilizados afim de haver um nascimento mais ou menos uniforme das espécies da muvuca. Esta babuja é

composta por “mato”, sementes de árvores, frutas e hortaliças, as quais compõem a biodiversidade e fertilidade que o solo é capaz de produzir, pois são plantas que nascem com muita velocidade e estão fazendo parte do processo de sucessão da área.

Nas muvucas estão presentes grandes quantidades e diversidade de sementes, pois quanto mais se planta, mais se pode escolher os organismos melhor adaptados, além de ser uma estratégia que ajuda as plantas nativas espontâneas a ficarem saudáveis no sistema. Para plantar de sementes, é necessário planejamento e organização, compreendendo que cada uma tem seu tempo de duração e sua forma de armazenamento.

Existe um mito de que em regiões áridas e semiáridas as espécies não podem ser plantadas por semente. Nas agroflorestas do sertão, que já estão sendo construídas e estabelecidas, 85% de todas as espécies plantadas são via sementes, porque quando esta nasce naquele ambiente, cresce e se adapta ao ecossistema, aos microrganismos do solo, ao regime de chuvas, a temperatura, aos nutrientes, ao clima, às estações do ano etc., tendo melhores condições de sobrevivência.

Além disso, estas vão, simultaneamente, fazendo com que os hormônios de crescimento e a disponibilidade de nutrientes sejam um processo de mutualismo. Nesse sentido, o plantio por sementes é mais eficiente. Os indivíduos plantados via semente têm um melhor desenvolvimento pois se adaptam desde o começo da vida naquele local. Assim, o plantio por sementes no semiárido não só possível como é mais vantajoso por razões agrícolas e financeiras.

A estratégia, então, é plantar preferencialmente de semente, com pelo menos 100 sementes para cada planta adulta (esta é a estratégia das plantas na natureza) que se deseja ter no sistema. Às vezes o ambiente não é tão propício, as condições não são tão boas, outras espécies comem ou outros distúrbios naturais alheios ao nosso domínio acontecem. Além disso, planta-se muito mais espécies do que seria necessário no sistema para aumentar a chance de sobrevivência e propagação das espécies.

Plantar em alta densidade é uma estratégia da própria natureza, que produz diferentes tipos de casca, diferentes cargas genéticas etc., depois podendo escolher quais se desenvolveram melhor, o que será apontado pela própria natureza. Assim, plantando em abundância, é melhor poder escolher no raleio dos indivíduos do que ficar com um plantio falhado. A diversidade da vida do solo é alimentada e mantida pela diversidade de matéria orgânica e de conservação de energia (água e nutrientes) no sistema, formando a simbiose microrganismos-plantas do sistema.

Na dúvida de como escolher o indivíduo da mesma espécie para manejar, uma das opções é escolher um indivíduo forte, que esteja com as melhores condições e que possa rebrotar e já fornecer matéria orgânica desde muito pequeno para o sistema. Não é necessário e nem interessante ter avareza na hora do plantio. Deve-se plantar com abundância o alicerce (cobertura do solo e plantar criadoras) da agricultura agroflorestal. Se quer ter fartura, comece com fartura. Deve ser bem feito para fazer uma única vez.

O plantio por semente resulta numa planta muito mais adaptada, com sistema radicular intacto, fundamental para regiões áridas e semiáridas. A semente é um recurso barato, diferente da muda. Uma muda tem que ter as condições mínimas do viveiro para sobreviver, sendo necessário preparar um berço organizado com o mínimo de nutrientes para que a muda se alimente e fique protegida. É fundamental fazer o plantio correto e fazer poda para estímulo de crescimento.

Além disso, a muda deforma a raiz e a própria planta quando introduzida em um outro ambiente, pois é produzida em um ambiente artificial. Assim, estima-se que de 8 a 10% devem ser plantios de mudas e o restante de sementes, estaquias e mudas enxertadas. Além disso, é interessante evitar deixar mudas de estrato baixo muito próximas das de estrato médio (deixar no mínimo 1 metro). Deve-se fazer uma proteção inicial (50 a 60%) com um ramo verde ou dois, para todas as mudas que forem plantadas. É difícil que uma muda consiga produzir a pleno sol. Quanto maior a seca, a melhor estratégia é diminuir o máximo possível o uso de mudas.

Ainda assim, se esta for a opção para algumas espécies, uma recomendação é a utilização de papelão no berço das mudas, preferencialmente sem nada escrito – é melhor e mais correto ecologicamente -, embora seja difícil encontrá-lo assim. A configuração papelão – serapilheira – insumos locais e solo da muda traz disponibilidade de água para a muda por mais tempo. O cupim demora para chegar neste tipo de material.

As mudas devem ser molhadas antes de serem tiradas do plástico para que os torrões fiquem aglomerados na hora do plantio, e deve-se remover as raízes externas desta para que ela possa criar uma raiz pivotante sem criar raízes laterais que podem estar prejudicando o seu crescimento. Ao ser plantada, esta deve ser colocada em uma espécie de “cacimba”, e deve-se fazer pressão ao redor da muda para tirar os bolsões de ar e esta tenha contato com o solo. Deve-se, ainda, cortar pelo menos uma parte das folhas, cerca de metade, para ajudar no direcionamento de energia afim de que a primeira ação da muda seja enraizar.

O papelão é querido nos sistemas do semiárido. Segundo Antonio, existem experiências na região, com pouca água, onde os caminhos do sistema são forrados com papelão – atraindo minhocas e retendo umidade pela sua decomposição. No caso, o esquema seria: uma camada de papelão – forra com troncos e folhas – mais uma camada de papelão – mais madeiras e folhas – poda de bananeira e palma – cobertura com estilhaços de matéria orgânica triturada.

Planejamento também é coletar sementes na época de cada espécie – distribuindo a mão de obra ao longo do ano. Além disso, fazer a organização dos materiais no verão, com menos mão de obra, até que cheguem as chuvas. Existem espécies que conseguem ficar estocadas e armazenadas no solo, da seca para as chuvas, mas existem outras que não conseguem e secam, então é muito necessário avaliar quais são quais, evitando perdas e buscando sempre otimizar os processos.

As sementes podem ser coletadas nas cidades ou florestas nativas, além de em mutirões, grupos e associações, onde pode haver a troca de sementes entre os(as) agricultores(as). Um ato de resistência é o hábito de guardar sementes crioulas, as quais estão cada vez mais escassas nas mãos dos pequenos agricultores e sendo ameaçadas pela crescente propagação dos organismos geneticamente modificados. Deve-se guardar e cultivar sementes de culturas anuais até árvores de madeira, priorizando as nativas mas sem desconsiderar as vontades das famílias agricultoras, misturando com as exóticas.

Os consórcios presentes nas muvucas dependem da estratégia de cada família – se é para a alimentação, produção de madeira, recuperação de área degradada, mata ciliar, reserva legal etc. A muvuca pode ser só de sementes de espécies adubadoras do solo, espécies frutíferas, madeireiras, ou pode ser feita com todas juntas, como na natureza, embora assim exija um trabalho maior na hora do manejo.

Ainda assim, é importante incorporar as sementes de produtoras de biomassa dentro das muvucas, pois fazem parte do plano de segurança alimentar da vida do solo, com exceção do margaridão de semente, que deve ser plantado em uma linha única, fora da muvuca. A quantidade de sementes necessária irá depender do tamanho da linha e do espaçamento de cada espécie. De toda forma, as sementes devem ser semeadas em grandes quantidades, por isso não se deve ter avareza na hora de juntá-las e utilizá-las.

É fundamental separar as sementes que são grandes das que são minúsculas, semeando primeiro uma muvuca com as grandes e depois uma com as menores, por cima. Dessa

forma, são lançadas primeiro as sementes mais grossas e de maior diâmetro, sendo cobertas por insumos do local – cobertura fina com borra de café, serapilheira, casca de ovo, casca de arroz, serragem etc.-, seguido pela semeadura das sementes mais finas e menores, que devem ser cobertas pelos insumos de duas a três vezes o tamanho delas e, ao final, deve-se usar cobertura do solo normal com a serapilheira do sistema.

Deve-se semear o mais breve possível após o preparo da muvuca, preferencialmente no mesmo dia e, no máximo, no dia seguinte, pois as sementes começam o processo de despertar e os processos de germinação começam a ocorrer. Recomenda-se enterrar em uma profundidade no máximo três a quatro vezes maior que o tamanho da semente. De um modo geral, as leguminosas nascem com maior facilidade, enquanto algumas sementes de árvores e frutíferas já não têm tanta facilidade para germinar, por isso a importância de plantas que possam criar estas pequenas mudas até que elas estejam grandes o suficiente para se manterem.

Deve-se, ainda, levar em consideração que algumas sementes possuem dormência, fenômeno no qual as sementes são incapazes de germinar por um determinado período de tempo. Algumas têm mais dormência e outras têm menos, além de que cada uma tem a dormência quebrada de uma forma. Um teste para saber se a semente possui dormência é mordê-la e, caso esteja muito dura, sabe-se que há dormência para ser quebrada. Quebra-se a dormência para que, no momento da semeadura, as sementes possam nascer todas juntas.

Sementes maiores têm sua dormência quebrada por uma quebra física, onde se rompe a casca da semente com uma tesoura de poda do lado contrário ao germe (onde ela tinha uma ligação com a vagem em que estava), permitindo a entrada de água e o início do processo de germinação. Outras sementes são quebradas por uma quebra mecânica ocasionada por um choque térmico, onde as mais duras são colocadas em água fervente com 100°C por dois minutos, depois escorre-se a água quente e joga água fria sobre estas. As menos duras, como a leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit), por exemplo, são levadas a uma água com 60°C – no caso da leucena, por dois segundos -, depois escorre-se a água e joga-se água fria nestas.

Neste modelo em particular, por conter um número relativamente baixo de espécies, a muvuca será feita com as árvores nativas - a catigueira (*Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis), aroeira (*Astronium urundeuva* (M.Allemão) Engl.), angico (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb.) Altschul), pau d'arco (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos) e canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) – juntamente com a seriguela

(*Spondias purpurea* L.), a leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) e o guandu (*Cajanus cajan* (L.) Huth), espécies produtoras de biomassa que, no início, estarão criando estas árvores do futuro, devendo ser retiradas das linhas uma vez que tenham cumprido sua função.

As plantas criadoras possuem duas principais funções: econômica e ecológica. Uma planta bem manejada maximiza o crescimento vegetativo de outra de interesse econômico, pois envia sinais de crescimento e rebrota pra esta, sendo essenciais para a alimentação do sistema como um todo, gerando matéria orgânica no sistema de acumulação. São estas as plantas que irão criar as árvores do futuro, sustentando o sistema.

Segundo Miccolis *et al.* (2016), espécies como leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit), guandu (*Cajanus cajan* (L.) Huth), palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.), mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), margaridão (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A.Gray) e capim andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth) são espécies-chave para a recuperação de áreas degradadas na Caatinga e, por esse motivo, estas foram escolhidas para compor o modelo de SAFA proposto na pesquisa.

A leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) e o guandu (*Cajanus cajan* (L.) Huth) são espécies que irão fornecer grandes quantidades de biomassa, que devem ser acumuladas nas linhas (de 5 em 5 metros, por exemplo). O guandu é uma planta bastante resistente e fonte de biomassa para o sistema, sendo utilizado neste modelo como uma planta criadora, que alimentará o rebanho do solo. Entretanto, esta é uma espécie que não prospera em um sistema que tenha pouca matéria orgânica cobrindo o solo.

