

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-RETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E GESTÃO DE RECURSOS NATURAIS

TESE DE DOUTORADO

**MODELOS CONCEITUAIS DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS
AGROECOLÓGICOS NO SERTÃO DO PAJEÚ-PE: UMA APLICAÇÃO
TRANSDISCIPLINAR À LUZ DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO**

BÁRBARA DENISE FERREIRA GONÇALVES

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

MARÇO - 2023

BÁRBARA DENISE FERREIRA GONÇALVES
ANALISTA DE SISTEMAS

**MODELOS CONCEITUAIS DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS
AGROECOLÓGICOS NO SERTÃO DO PAJEÚ-PE: UMA APLICAÇÃO
TRANSDISCIPLINAR À LUZ DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais - Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento aos requisitos para obtenção do grau de Doutora.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GESTÃO DE RECURSOS NATURAIS

**LINHA DE PESQUISA: Tecnologia e Modelagem, Agricultura Sustentável,
Degradação e Recuperação Ambiental**

ORIENTADOR: Prof. Dr. Sérgio Murilo Santos de Araújo - UFCG

COORIENTADOR: Prof. Dr. Genival Barros Júnior - UFRPE | UAST

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

MARÇO - 2023

G635m Gonçalves, Bárbara Denise Ferreira.
Modelos conceituais de Sistemas Agroflorestais Agroecológicos no Sertão do Pajeú-PE : uma aplicação transdisciplinar à luz da Tecnologia da Informação / Bárbara Denise Ferreira Gonçalves. - Campina Grande, 2023.
207 f. : il. color.

Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2023.