Em suma, é essencial conhecer as espécies da caatinga, conhecer a realidade de cada produtor e começar com sistemas simples, para que os agricultores possam ir aprendendo a implantar e manejar estes sistemas e, assim, construir sistemas mais complexos com o tempo. Mesmo que eles estejam familiarizados com as espécies, manejar todas juntas dentro de uma mesma dinâmica é extremamente complicado e faz parte de uma técnica muito recente de fazer agricultura.

A seguir, o Quadro 6 mostra algumas informações, obtidas em pesquisas na plataforma Google, bem como no site do Programa Re flora (herbário virtual) e em bancos de dados coletivos com informações agrofloretais, das espécies escolhidas para o modelo de sistema silviagrícola construído com base nas pesquisas bibliográficas e em cursos realizados pela autora:

Quadro 6 – Nome popular, nome científico, estrato, espaçamento de plantio, ciclo de produção, ciclo de vida e origem das espécies escolhidas para o SAFA do semiárido no estado do Ceará.

Nome popular	Nome científico	Estrato	Espaçamento de plantio (m)	Ciclo de produção	Ciclo de vida	Origem
Abacaxi	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merrill	Baixo	1 x 0,4	18 meses	3 anos	Nativa
Angico	<i>Anadenant hera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul	Emergente	5	5 anos (lenha); 8 anos (mourão); 20 a 30 anos (serraria)	>50 anos	Nativa
Aroeira	<i>Astronium urundeuva</i> (M.Allemão) Engl.	Alto/Emergente	4,5 a 6	2 anos (frutos); 8 a 10 anos (madeira para mourões de cerca); 15 e 20 anos (para postes e dormentes de trilhos)	>50 anos	Nativa
Canafístula	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Alto	0,15 (semeadura direta); 4 (plantio de muda)	120 dias (semente); 4 meses (muda); 20 a 25 anos (madeira)	>50 anos	Nativa
Capim Andropogon	<i>Andropogon gayanus</i> Kunth	Médio	0,6 a 1	90 a 120 dias	Perene	Exótica/Cultivada
Catingueira	<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis	Médio	2	-	-	Nativa
Feijão-de-corda	<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	Alto	1 x 0,6	90 a 150 dias	Anual	Exótica/Cultivada
Guandu	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth	Alto	6 sementes	100 dias	Perene	Naturalizada
Jerimum	<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne	Baixo	4	90 a 150 dias	3 meses	Exótica/Cultivada

Nome popular	Nome científico	Estrato	Espaçamento de plantio (m)	Ciclo de produção	Ciclo de vida	Origem
João gomes	<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.	Emergente	1 x 0,4 (2 estacas no berço)	60 dias	Perene	Nativa
Leucena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Alto	0,5 a 1 40 a 60 sementes (após quebra de dormência)	4 a 6 meses	Perene	Exótica/Naturalizada
Mandacaru sem espinho	<i>Cereus jamacaru</i> DC.	Alto	1 x 1,5	1 ano	Perene	Nativa
Mandioca	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Alto	1	8 a 14 meses	3 anos	Nativa
Margaridão	<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A.Gray	Alto	0,6 x 1,5 (1 estaca de 50 cm -viradas alternadas)	6 meses	Perene	Exótica/Naturalizada
Milho	<i>Zea mays</i> L.	Emergente	1	90 a 120 dias	6 meses	Exótica/Cultivada
Palma forrageira	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	Alto	2 x 0,5	2 anos	Perene	Exótica/Naturalizada
Pau d'arco	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Alto/Emergente	5	2 anos (floração); 40 a 50 anos (madeira)	> 50 anos	Nativa
Seriguela	<i>Spondias purpurea</i> L.	Alto	6 x 6	3 anos	50 anos	Exótica/Cultivada

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

A escolha das espécies para este modelo de SAFA em específico foi feita a partir da revisão bibliográfica das experiências agroflorestais no semiárido – que são poucas, pois quem está plantando agrofloresta não está escrevendo artigos –, bem como cursos e experiências pessoais da pesquisadora com relação ao assunto em questão. Com isso, dá-se ênfase à máxima de que a agrofloresta não é uma receita de bolo, e esta pesquisa visa apenas dissertar sobre como

seria um bom modelo de SAFA para a região semiárida, sendo as espécies que o compõem uma escolha pessoal e coletiva de cada projeto e condição ambiental e socioeconômica de cada local.

Para Araújo Filho *et al.* (2010), o sistema agrossilvipastoril é o mais compatível e viável para o ambiente ecológico, econômico e cultural da região semiárida. Este modelo produtivo, focado em pequenos animais e adotado por agricultores familiares tende a ser o caminho com maiores chance de sucesso com relação à sustentabilidade. O modelo proposto pelos autores corresponde inteiramente ao modelo experimental que a Embrapa Caprinos e Ovinos desenvolveu por 11 anos, até a data de publicação da pesquisa.

O sistema foi proposto para unidades produtivas com área a partir de três hectares e, segundo os autores, os dados preliminares da pesquisa indicaram de oito a nove hectares para que exista a obtenção de até dois salários mínimos mensais como renda bruta. Ainda assim, deve-se levar em consideração o ano de publicação da pesquisa e o quanto o estudo e a prática das agroflorestas já avançou, sendo esta estimativa de relação tamanho da área por obtenção de renda bruta não constante, dependendo do local, tipo de sistema, tamanho da família, escolha das espécies, entre outros.

Para o modelo proposto por Araújo Filho *et al.* (2010), a recomendação é dividir a área em três parcelas – uma constituirá um subsistema agropastoril, outra um subsistema silvipastoril, focando na caatinga manipulada, e a terceira um subsistema silvipastoril com foco em um lote florestal. É fundamental que existe a integração entre estes subsistemas, tendo o animal a função essencial de redistribuir os nutrientes pelo sistema.

Da produção agrossilvipastoril proposta pelos autores, os principais produtos são a madeira, para diversos fins, o feno, grãos e produtos de origem animal como carne, leite, esterco, pele e mel de abelhas. São muitas as possibilidades de diversificação da renda do sistema a partir do aproveitamento das frutas nativas e dos animais silvestres, além da inclusão de novas atividades como apicultura, criação de galinhas caipiras e a prestação de serviços ecossistêmicos e ambientais (ARAÚJO FILHO *et al.*, 2010).

Em síntese, os autores recomendam a prática da policultura, uma vez que a produção de várias culturas consorciadas favorece a saúde do ecossistema e dispõe de diversidade de alimentos para as pessoas do local, resultando em maior geração de renda, estabilidade da produção, diminuição dos riscos, redução da incidência de pragas e doenças, eficiência no uso da

mão-de-obra e aumento do retorno financeiro, mesmo que dentro de um sistema que possua nível baixo de tecnologia.

5.1.3 Modelo do Sistema Agroflorestal Agroecológico (SAFA) para o semiárido no estado do Ceará

Esta seção tem como objetivo fazer considerações sobre a estrutura do sistema como um todo, onde serão abordadas recomendações com relação ao espaçamento das faixas e entre faixas, bem como sobre a organização das espécies nas faixas, o preparo da área antes da implantação do sistema, o preparo dos solos e dos canteiros, os passos para a implantação e considerações sobre as podas.

Aliado a isto, é de grande importância reconhecer que este é um modelo que, embora propositivo para as regiões semiáridas do estado do Ceará, é particular com relação a compreensão da autora sobre o assunto em questão e com base nas pesquisas teóricas e práticas realizadas para esta pesquisa.

Entende-se, no universo agroflorestal, que a “agrofloresta é a cara do dono”, e este modelo em particular é fruto da busca pela construção de um sistema que se adeque às condições do semiárido e produza matéria orgânica em abundância para sustentar as culturas anuais, que são o foco do sistema, assim como as frutas e as árvores nativas. Todavia, esta é uma configuração que pode – e deve – ser reelaborada a partir dos anseios e aptidões de cada família agricultora e local específico do semiárido.

Cultivar um sistema com foco em grãos em uma área degradada, considerando que as espécies anuais como o milho (*Zea mays* L.), o jerimum (*Cucurbita moschata* Duchesne) e a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) são espécies exigentes em matéria orgânica pode parecer um grande desafio. Entretanto, entende-se que é completamente viável se for realizado a partir da compreensão dos princípios agroflorestais sintrópicos. Além disso, uma boa estratégia é começar na melhor área que tiver no local – a área com as melhores condições de solo, relevo etc. -, além de não plantar toda a energia que houver de uma só vez.

Ainda assim, segue recomendação de Neto *et al.* (2016) com relação ao cultivo de grãos dentro de faixas com capim. Para faixas de produção de grãos com 3,5 metros de largura, onde sobrar uma faixa de oito metros de largura para o cultivo permanente de capim – o dobro da faixa que deverá ser coberta somando os canteiros e a faixa para produção de grãos.

Segundo os autores, a partir deste dimensionamento é possível, quando o capim estiver bem produtivo, selecionar o lado de maior exposição solar quando as árvores crescem, visando plantar a faixa de grãos – dando preferência para o sol da manhã (lado ao norte e/ou leste dos canteiros). Além disso, é fundamental compreender que ao cultivar grãos ou outras lavouras, deverá haver poda total ou parcial da copa das árvores, garantindo pouca sombra sobre as lavouras.

Neto *et al.* (2016) explicam os passos para o preparo de uma faixa para plantio de grãos dentro do capim já implantado. O primeiro passo é utilizar o cata capim cortando o capim da faixa a serem plantados os grãos, picando e amontoando o capim ao lado do canteiro das árvores. Em seguida o solo deve ser preparado de maneira ainda convencional, retirando o capim e nivelando o terreno. Depois do solo ser preparado e adubado, passa-se o cata capim na faixa para produção de matéria orgânica, lançando-o em uma largura de seis metros nas faixas para produção de grãos.

Ao final, deve ser avaliada a necessidade de, manualmente, voltar com parte do capim retirado da faixa de grãos para melhor ainda mais a sua cobertura. Para mais, com a plantadeira para plantio direto, plantam-se as faixas de grãos, iniciando a prática da lógica do plantio direto na palha – com cobertura reforçada – para que não seja preciso capinar (NETO *et al.*, 2016).

Uma das principais dificuldades que pode ocorrer, segundo os autores, é que a partir da repetição dos cortes e a passagem sucessiva do trator os capins piorem sua rebrota. Nesse sentido, elementos a serem aperfeiçoados e constantemente monitorados dentro da unidade produtiva são: o uso de equipamentos mais leves possíveis; a procura ou desenvolvimento de equipamentos cujo corte promova boa rebrota dos capins; e a procura por capins que se adaptem melhor ao corte contínuo. No caso de deixar o capim na própria faixa onde foi cortado, sugere-se a utilização de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.).

Nesse sentido, o Sistema Agroflorestal Agroecológico (SAFA) modelo para ser implantado em uma propriedade de âmbito familiar na região semiárida do estado do Ceará será, em primeira instância, um sistema silviagrícola de produção para subsistência e comércio, com foco em espécies anuais e produção de matéria orgânica. Esta escolha foi feita pois, no início do sistema, as plantas vão estar pequenas e frágeis, sendo alvos fáceis de um possível pisoteio por

parte dos animais. Depois de 2 a 3 anos, se for de interesse da família, o sistema pode se transformar em agrosilvipastoril, introduzindo o componente animal nas entrelinhas.

Visando começar o desenho do sistema, deve-se levar em consideração que, para o planejamento das espécies e espaçamento, as e os agricultores devem se basear a partir do carro chefe das linhas, ou seja, das plantas que vivem mais e das que serão o foco das linhas e do sistema como um todo. A ordem de desenho e de plantio deve ser a seguinte:

- 1) 1º as que vivem mais, 2º as que vivem menos;
- 2) 1º a emergente, 2º a média entre uma emergente e outra;
- 3) 1º a alta, 2º a baixa entre uma alta e outra.

Adiante, com relação ao preparo do solo da área, especificamente para o semiárido, deve ser feito como a seguir:

I. Dividir a cobertura obtida na capina seletiva para usar na cobertura;

II. Direcionar por onde as pessoas vão começar a pisar durante o preparo dos canteiros (quando for arrumando o canteiro já sabe onde não vai pisar mais); e

III. Preparo do solo dos canteiros com picareta ou enxadão (para áreas menores, buscando não inverter as camadas do solo) ou tratorito, tratores ou tração animal (rendimento maior para áreas maiores, embora esta máquina revolva o solo e cause a perda de alguns nutrientes da camada superior do solo) – é fundamental posicionar os pés para não pisar (não compactar nem desestruturar) onde se está cavando.

Nem todo solo é fácil de cavar, principalmente aqueles que estão muito degradados. Assim que preparar o solo, deve-se cobri-lo, para que a intervenção possa sempre somar no sistema e sempre multiplicar a quantidade e qualidade de vida. Se for o caso de usar, adicionar os insumos locais na flor da terra (antes da cobertura das madeiras e folhas). Normalmente, em um sistema agroflorestral, os insumos utilizados vêm de dentro da própria área e da casa das famílias, como cinzas do carvão, borralho, carvão, borra de café, casca de ovo, casca de outras frutas, resto de culturas e serapilheira.

Em solos muito ácidos é recomendada a utilização destes insumos pois, mesmo que existam formigas e cupins cumprindo sua função no sistema – de estabilização do solo -, este é um processo lento que pode ser acelerado com a incorporação de matéria orgânica no sistema. No caso de famílias que dependem de tal trabalho, é necessário produzir ao máximo utilizando alternativas que existem localmente.

Além disso, a família economiza ao não comprar os insumos químicos que normalmente são utilizados na agricultura convencional e não vicia o solo com “muletas” – apoios – temporárias que não trazem verdadeira melhoria para as condições do solo. É possível e já está sendo feita agricultura sem insumos externos, somente com os processos, gerando autonomia e soberania para as famílias agricultoras.

É imprescindível que o(a) agricultor(a) faça uma análise de solo geralmente uma vez por ano para saber como está a qualidade do solo e compreender se deve fazer ou não o uso de insumos locais, o mais em custo possível, para melhorar a produção. Alguns materiais podem ser utilizados para dar um boom – uma força - inicial nos cultivos, como cinza – rica em potássio -, pó de rocha, gesso agrícola ou calcário, que devem ser utilizados pouquíssimas vezes, em pouquíssimas quantidades, devendo ser uma decisão do(a) agricultor(a) utilizar ou não. Além disso, material vegetal de áreas adjacentes também pode – e deve – ser utilizado para esta investida inicial, para que depois cada área possa desenvolver sua própria biomassa.

É importante considerar a utilização da mecanização para que esta potencialize o sistema e a dinâmica de trabalho das famílias. Além disso, esta rapidez é necessária para o semiárido, pois a época de chuvas é instável e curta. No início é evidente que as e os agricultores não tenham todas as ferramentas necessárias.

Estes começam com os equipamentos que normalmente os trabalhadores rurais já possuem, e com o trabalho e a geração de renda, deve-se alocar um saldo para investir nas ferramentas, que são essenciais para o sucesso do sistema e a saúde de cada organismo. Ainda assim, a agrofloresta é, basicamente, uma “tecnologia de ponta”: na ponta do facão, na ponta do cavador, na ponta da tesoura de poda. São estas as principais ferramentas que conduzem os sistemas agroflorestais para a abundância.

Outra recomendação indispensável é que a poda das árvores que já existem no local – para áreas que ainda tenham remanescentes - é fundamental para sincronizar o que tem com o que vai entrar na área. Uma estratégia interessante é podar as árvores depois do preparo do solo para aproveitar a sombra durante o trabalho.

A poda é uma conversa com a planta e o organismo-sistema, e não somente uma execução. É necessário compreender a necessidade de poda de cada organismo e do sistema como um todo, pensando situação por situação, analisando os estratos das plantas vizinhas e dialogando com as plantas.

Deve-se podar galhos internos e/ou sobrepostos, que estão puxando energia de um determinado fruto desejado ou conduzindo a planta para um lugar indesejado, fazendo sombra em locais que devem ter acesso à luz solar etc. Ademais, uma roça cresce melhor perto de uma árvore podada do que em uma área aberta, pois a rebrota das árvores antigas que foram podadas envia estímulo de crescimento para todo o sistema.

A poda, diferente do descarte das folhas, manda sinal de rejuvenescimento para o sistema, impulsionando-o, além de descartar raízes e gerar mais e melhor matéria orgânica que a simples desfolha. Nesse sentido, podar não é somente sobre a entrada de luz na área, mas sobre a retirada da informação de envelhecimento do sistema. Ou seja, dentro deste sistema não se deve, em hipótese alguma, deixar as plantas envelhecerem – deve-se constantemente podar e renovar as plantas, produzindo hormônios de crescimento.

Cada organismo tem o tipo de poda que aceita: drástica, de condução, de frutificação. A poda deve ser realizada no “colar” do ramo, rente ao tronco, sem danificá-lo mas sem deixar uma parte para fora, devendo ser um corte preciso para garantir a saúde da cicatriz. O material proveniente da poda deve ser separado em mais finos e mais grossos – o material mais grosso (madeira) cobre o solo primeiro e, depois, o mais fino (folhas) vai por cima, caso contrário o processo de decomposição será muito mais demorado, não tão eficiente e pode ser que o cupim o prejudique bastante.

A madeira deve ser corretamente cortada, nas curvas, tirando as forquilhas ou ganchos (material com formato de Y) para que esta possa ser acomodada inteiramente no chão e o material esteja completamente em contato com o solo. O corte de árvores deve ser feito com as ferramentas adequadas para não causar ferimentos nas plantas, adoecê-las ou retardar seu crescimento, além de proporcionar um bom rendimento para o(a) agricultor(a) e segurança na hora do trabalho, bem como por meio da utilização dos EPIs, implementos de qualidade que otimizam o manejo e proteger a saúde da família, que deve trabalhar sempre de corpo e mente presentes na atividade a ser desempenhada.

Pode haver dúvida com relação à trituração ou não da madeira. Agroflorestores experientes afirmar que utilizar a madeira não triturada é muito estratégico do ponto de vista econômico – de rendimento. Diminuir custos na agrofloresta e na agricultura em geral é fundamental, pois economia é eficiência.

Triturar tem um custo – levar o material, ter as ferramentas e máquinas etc. -, por isso deve-se buscar o que é mais prático e o que tem maior rendimento para a sua área. Cada forma de utilização da madeira, triturada ou não, tem seu uso e sua função. A madeira triturada, ou serragem, pode ser utilizada nos canteiros junto com a serapilheira, muito embora este material, que é uma mistura de madeiras trituradas, possui uma decomposição mais lenta e um pH baixo, devendo ser colocada em poucas quantidades.

Ademais, para a implantação da área de SAF é essencial cumprir com os passos a seguir:

1° Passo: Capina seletiva, deixando espécies principalmente da abundância que já estão no local (se tiver) – pensar quais espécies estão no local e podem ser deixadas no sistema. Por que começar do zero se já existem algumas plantas dentro da área? Nesse processo o agroflorestor vai encontrando plantas, mudas e sementes no local;

2° Passo: Definição da direção das linhas e entrelinhas (N/S), enfoque e espaçamento de cada uma;

3° Passo: Medição e marcação dos canteiros, preparo do solo;

4° Passo: Podas drásticas, de limpeza, de condução, organização do material perto das linhas e entrelinhas;

5° Passo: Organizar os materiais mais grosseiros primeiro em contato com o solo;

6° Passo: Plantio das mudas que mais fazem bagunça no solo (uso de cavadeira, picareta), cobre, e plantio das espécies que não mexem tanto no solo; e

7° Passo: Cobrir a linha após o plantio das mudas.

Além disso, é fundamental começar e terminar uma área por completo, sem deixar lacunas que atrasem o sistema ou ameacem a integridade do mesmo.

O sistema proposto deve ser estruturado em linhas por trazer uma praticidade na hora dos plantios, manejos e colheitas, além de no uso das ferramentas e maquinários. As linhas ou canteiros do sistema são como o alicerce da casa, e este deve ser feito uma única vez. Os canteiros têm, normalmente, um metro de largura – 80 a 90 cm para plantar e as bordas para caminhar. Neste modelo proposto as linhas terão um metro de largura e nas bordas serão plantados capim andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth) e João Gomes (*Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn.). Não é interessante fazer uma linha muito estreita pois as bordas começam a pegar o espaço desta.

Para a delimitação dos limites do canteiro, evitando pisoteio e ocupação, além de perda de nutrientes para as laterais, buscando concentrar a energia no canteiro, deve-se utilizar madeira (galhos grossos). Pau d'arco (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos), leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) e canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) são exemplos de madeiras para cobertura dos canteiros. Deve-se preparar o canteiro em formato côncavo, com as laterais mais altas que o meio, para que a energia (os nutrientes e a água) se concentre no meio do canteiro, que é a linha principal, onde estarão as árvores e as espécies carro-chefe das linhas, além de proteger contra o vento, que passará por cima do centro sem prejudicar as pequenas mudas e sementes.

O ideal é que a cobertura do solo nas bordas e onde será pisoteado seja mais alta e mais grosseira que no centro da linha. A cobertura do solo deve ser mais baixa no lado leste da linha – nascente do Sol – e com mais intensidade e altura no lado oeste – poente -, para proteção do solo e das plantas contra o sol da tarde, que esquenta mais, evitando a perda de plantas no período do verão.

Caso a quantidade de matéria orgânica para cobertura do solo for pouca, utiliza-se a cobertura apenas do lado poente da linha. Toda a cobertura deve ser preparada antes da implantação do sistema e deve ser utilizada nas linhas. É recomendado, também, fazer as linhas em formato de ondas, pois ajuda na questão do controle dos ventos e da temperatura, além de fazer com que a chuva atinja a linha e não evapore tão facilmente.

Em adição, é imprescindível compreender que desenhar um SAF é diferente de implantá-lo na prática, podendo haver significativas mudanças durante este processo. Assim, recomenda-se planejar com atenção e flexibilidade, visando atender os desejos das famílias agricultoras ao mesmo tempo em que garanta retorno financeiro e saúde ambiental.

A recomendação de Neto *et al.* (2016) é preparar os canteiros de árvores com 12 metros de centro a centro, acumulando matéria orgânica em cima destes. No primeiro ano, levando em consideração a época do ano, pode-se cultivar, em cima dos canteiros, lavouras ou hortaliças, além do plantio de árvores adubadeiras e bananeiras, com o objetivo de produzir matéria orgânica.

Neste modelo, as linhas de roça (entrelinhas das linhas de árvores e linhas de plantas criadoras) têm três metros, para que este espaço maior entre linhas seja aproveitado pelo cultivo das plantas anuais, que são o foco do sistema proposto. Estas linhas devem ser renovadas

anualmente para o replantio das espécies, ou seja, não devem conter espécies de ciclo longo que não aceitam poda anual, mas podem conter culturas que produzem matéria orgânica, como capim *Andropogon* (*Andropogon gayanus* Kunth) – poderia ter também margaridão (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A.Gray), mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.) e palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.). O abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill) será plantado nas extremidades das entrelinhas de roça.

Na agrofloresta, a estratégia não é plantar uma árvore a cada 12 metros, como seria de mudas. É plantar a cada metro ou meio metro, ouu ainda fazer um berço e colocar várias sementes nele, para que depois seja possível selecionar os melhores indivíduos. Neste sistema uma planta ensina a outra a crescer, uma ajuda a outra a se desenvolver – uma coopera com a outra – para que, depois, o(a) agricultor(a) pode escolher a melhor posicionada, a mais vigorosa. Quando temos indivíduos a mais, as pragas e doenças atacam aqueles menos saudáveis, que se adaptaram menos em comparação com os outros.

Para manter o sistema mais baixo, a escolha das frutas abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill) e seriguela (*Spondias purpurea* L.) foi feita por serem de estrato baixo e alto, respectivamente. As árvores escolhidas – catingueira (*Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis), canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub), aroeira (*Astronium urundeuva* (M.Allemão) Engl.) e pau d’arco (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos) – de estratos médio, alto e emergentes, respectivamente, são cultivadas nas mesmas linhas das frutas. Assim, as frutas ficarão abaixo das árvores de lenha, se beneficiando de suas sombras.

O resultado desta pesquisa foi elaborar um SAFA para um hectare (1 ha) de extensão, constituído por linhas de árvores com um metro de largura e centros de linha a cada 12 metros, entrelinhas de roça com três metros, linhas de plantas criadoras com um metro e linhas de capim com um metro, além dos caminhos de 50 cm que devem ser construídos ao lado de cada linha, facilitando na hora do manejo por parte do(a) agricultor(a).

De uma forma geral, o ideal é começar um Sistema Agroflorestal em uma área pequena, pois esta é uma técnica complexa e recente, merecendo dedicação, estudo e prática dos(as) agricultores(as) para que exista compreensão dos princípios e organização no manejo. Para tal, o recomendado especificamente para o modelo proposto é começar com uma área de 28 metros de largura por 10 metros de comprimento. É interessante fazer uma área bem menor e

experimental com o objetivo de que esta dê suporte ao entendimento dos(as) agricultores(as) e estes possam, então, ser capazes de implantar grandes áreas.

Ademais, esta recomendação visa auxiliar na transição agroecológica, algo que é um processo e não um fim em si mesma, sendo necessário planejamento, cautela e precisão para que haja sucesso. Ao começar a implantação com uma área de 28 m x 10 m, existe a possibilidade de a família agricultora compreender os princípios e dinâmicas do sistema para que, ao implantar o restante da área, já exista experiência, conhecimento acumulado e resolução de eventuais problemas e dificuldades que possam ter ocorrido na área implantada antes.

As linhas de árvores, linhas de plantas criadoras, linhas de capim e entrelinhas de roça serão, no começo, implementadas com as espécies de roça, embora esta configuração seja uma constante apenas na linha de criadoras e nas entrelinhas. Desse modo, cada linha ficará configurada da seguinte forma (com o número equivalente de linhas dentro de 1ha):

1. Linha de anuais (14 linhas): milho (*Zea mays* L.), feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), jerimum (*Cucurbita moschata* Duchesne), abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill) e João Gomes (*Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn.);

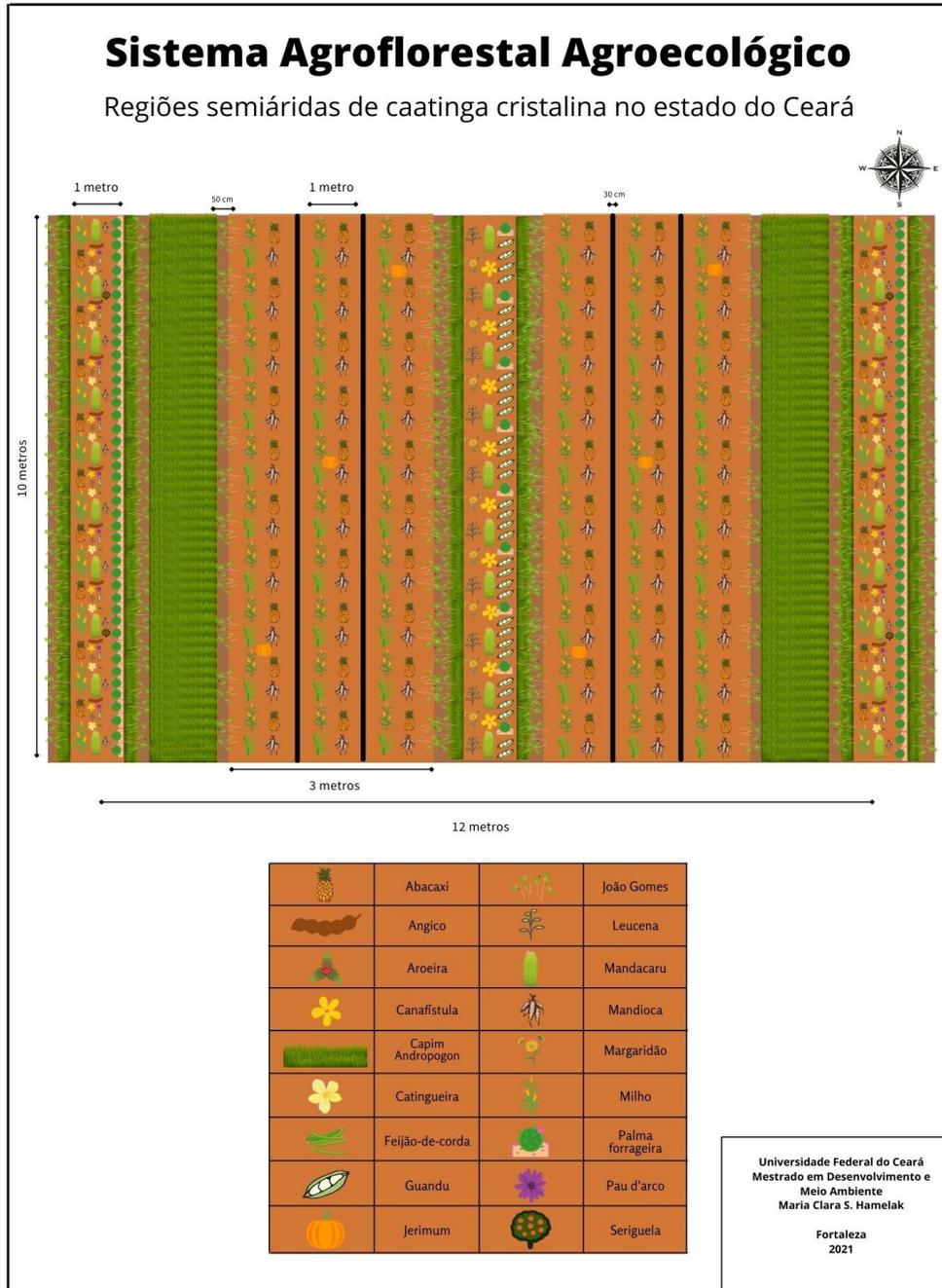
2. Linha de árvores (14 linhas): catingueira (*Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis), aroeira (*Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl.), angico (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb.) Altschul), pau d'arco (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos), seriguela (*Spondias purpurea* L.), abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill), palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.), mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.), capim andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth), João Gomes (*Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn.) e, no começo, milho (*Zea mays* L.), mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) e guandu (*Cajanus cajan* (L.) Huth);

3. Linha de criadoras (7 linhas): palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.), guandu (*Cajanus cajan* (L.) Huth), leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit), margaridão (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A.Gray), canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.), mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), capim andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth) e João Gomes (*Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn.); e

4. Linha de capim (14 linhas): capim andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth).

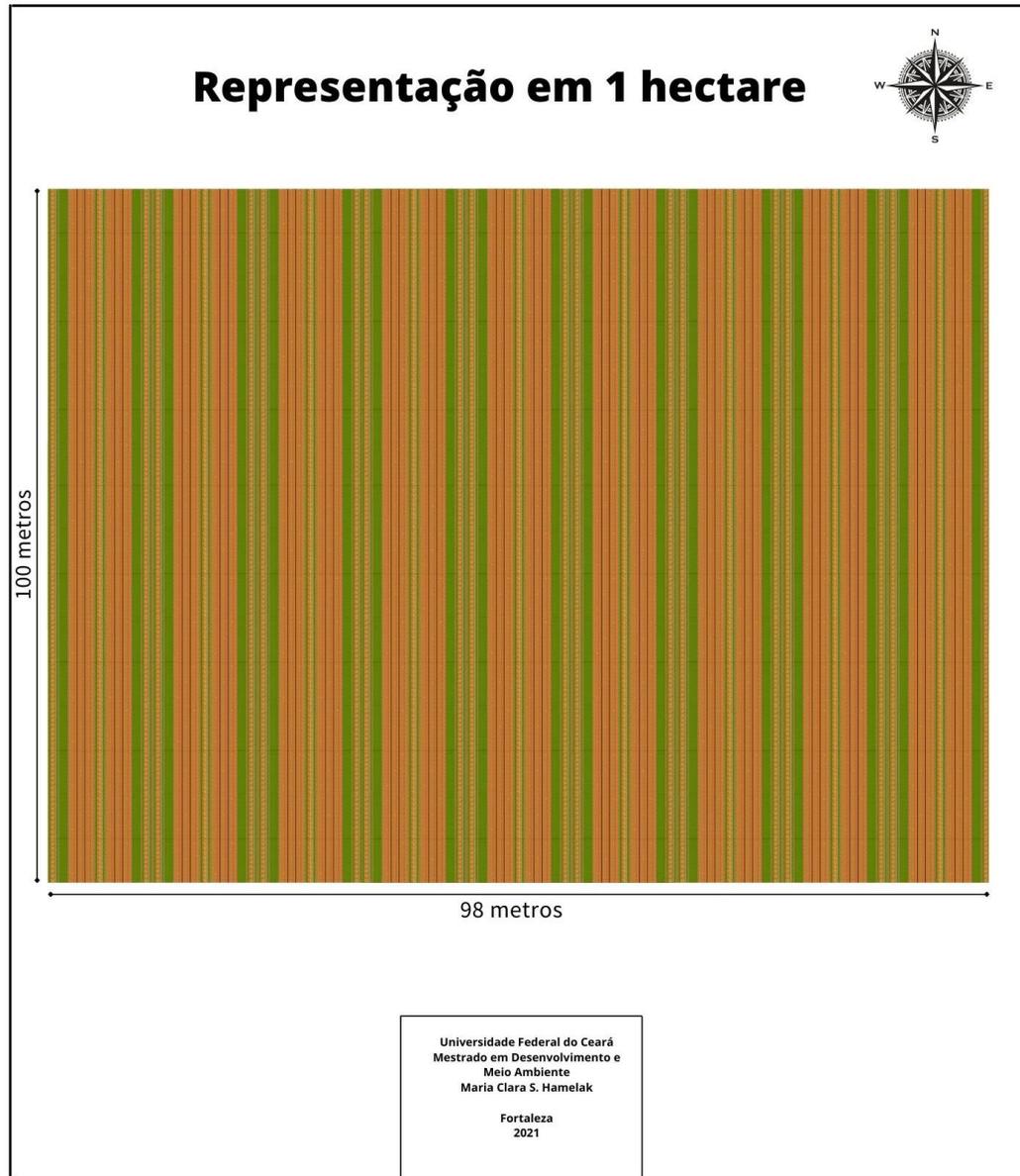
A seguir, a Figura 11 demonstra como seria o espaçamento das espécies do centro de uma linha de árvore para a outra (12 metros), em uma área de 14 m x 10 m, e a Figura 12 representa o modelo proposto dentro do espaço de 1 hectare:

Figura 11 – Croqui do modelo de Sistema Agroflorestal Agroecológico (SAFA) silviagrícola proposto para regiões semiáridas no estado do Ceará em um recorte de 14 m x 10 m.



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Figura 12 – Representação do Sistema Agroflorestal Agroecológico (SAFA) silviagrícola proposto para regiões semiáridas no estado do Ceará em 1 hectare.



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

5.1.4 Beneficiamento e escoamento da Produção

Dentro do universo agroflorestal, diz-se que a abundância é uma característica forte dentro dos sistemas. Para que haja total aproveitamento dos produtos gerados, bem como não exista desperdício, seguem recomendações com relação ao beneficiamento e escoamento destes, a fim de garantir renda máxima para as famílias e fortalecimento do mercado agroecológico e agroflorestal em território nacional.

Parte importante do planejamento das agroflorestas é evidenciar a quantidade de cada produto que foi plantada e que foi colhida, além de saber como será vendido e qual será o destino de cada produto, visando evitar perdas da produção. Antes mesmo de implantar um SAF o(a) agricultor(a) deve ter em mente estas variáveis e, de preferência, buscar pontos de escoamento que estejam próximos à propriedade, buscando sempre produzir e comercializar localmente para evitar prejuízos ambientais com relação ao transporte dos produtos, bem como perdas de parte destes.

O Quadro 7, a seguir, traz informações das espécies escolhidas com relação a tipos de uso, quantidade (em unidade) por hectare (quant/ha), valor de venda (R\$) dos diferentes tipos de produto, em média, e a renda do produto obtida por hectare (R\$/ha), conseguidas a partir de pesquisas de mercado, além de no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e na Ceasa (CE):

Quadro 7 – Nome popular, nome científico, tipos de uso, quantidade (em unidade) por hectare (quant/ha), valor de venda (R\$), em média, e renda por hectare (R\$/ha) das espécies escolhidas para compor o modelo de SAFA para o semiárido no estado do Ceará.

Nome popular	Nome científico	Usos	Quant/ha	Valor de venda (R\$)	Renda (R\$/ha)
Abacaxi	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merrill	Alimentação Medicinal Álcool etílico Ornamental	2828	3,30 (a unidade); 7 (polpa com 1kg)	9.332,4 (soma das unidades); 1.979,6 (polpa)
Angico	<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul	Madeireiro Forrageiro Medicinal Reflorestamento Atrai abelhas na estação seca	280 (sistema com mudas)	Valor da madeira em pé: 50 (o m ³ para lenha); 136 a 570 (o m ³ para serraria); 15 (a muda)	1.550 (lenha); 4.200 (mudas)
Aroeira	<i>Astronium urundeuva</i> (M.Allemão) Engl.	Madeireiro Forrageiro Cerca viva Ornamentação Medicinal Recuperação de Áreas Degradadas Quebra-vento	294 (sistema com mudas)	8 (kg da fruta fresca); 20 (kg da casca); 46 (a peça – em lasca para cerca); 136 a 570 (o m ³ da madeira em pé); 30 (a muda)	8.820 (mudas)
Canafístula	(<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.)	Madeireiro Medicinal Produção de biomassa Recuperação de áreas	1407 (sistema com muvuca); 1757 (sistema	400 a 600 dólares (o m ³ para serraria); 136 a 570 (o m ³	42.210 (mudas - sistema com muvuca); 52.710 (mudas -

Nome popular	Nome científico	Usos	Quant/ha	Valor de venda (R\$)	Renda (R\$/ha)
		degradadas Quebra-vento Produção de lenha e carvão Produção de celulose e papel Forrageiro Apícola Paisagismo	com mudas)	da madeira em pé; 30 (a muda);	sistema com mudas)
Capim Andropogon	<i>Andropogon gayanus</i> Kunth	Forrageiro Produção de biomassa	0,07 m ² (linhas de capim); 0,042 m ² (bordas das linhas)	36 (saco com 7kg de sementes)	-
Catingueira	<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis	Madeireiro Forrageiro Medicinal Recuperação de áreas degradadas Quebra-vento	476 (sistema com mudas)	23 (a muda)	10.948
Feijão-de-corda	<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	Alimentação Produção de biomassa	1400	7,80 (kg)	4.095
Guandu	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth	Produção de biomassa Forrageiro Alimentação	350 (sistema com muvuca); 1764 (sistema com mudas)	4,30 (kg)	-
Jerimum	<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne	Alimentação	350	1,40 (kg)	2.940
João Gomes	<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.	Alimentação Medicinal Paisagismo Produção de biomassa	7035	8 (média de 40 sementes)	-
Leucena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Produção de biomassa Forragem Madeireiro Carvão vegetal	707 (sistema com muvuca); 3521 (sistema com mudas)	36 (saco com 1kg de sementes)	-
Mandacaru sem espinho	<i>Cereus jamacaru</i> DC.	Alimentação animal Produção de biomassa Recuperação de áreas degradadas Cerca viva	2107	20 (muda de 20cm)	42.140

Nome popular	Nome científico	Usos	Quant/ha	Valor de venda (R\$)	Renda (R\$)/ha
Mandioca	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Alimentação Etanol Produção de biomassa	2800	1,80 (kg); 3,50 (500g da farinha)	25.200 (mandioca); 19.600 (farinha)
Margaridão	<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A.Gray	Produção de biomassa Medicinal	700	30 (100 sementes); 35 (40 estacas)	1.820 (estacas)
Milho	<i>Zea mays</i> L.	Alimentação Forrageiro	2828	0,70 (a unidade); 3,19 (1kg de farinha)	3.959,2 (soma das unidades vezes dois)
Palma forrageira	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	Alimentação Produção de biomassa Forrageiro Medicinal Cosméticos Recuperação de áreas degradadas Cerca viva	3521	60 (o m ³); 1 (a fruta); 57 (kit com 20 mudas)	3521 (frutas); 10.032 (mudas)
Pau d'arco	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Medicinal Madeireiro Ornamentação Alimentação animal (principalmente abelhas) Recuperação de áreas degradadas Quebra-vento	280 (sistema com mudas)	136 a 570 (o m ³ da madeira em pé); 8 (kg da casca)	-
Seriguela	<i>Spondias purpurea</i> L.	Alimentação Medicinal	238	10 a 12 (1 a 1,5kg); 0,50 (litro); 35 (a muda); 3,50 (polpa com 500g)	8.330 (mudas); 33.320 (polpa)

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Nota: Os valores de quantidade por hectare (quant/ha) e renda por hectare (R\$/ha) das espécies aroeira, angico, catingueira, pau d'arco e, em parte, das espécies canafístula, leucena e guandu não puderam ser calculados pois tais culturas estão, neste modelo, introduzidas na forma de sementes dentro de muvuca, não sendo possível saber a quantidade exata de cada cultura que irá germinar e atingir a fase adulta. Assim, os valores presentes neste quadro são referentes à situação hipotética na qual estas espécies seriam plantadas em forma de mudas, com espaçamento pré-definido como apresentado no Quadro 6, e também ao plantio em muvuca.

O beneficiamento de produtos agroflorestais é assunto recorrente dentro do meio, pois é a partir deste que os produtos têm seu preço de mercado aumentado. Diz respeito ao trabalho de tratamento e preparo da matéria-prima para a confecção de um produto final

aperfeiçoado a partir da transformação do material para uma etapa seguinte de industrialização e, por fim, de comercialização.

Para tal, as famílias agricultoras devem, de forma a atender seus objetivos principais, alcançar os materiais, ferramentas e máquinas necessárias para realizar os beneficiamentos desejados. Esta é uma finalidade que deve estar nos planos das famílias e que deve ser conquistada aos poucos, à medida em que a renda for entrando. É importante, assim, buscar um foco inicial sobre um determinado carro-chefe, por exemplo, para que haja um auxílio inicial no caminhar deste processo.

O presente tópico tem como foco explicar, de forma genérica, algumas formas de beneficiamento e escoamento dos produtos propostos, tanto com as culturas anuais como com as frutas e as árvores nativas. Recomenda-se que haja, por parte do leitor, a busca por informações adicionais com relação aos processos pós-colheita, como secagem, armazenamento, medidas para evitar perdas etc.

Com relação às culturas anuais, o milho (*Zea mays* L.) tem papel fundamental no sistema e na alimentação das famílias. Este é um dos sete alimentos mais consumidos pela humanidade e um dos principais alimentos para os animais. Existem diversas formas de beneficiamento deste produto, tanto em moagem por via seca quanto em moagem por via úmida, transformando este grão em (STRAZZI, 2015):

I. Moagem por via seca: canjicas (pipoca doce, alimentos matinais, farinha biju, bebidas alcoólicas), canjiquinhas (salgadinhos), *grits* (cervejarias, salgadinhos, mineração, extrusados para a substituição de isopor), farinhas e fubás (alimentos infantis, panificação, misturas preparadas para bolos, biscoitos e massas alimentícias, tecelagem, explosivos, indústrias de ração animal), farinha de milho pré-gelatinizada (alimentos instantâneos, fertilizantes, perfuração de poços de petróleo, fundição, indústria de ração animal), flocos de milho e farinhas de milho pré-cozidas (sopas, biscoitos, indústrias de ração animal) e farelos de milho e de gérmen desengordurado (ração animal);

II. Moagem por via úmida: amido de milho (Pós para sobremesas, panificação, misturas preparadas para bolos e outras, fermento em pó, alimentos infantis, produtos cárneos, mostardas, sopas, massas alimentícias, produtos farmacêuticos, processos de fermentação, papel, papelão ondulado, tecelagem, mineração, explosivos, adesivos, giz, cosméticos, produtos de limpeza, recuperação industrial da água), amidos modificados (Balas de goma, bebidas, alimentos

instantâneos, alimentos infantis, alimentos pré-cozidos congelados, veículos para aromas e corantes, molhos, papel, papelão ondulado, fitas gomadas, tecelagem, perfuração de poços de petróleo), dextrina (Adesivos, lixas, papéis abrasivos, estampagem de tecidos, sacos de papel multifoliado, cartonagem, mineração), xaropes de glicose e maltose (Balas duras, balas mastigáveis, gomas de mascar, doces, creme e suco de frutas, geleias e compotas, coberturas, produtos cárneos e embutidos, misturas preparadas (bolos, alimentos infantis, pós para pudins), xaropes, sorvetes, cervejas, refrigerantes, molhos, bebidas alcoólicas, alimentos matinais, panificação, molhos, produtos farmacêuticos), liquor de milho (antibióticos, produtos farmacêuticos, enzimas, produtos de fermentação, ração animal) e gérmen, glúten e fibras (formulação de rações).

O jerimum (*Cucurbita moschata* Duchesne) é outra cultura muito presente na vida dos sertanejos e um produto com muitas possibilidades de aproveitamento, podendo ser consumido tanto em receitas salgadas como doces. Existe um grande número de receitas que podem ser feitas com este produto, mas não serão descritas aqui pois este não é o foco do tópico. Para mais, o consumo de jerimum traz benefícios para a visão, para a pele, para a perda de peso, para a saúde cardiovascular, para a imunidade, além de reduzir a pressão arterial e ajudar na prevenção do câncer.

O feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é um dos principais feijões presentes na mesa dos(as) agricultores(as) familiares no semiárido cearense, embora não tenha muita diversidade de uso mas esteja compondo muitas receitas. Este é um legume com poucas calorias e baixo índice glicêmico, pouca gordura e rico em nutrientes como proteínas, minerais, vitaminas e fibras. Além disso, é fonte de fósforo, cálcio, ferro, potássio e vitaminas A, C e K, sendo um grande aliado da saúde.

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), mais conhecida como macaxeira no nordeste, é extremamente importante para a cultura da região, sendo muito presente no prato dos sertanejos, especialmente na forma de tapioca (feita a partir da fécula de mandioca). A mandioca é, atualmente, a quarta cultura de produção de alimentos mais importante no mundo, principalmente em regiões tropicais, além de ser, entre todos os cultivos, a de maior eficiência biológica, produtora de energia e de melhor adaptação a solos com deficiência nutricional.

A raiz da planta é utilizada para a elaboração de uma série de produtos amiláceos (da onde se extrai a fécula), farinhas e amidos naturais ou modificados. Da fécula podem ser feitos

biscoitos, bolos, pudins, molhos etc., e até mesmo alimentos processados, além de contribuir com as indústrias têxteis, de papel, de tintas e de medicamentos. A partir de uma segunda transformação também é possível produzir polvilho azedo, o qual pode preparar produtos como biscoitos doces e salgados, além de pão de queijo.

Para mais, da mandioca se produzem raspas, farinhas de raspas, pellets (combustível de biomassa feito a partir do beneficiamento de madeira seca) e álcool, bem como produtos regionais como beiju, carimã, tucupi e tacacá. Esta diversidade de produtos advindos da mandioca comprova que esta é uma planta extremamente importante na cultura brasileira e na base alimentar da população.

Com relação ao beneficiamento das frutas, tanto o fruto do abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill) quanto da seriguela (*Spondias purpurea* L.) e da palma (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.), chamado de tuna, podem ser vendidas in natura (no caso da palma, deve-se retirar os espinhos, a casca e as sementes), ou seja, como foram obtidas da natureza, sem processo de beneficiamento. O abacaxi e a seriguela podem ser, também, vendidos na forma de polpa, como faz seu Zé Artur com algumas frutas que possui no seu sistema. Além disso, existe a opção de vender mudas destas culturas.

Pensando no beneficiamento das árvores nativas, a aroeira (*Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl.), o angico (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb.) Altschul), o pau d'arco (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos) e a canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) produzem madeira de qualidade e com preço expressivo do metro cúbico (m³) – não foram encontrados valores para o m³ da catingueira (*Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis), ainda assim, esta madeira é utilizada para estacas, moirões e varas, na fabricação de carvão e lenha, bem como na confecção de cercas estivadas e cabos de ferramentas. Além disso, as folhas, flores e cascas desta árvore são usadas no tratamento das infecções catarrais, nas diarreias e disenterias.

As cascas e folhas secas da aroeira são utilizadas contra febres, problemas do trato urinário, contra cistites, uretrites, diarreias, blenorragia, tosse e bronquite, gripes e inflamações em geral. No conhecimento popular tradicional, o chá da casca do pau d'arco serve para tratar inflamações, úlceras, infecções bacterianas e fúngicas.

Já as folhas da canafístula são utilizadas como laxativo leve ou como purgativo (em doses mais fortes) e a casca do seu tronco é considerada eficiente para tratamento de problemas

respiratórios como gripes e resfriados. Ademais, a casca do angico é utilizada em medicinas caseiras para preparação de infusão, xarope, maceração e tintura, possuindo propriedades hemostática, depurativa, adstringente e cicatrizante, sendo utilizada para tratamento de tosse, bronquite, doenças sexuais, contusões e reumatismo. Para mais, todas estas podem servir para produção de mudas.

O escoamento da produção, com base nos relatos dos agricultores agroflorestais Zé Artur e Antonio Gomides, pode ser feito mediante quatro meios principais: o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE); o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA); feiras agroecológicas; e cooperativas. Além destes, urge a necessidade da criação de programas governamentais de incentivos e benefícios fiscais, além de assistência técnica, para agricultores(as) familiares que produzam a partir dos princípios agroecológicos e agroflorestais, garantindo saúde ambiental e autonomia das famílias.

O PNAE tem caráter complementar à educação de todos os alunos da educação básica matriculados em escolas públicas, filantrópicas e em entidades comunitárias conveniadas com o poder público. A partir de ações de educação alimentar e nutricional e da oferta de alimentação de qualidade, o programa visa contribuir para o crescimento e desenvolvimento biopsicossocial dos alunos, bem como para a aprendizagem, rendimento escolar e formação de hábitos alimentares saudáveis.

Dos alimentos provenientes das culturas escolhidas para o modelo proposto, o milho, o feijão-de-corda, a mandioca, o jerimum, o abacaxi e a seriguela podem ser escoados para o PNAE, mas a prioridade deste programa são as frutas, hortaliças e alimentos de fontes animais. As famílias agricultoras, caso tenham interesse de fornecer alimentos para o PNAE, devem buscar as informações necessárias para tal na plataforma do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), do Ministério da Educação (MEC), além de entrarem em contato com escolas públicas da região.

Já o PAA é uma ação do Programa Fome Zero e é uma das principais políticas de apoio e incentivo à agricultura familiar no Brasil. É por meio deste programa que os órgãos governamentais comprar os alimentos oriundos da agricultura familiar (sem a necessidade de licitação) e os destinam à pessoas em situação de insegurança alimentar e nutricional, bem como à rede socioassistencial, aos equipamentos públicos de segurança alimentar e nutricional e à rede pública de ensino.

Os alimentos comprados e sua respectiva destinação irão depender da modalidade do PAA através da qual os produtos foram adquiridos, pois o programa possui seis modalidades: Compra com doação simultânea; Compra institucional; PAA leite; Compra direta; Formação de estoques; e Aquisição de sementes. Assim, as famílias agricultoras que tiverem interesse em participar do PAA devem verificar em qual modalidade melhor se adequam e buscar informações na Emater (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural) do seu estado ou podem se inscrever por meio das Casas do Produtor Rural (CPRs), localizadas nas sedes dos municípios.

As feiras agroecológicas são ferramentas importantíssimas para as famílias agricultoras dentro da transição agroecológica, pois possibilitam a venda de produtos de qualidade, sem agrotóxicos e insumos químicos, assim como a partilha entre os(as) produtores(as) com relação a possíveis benefícios, prejuízos ou dificuldades dentro dos diferentes sistemas. Também, a troca de sementes crioulas e o fortalecimento do movimento agroecológico agroflorestal no mercado são benefícios advindos das feiras, sendo estas ideais para produtores que possuem expressiva diversidade de produtos.

Ademais, as cooperativas, segundo Chayanov (1974), são o fim último do trabalhador rural dentro da era capitalista, mediante formas socialmente organizadas de produção. O autor enxerga as cooperativas como a única alternativa para introduzir a exploração do trabalho familiar no âmbito da industrialização agrícola em grande escala. Para permanecer no modo de produção familiar agrícola, o caminho é a unidade econômica familiar; no caso de ingressar no modo de produção capitalista, as famílias devem, então, se unirem em cooperativas.

É a partir das cooperativas que os(as) trabalhadores(as) rurais podem unir forças em busca de um mercado de maior escala, além de haver o avanço e melhoramento das condições de vida destes sujeitos e grupo social e político, tornando ainda mais forte a reprodução deste. Dessa forma, são garantidos direitos trabalhistas às famílias agricultoras bem como melhoria nos ganhos destas. Parece que Chayanov acreditava nesse modelo para “[...] superar o capitalismo de estado e poder constituir a base para um futuro sistema econômico socialista” (CHAYANOV, 1974, p. 315).

Em suma, existem diversas maneiras de beneficiar os produtos adquiridos das espécies escolhidas para compor o modelo de SAFA para o semiárido no estado do Ceará, bem como existem algumas alternativas de escoamento da produção que são essenciais para este processo. A recomendação é que as famílias escolham um carro-chefe para as anuais no começo

do sistema, a fim de beneficiá-lo da melhor forma e obter a renda necessária para expandir a produção deste e das outras culturas.

É imprescindível compreender que o trabalho dos(as) agricultores(as) familiares é de extrema importância para a manutenção das florestas secas, assim como para a alimentação saudável de grande parte da população do país, uma vez que a produção de grãos, legumes, frutas e hortaliças está, na maior parte, vinculada a estes trabalhadores(as). O Governo deve, imediatamente, criar programas que visem valorizar estes atores sociais e seus trabalhos com relação a proteção do meio ambiente e a produção de alimentos de qualidade para os brasileiros.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma geral, as experiências agroecológicas no semiárido nordestino brasileiro relatadas nesta pesquisa demonstram a força de uma ciência “popular”, ou do povo, a qual se concretiza nos territórios a partir de organizações sociais coletivas que, por meio de ações políticas, buscam reconstruir a autonomia produtiva e alimentar das pessoas de uma localidade. Além disso, estas ações têm como objetivo promover a segurança alimentar e nutricional para a população, bem como construir tecnologias que permitam um aproveitamento máximo do trabalho a ser feito no campo, como máquinas de plantio direto, máquinas colhedoras e novas ferramentas para o manejo, além de garantir a segurança das pessoas envolvidas.

Evidencia-se que a Agroecologia tem sido uma força motriz que conduz as pessoas à uma reconexão com os saberes ancestrais dos povos tradicionais e com a própria dinâmica da natureza. Este cenário fomenta a ideia de que a interação ser humano-natureza pode ser reestruturada de maneira que no lugar de extinguir todas as fontes energéticas e produtivas do planeta a população humana possa desenvolver tecnologias que visam a manutenção do ciclo energético natural da Terra.

Dá-se ênfase ao abismo existente entre a agricultura convencional – ou industrial – e a Agroecologia, diante de uma perspectiva em que esta é lida como objeto central do início da permacultura, onde Bill Mollison e David Holmgren, de forma visionária, buscaram construir sistemas que fossem permanentes no tempo e no espaço, criando assim culturas permanentes. Ao passo em que desde 1950 os esforços das potências globais foi transformar a concepção de agricultura em uma atividade movida por insumos químicos, agrotóxicos, monoculturas, modificações genéticas e grandes maquinários, novos modelos produtivos foram criados em contraponto com esta lógica falha.

A ideia, completamente oposta à lógica da Revolução Verde, foi construir sistemas que fossem capazes de se autossustentar a partir de uma subtração entre entrada e saída de energia que resultasse em zero. Ou seja, a intenção é garantir que cada espaço seja construído e mantido por si mesmo, evitando o abandono de terras por estas serem inférteis, e sim garantindo que a terra, a partir da intervenção humana, seja cada vez mais fértil.

Como a Agroecologia é uma ciência nova, existem diversos impasses paradigmáticos cuja ação dificulta o crescimento desta em larga escala, como em propostas do Governo, por exemplo. Por esse motivo esta é uma ciência “popular”, do povo para o povo, que resgata os

conhecimentos tradicionais e os implementa com novas tecnologias de máquinas, processos e pensamentos. É evidente que parte destes esforços deve vir dos Governos, mediante políticas públicas, prestação de serviços de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER), incentivos e benefícios fiscais e mudanças na lógica exploratória dominante no Brasil, pois é somente a partir destas políticas que os(as) agricultores(as) familiares poderão ter base para implantarem seus sistemas e a partir destas mudanças que o país poderá ter um futuro promissor.

Esta nova forma de se pensar a produção de alimentos e de bens e produtos aliada à conservação do meio ambiente possibilita que pessoas que vivem em condições de pobreza extrema possam voltar a ter dignidade e alimento na mesa, assim como que mulheres impostas à situações de submissão e violência possam se descobrir aptas a serem autônomas e autossuficientes.

Sob essa perspectiva, entende-se Agroecologia não apenas como um modelo de produção de alimentos, mas como uma ação social e política capaz de transformar a realidade de indivíduos e comunidades a partir de técnicas que integram a força de trabalho humana e a dinâmica natural dos ecossistemas, reintegrando o ser humano dentro da natureza como era feito há séculos antes de transformarem a agricultura em um processo de aniquilação da vida consolidada nos territórios.

Uma das ferramentas da Agroecologia são os Sistemas Agroflorestais ou Agroflorestas, sistemas produtivos cujos princípios são baseados na dinâmica e funcionamento da natureza, onde as condições de plantio devem se assemelhar às condições dos ecossistemas locais, garantindo diversidade e densidade de espécies dentro da área, bem como o uso de processos, e não insumos, para garantir o desenvolvimento pleno do sistema.

Este sistema possibilita que os envolvidos possam plantar seu próprio alimento, além de haver a opção de vender parte da produção, gerando renda, e conservar espécies nativas do local, contribuindo com a diminuição de processos como fragmentação de ecossistemas, perda de biodiversidade, extinção de espécies etc. Para mais, as Agroflorestas são excelentes ferramentas para agir contra a desertificação na região semiárida do país, pois funcionam como sumidouros de carbono da atmosfera, o retendo na superfície da terra, o que diminui o efeito estufa e conseqüentemente o aquecimento global.

Em suma, as perguntas norteadoras da pesquisa foram respondidas por meio dos estudos de caso referentes à agricultura familiar e ao universo agroflorestal no semiárido

nordestino do Brasil. A Agroecologia e os Sistemas Agroflorestais têm trazido segurança alimentar, autonomia social e produtiva, resgate da família, saúde e bem estar para os agricultores familiares na região, assim como têm contribuído de forma substancial para o desenvolvimento rural sustentável desta a partir da recuperação de áreas degradadas, da recuperação e valorização do trabalho dos agricultores familiares, bem como do incremento da agrobiodiversidade na região, com ênfase para a valorização das espécies nativas da caatinga, contribuindo com a conservação desta biodiversidade.

Ademais, as fragilidades destes sistemas no semiárido são falta de assistência técnica governamental, falta de benefícios e incentivos fiscais, falta de políticas públicas direcionadas para os agricultores familiares que utilizam tais técnicas e dificuldades dentro das governâncias locais – como brigas e nepotismo. Já as potencialidades reconhecidas dizem respeito à necessidade de implantação de sistemas produtivos integrados na região e no incremento da biodiversidade dentro destes, gerando uma série de serviços ecossistêmicos, bem como na utilização de espécies estratégicas para locais com pouca ou nenhuma disponibilidade de água e atuação na regulação do microclima local e no balanço global de carbono do planeta.

Entende-se que as florestas secas, como a caatinga, também podem desempenhar este papel de sumidouros de carbono, entretanto estas devem estar bem conservadas, caso contrário agem fortemente como fontes de carbono para a atmosfera. A ideia é criar Agroflorestas que sejam transformadas em florestas secas no futuro, garantindo tanto a conservação deste tipo de vegetação quanto a saúde do planeta ao equilibrar os níveis de carbono na superfície e na atmosfera.

As Agroflorestas, além de fixarem carbono na superfície, produzem toneladas de comida por hectare/ano – ao pensar em sistemas autossuficientes, é praticamente impossível não considera-las como uma das grandes forças que remodelam a relação das pessoas com o meio ambiente, trazendo esperança para tempos tão sombrios de desconexão e destruição.

É interessante considerar, inclusive, que áreas como as Áreas de Proteção Ambiental (APAs), cuja legislação possui diversas falhas que afrouxam esta medida de proteção, possam ser transformadas em Áreas de Inclusão Permanente (AIPs), as quais, segundo Ernst Götsch, possibilitam que o ser humano seja reintegrado ao movimento natural do seu ser, aprendendo com a natureza e se movimentando a partir dela, fonte da vida e da morte neste planeta, de onde vêm todos os produtos utilizados pelas civilizações humanas.

Dessa forma, os esforços estão voltados para a compreensão da dinâmica de funcionamento das florestas e de cada espécie em particular, buscando construir sistemas produtivos que utilizem da potência de cada organismo florestal para se autossustentarem e trazerem dignidade, força, alegria e paz para as pessoas. Dá-se ênfase às comunidades tradicionais e populações marginalizadas, pois daí vem a maior parte da força de trabalho deste país, e é deles que deve partir a revolução que transformará os ideais do povo brasileiro.

Considerando que a agricultura familiar é responsável por grande parte dos alimentos que chegam à mesa do brasileiro, o sistema desenvolvido tem como prioridade garantir a subsistência das famílias, sendo as espécies anuais e grãos, como milho (*Zea mays* L.), feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e jerimum (*Cucurbita moschata* Duchesne), as principais de tal sistema.

Além destas, há grande força nas espécies criadoras, as quais irão construir as condições de biomassa e nutrientes necessárias para que o sistema avance, bem como as espécies de fruta, que servirão como alimento e renda para a família, e as espécies de árvores nativas, as quais irão compor a floresta do futuro, garantindo a manutenção das florestas secas e a recuperação de áreas degradadas. Nesse sentido, evidencia-se que o semiárido nordestino possui potencial para produção de grãos, frutas e madeira.

Conclui-se que a força da Agroecologia e das Agroflorestas, evidentemente em conjunto com a força humana, tem capacidade de transformar as relações entre seres humanos e natureza, em direção à uma convivência harmoniosa com o meio a partir de intervenções bem planejadas e cientificamente pautadas em ações que promovam cada vez mais vida nos locais. Mediante esforços de ação coletiva nas localidades, bem como incentivos governamentais, novas experiências agroecológicas devem ser realizadas na região semiárida do nordeste brasileiro, em busca de novos resultados e melhorias nos sistemas.

A partir do diálogo, das trocas e das vivências, partes extremamente importantes dentro deste processo de transição agroecológica, é que se fortalecem os laços entre as pessoas, entre as comunidades e entre os indivíduos e a natureza. A partilha dos sentimentos e pensamentos edifica os grupos e possibilita que cada vez mais pessoas adentrem a esta teia de interação viva, onde cada um pode compreender a sua função dentro do meio e a sua importância dentro do sistema da vida.

É nas ações em grupo que o sentimento de pertencimento das pessoas para com seus territórios e com toda a vida existente é acalorado, pois corpos que pulsam na mesma frequência estimulam a caminhada em direção ao propósito em comum: consolidar cada vez mais vida neste planeta. Os seres vivos e não vivos da Terra são agentes transformadores do meio e todos trabalham diariamente dentro de suas funções a fim de garantir o equilíbrio do sistema vivo de Gaia. Infelizmente, o ser humano tem se distanciado do seu propósito, da sua função no meio, e é hora de a humanidade acordar e voltar a ser um ente querido do sistema, evoluindo junto com a natureza.

Não há alternativa senão proteger as florestas, as comunidades tradicionais e o povo brasileiro das monoculturas da mente e da ganância do capitalismo. Somente a partir de uma mente abundante em ideias, possibilidades, vontade, amor e respeito será possível salvar o resto de natureza que ainda existe e, por fim, recuperá-la, para que a humanidade possa desfrutar dos deleites desta vida efêmera e magnífica. Somente quando os corpos na Terra deixarem apenas saldos positivos de vida no planeta é que saberemos que nossa missão foi cumprida.

REFERÊNCIAS

- ABRAMOVAY, Ricardo. **Desenvolvimento sustentável: qual a estratégia para o Brasil?**. Novos estudos CEBRAP, n. 87, p. 97-113, 2010.
- ALBIERO, Daniel *et al.* **Tecnologias agroecológicas para o Semiárido**. Semeadoras agroecológicas. p. 122-135 Fortaleza: Edição do Autor, 2015.
- ALTIERI, Miguel A. *et al.* **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa**. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989.
- ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3. ed. Ver. ampl. São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão Popular, AS-PTA, 2012.
- ALTIERI, Miguel A.; NICHOLLS, Clara I. **Agroecology and the reconstruction of a post-COVID-19 agriculture**. The Journal of Peasant Studies, p. 1-18, 2020.
- ARAÚJO FILHO, J. A. de *et al.* **Sistema de produção agrossilvipastoril no semiárido do Ceará**. Embrapa Caprinos e Ovinos-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E), 2010.
- ASSAD, L. T. *et al.* **Do combate à seca à convivência com o Semiárido –: Novos caminhos à procura da sustentabilidade**. Sustentabilidade em Debate, v. 7, p. 7 - 21, 7 dez. 2016.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2009.
- BIANCHINI, Paola Cortez *et al.* **Núcleo de Agroecologia do Semiárido**. In: Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE). Cadernos de Agroecologia, v. 13, n. 1, jul. 2018. 2018.
- BONI, V.; QUARESMA, S. J. **Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais**. Em Tese, v. 2, n. 1, p. 68-80, 2005.
- BORGES, T.; BRANFORD, S. **Desmatamento acelerado na Amazônia pode levar à próxima pandemia**. Mongabay. 29 de abril de 2020. Brasil. Desmatamento. Disponível em: <https://brasil.mongabay.com/2020/04/desmatamento-acelerado-na-amazonia-pode-levar-a-proxima-pandemia/>. Acesso em: 13 jun. 2020.
- BRASIL. **Instrução Normativa no 4, de 8 de setembro de 2009**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 09 set. 2009.
- BRASIL. Ministério da Educação. Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Portaria nº 206, de 4 de setembro de 2018**. Diário Oficial da União, Brasília, nº 172, 5 set. 2018. Seção 1, p. 22. Disponível em: http://www.imprensa nacional.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/39729251/do1-2018-09-05-portaria-n-206-de-4-de-setembro-de-2018-39729135. Acesso em: 25 ago. 2021.

BRASIL. Lei N° 11.326, de 24 de julho de 2006. Casa Civil da Presidência da República. **Estabelece as Diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais**. Lei da Agricultura Familiar. Brasília: GOVERNO FEDERAL. 2006.

BRASIL. Lei N° 12.651 de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa;** e dá outras providências. Novo Código Florestal. 2012.

CAMPELO, D. A. **As políticas públicas para a agricultura familiar brasileira em clima semiárido:** do combate à convivência. Revista Brasileira de Pós-Graduação, v. 10, n. 21, 14 fev. 2014.

CAMPOS, José Nilson B. **Secas e políticas públicas no semiárido:** ideias, pensadores e períodos. Estud. av. São Paulo, v. 28, n. 82, p. 65-88, Dec. 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142014000300005&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 24 set. 2020. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142014000300005>.

CAPORAL, Francisco Roberto. **Agroecologia:** uma nova ciência para apoiar a transição a agriculturas mais sustentáveis. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 30 p. 2009.

CAPORAL, F. R. **Poderá a Agroecologia responder aos cinco axiomas da sustentabilidade?** Can Agroecology respond to the five axioms of sustainability?. Rev. Bras. de Agroecologia, v. 11, n. 4, p. 390-402, 2016.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia.** Enfoque Científico e estratégico. Agroecol. e Desenv. Rur. Sustent., Porto Alegre, v.3, n. 2. 2002a.

CAPORAL, Francisco Roberto; COSTABEBER, José Antônio. **Análise multidimensional da sustentabilidade.** Agroecología e desenvolvimento rural sustentável, v. 3, n. 3, p. 70-85, 2002b.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, José Antônio; PAULUS, Gervásio. **Agroecologia:** matriz disciplinar ou novo paradigma para o desenvolvimento rural sustentável. In: 3rd Congresso Brasileiro de Agroecologia, Florianopolis, Brazil, Anais: CBA. 2006.

CHAPIN III, F. S.; SALA, O. E.; HUBER-SANNWALD, E. (Ed.). **Biodiversidade global em um Ambiente em Mudanças** – Cenários para o Século 21. Ecological studies, v. 152. New York: Editora Springer, 2000.

CHAYANOV, Alexander V. **La organizacion de la unidad econômica campesina.** Buenos Aires: Ediciones Nueva Vision, 1974.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum.** Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 2 ed., 1991.

COSTABEBER, J. A. **Transição agroecológica**: do produtivismo à ecologização. Sustentabilidade e cidadania: o papel da extensão rural. Porto Alegre: Emater/RS, p. 67-120, 1999.

COSTABEBER, J. A.; MOYANO, E. **Transição agroecológica e ação social coletiva**. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, v. 1, n. 4, p. 50-60, 2000.

DALY, Herman E. **Crescimento sustentável?** Não, obrigado. Ambiente & sociedade, v. 7, n. 2, p. 197-202, 2004.

DA VEIGA, José Eli. **Desenvolvimento sustentável**: o desafio do século XXI. Editora Garamond, 2005.

DE CASTRO, R. A.; DE CASTRO, E. M. R. **As Monoculturas e a Sustentabilidade**: Análises de três Regiões do Brasil. Sustentabilidade em Debate, v. 6, n. 2, p. 228-248. 2015.

DE MORAIS, João Rafael Gomes. **Estabelecimentos Rurais Camponeses no Bioma Caatinga de clima semiárido**: perspectivas e desafios na atualidade. Revista Brasileira de Meio Ambiente, v. 7, n. 1, pp. 29-47. 2019.

DINIZ, Paulo Cesar Oliveira; DE LIMA, Jorge Roberto Tavares. **Mobilização social e ação coletiva no Semiárido Brasileiro**: convivência, agroecologia e sustentabilidade. REDES: Revista do Desenvolvimento Regional, v. 22, n. 2, p. 189-207, 2017.

DOS SANTOS SILVA, Mylena Raiza *et al.* **Potencialidades dos sistemas agroflorestais de base agroecológica no contexto do semiárido nordestino**. Cadernos de Agroecologia, v. 15, n. 2, 2020.

FARIAS, JL de S.; MESQUITA, AMS; FERNANDES, FEP. **Sistemas agroflorestais como inovação social na sustentabilidade de agroecossistemas de base familiar no semiárido cearense**. Embrapa Caprinos e Ovinos-Documentos (INFOTECA-E), 2018.

FARIAS, Juliana Felipe; SILVA, Edson Vicente da; RODRIGUEZ, José Manuel Mateo. **Aspectos do uso e ocupação do solo no semiárido cearense: análise espaço temporal (1985-2011) sob o viés da geocologia das paisagens**. Rev Bras De Geogr Física, v. 6, n. 2, p. 136-147, 2013.

FAVERO, Celso Antonio; SANTOS, Stella Rodrigues dos. **O campesinato e o Bolsa Família no semiárido do Nordeste**. Editora: EDUFBA. Co-edição: EDUNEB. 274 p. Salvador. 2016.

FERREIRA, Ana Paula Lopes. **AGRICULTORAS DO PAJEÚ: FEMINISMO E AGROECOLOGIA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**. PEGADA-A Revista da Geografia do Trabalho, v. 17, n. 1, 2016.

FERREIRA, José Mário Lobo *et al.* **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 33, n. 271, p. 12-25, 2012.

FONINI, R.; LIMA, J. E. de S. **Agrofloresta e alimentação**: o alimento como mediador da relação sociedade-ambiente. pp 197-231. Capítulo 8. IN: Agrofloresta, ecologia e sociedade. Walter Steenbock et al. (Org.); Carlos Eduardo Seoane, Luís Cláudio Maranhão Froufe (Colab.). Kairós, Curitiba. 422 p. 2013.

GLIESSMAN, Steve. **Transforming food systems with agroecology**. Agroecology and Sustainable Food Systems, 40:3, 187-189, DOI: 10.1080/21683565.2015.1130765. 2016.

GONÇALVES, André Luiz Rodrigues; MEDEIROS, Carlos Magno de; MATIAS, Rivaneide Lígia Almeida de. **Sistemas agroflorestais no Semiárido brasileiro**: estratégias para combate à desertificação e enfrentamento às mudanças climáticas. Recife: Centro Sabiá/ Caatinga. 136 p.: il. 2016.

GÖTSCH, Ernst. **Homem e natureza**: cultura na agricultura. Centro de Desenvolvimento Agroecológico, 1995.

GÖTSCH, Ernst. **O renascer da agricultura**. 2 ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 24 p. 1996.

GRAZIANO DA SILVA, J. **Velhos e novos mitos do rural brasileiro**. Estudos Avançados, 15, (43), 2001. Pp. 37-50. 2001.

GREGIO, Josué Vicente. **Agricultura sintrópica**: produzindo alimentos na floresta, das raízes do aipim ao dossel das castanheiras. 2018. 139 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Francisco Beltrão, 2018.

GUERRA, Elaine Linhares de Assis. **Manual de pesquisa qualitativa**. Belo Horizonte: Grupo Anima Educação, 2014.

GUIMARÃES, Francisco Alfredo Morais. **A cultura da mandioca no Brasil e no mundo: um caso de roubo da história dos povos indígenas**. VII Encontro Estadual de História. ANPUH BA, 2016

GUZMÁN, E. S. **Uma estratégia de sustentabilidade a partir da Agroecologia**. Agroecol. e Desenv. Rur. Sustent., Porto Alegre, v. 2, n. 1, 2001.

HUANG, Jianping *et al.* **Global semi-arid climate change over last 60 years**. Climate Dynamics, v. 46, n. 3-4, p. 1131-1150, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. IBGE. **Estimativas da população residente com data de referência 1o de julho de 2019**. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/nova-olinda.html>. Acesso em: 16 jul. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário de 2017. Brasil: **Agricultura Familiar**. 2017a. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/pdf/agricultura_familiar.pdf. Acesso em: 28 set. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário de 2017. Brasil: **Estabelecimentos Agropecuários**. 2017b. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/pdf/estabelecimentos.pdf. Acesso em: 28 set. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário de 2017. **Ceará**. 2017c. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/pdf/ce.pdf. Acesso em: 28 set. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **A estimativa da taxa de desmatamento por corte raso para a Amazônia Legal em 2019 é de 9.762 km²**. INPE. São José dos Campos (SP), 18 de novembro de 2019. Notícia. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5294. Acesso em: 13 jun. 2020.

KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 5 ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 1998.

MACALINI, Edson. **Transição Agroecológica no Semiárido**. EXTRAMUROS - Revista de Extensão da Univasf, v. 5, n. 2, 2017.

MARTINS, T. P.; RANIERE, V. E. L. **Sistemas agroflorestais como alternativa para as reservas legais**. Ambiente & Sociedade, São Paulo, v. 17, n. 3, pp. 79-96. 2014.

MEDEIROS, M. C.; SOUZA, E. S. **Forma Sustentável de Convivência com o Semiárido: Estudo em Agroflorestas no Sertão do Rio Pajeú**. In: III Workshop Internacional sobre Água no Semiárido Brasileiro. 2019.

MENDES, Keila R. *et al.* **Seasonal variation in net ecosystem CO₂ exchange of a Brazilian seasonally dry tropical forest**. Sci Rep 10, 9454. 2020. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-66415-w>.

MICCOLIS, A. *et al.* **Restauração ecológica com sistemas agroflorestais: como conciliar conservação com produção**. Brasília, DF: Instituto Sociedade, População e Natureza, 2016.

NETO, Nelson Eduardo Corrêa *et al.* **Agroflorestando o mundo de facão a trator**. Petrobrás Ambiental. Barra do Turvo, 2016.

NICHOLLS, Clara I; ALTIERI, Miguel A. **Pathways for the amplification of agroecology**. Agroecology and Sustainable Food Systems, 42:10, 1170-1193, 2018. DOI: 10.1080/21683565.2018.1499578.

NORGAARD, R. B. **A base epistemológica da Agroecologia**. In: ALTIERI, M. A. (ed.). Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989. p.42-48.

OLIVEIRA, J. G. B.; SALES, M. C. L. **Monitoramento da desertificação em Irauçuba**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 372 p. 2015.

PASINI, F. **A Agricultura Sintrópica de Ernst Götsch**: história, fundamentos e seu nicho no universo da Agricultura Sustentável. 2017. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

PEREZ-MARIN, Aldrin Martin *et al.* **Núcleos de desertificação do semiárido brasileiro**: ocorrência natural ou antrópica?. *Parcerias Estratégicas*, v. 17, n. 34, p. 87-106, 2013.

PRĂVĂLIE, Remus. **Drylands extent and environmental issues**. A global approach. *Earth-Science Reviews*, v. 161, p. 259-278, 2016.

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: Editora Planta, 327 p. 2001.

SACHS, Ignacy. **Em busca de novas estratégias de desenvolvimento**. *Estudos avançados*, v. 9, n. 25, p. 29-63, 1995.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). Sistema Nacional de Informações Florestais – SNIF. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Presidente sanciona lei que altera prazo de inscrição no CAR e adesão ao Programa de Regularização Ambiental**. Brasília, 2019. Disponível em: <http://www.florestal.gov.br/ultimas-noticias/1772-presidente-sanciona-lei-que-altera-o-codigo-florestal-brasileiro-quanto-ao-prazo-de-inscricao-do-cadastro-ambiental-rural-e-adesao-ao-programa-de-regularizacao-ambiental>. Acesso em: 28 set. 2020.

SILVA, T. T. da *et al.* **Agrofloresta em nova olinda-ce**: Uma alternativa viável para o semiárido nordestino. *Revista Extensão em Ação*. Fortaleza, v. 2, n. 7, 2014.

SOUZA, M. L. de. **Algumas notas sobre a importância do espaço para o desenvolvimento social**. *Revista Território*, ano II, n. 3, 1997.

SOUZA, M. L. de. **A teorização sobre o desenvolvimento em uma época de fadiga teórica, ou**: sobre a necessidade de uma “teoria aberta” do desenvolvimento sócio-espacial. *Revista Território*, v. 1, n. 1, p. 5-22, 1996.

STEENBOCK, Walter *et al.* **Agrofloresta agroecológica**: por uma (re) conexão metabólica do humano com a natureza. *Guaju*, v. 6, n. 2, p. 47-70, 2020.

STRAZZI, Sueli. **Derivados do milho são usados em mais de 150 diferentes produtos industriais**. *Revista Visão Agrícola–USP/ESALQ*, n. 13, p. 146-150, 2015.

SUDRÉ, L. **Mesmo com pandemia, governo Bolsonaro já liberou 150 novos agrotóxicos este ano**. *Brasil de Fato*, São Paulo (SP), 13 de maio de 2020. Geral. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2020/05/13/mesmo-com-pandemia-governo-bolsonaro-ja-liberou-150-novos-agrotoxicos-este-ano>. Acesso em: 08 jun. 2020.

TELES, Sergio Bernardes Sá. **Espécies úteis e desenho de sistemas agroflorestais biodiversos no semiárido baiano**: a experiência da EFA Mãe Jovina. Cadernos de Agroecologia, v. 13, n. 1, 2018.

TELES, Sergio Bernardes Sá. **Estratégias para a implantação de sistemas agroflorestais sucessionais biodiversos no semiárido baiano**: A experiência da EFA Mãe Jovina. Cadernos Macambira, 2017.

UDDIN, Mirza Md Moyen. **What are the dynamic links between agriculture and manufacturing growth and environmental degradation?** Evidence from different panel income countries. Environmental and Sustainability Indicators, p. 100041, 2020.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso**: Planejamento e métodos. Bookman editora, 2015.

VAZ DA SILVA, P. P. **Sistemas agroflorestais para recuperação de matas ciliares em Piracicaba, SP**. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo. 2002.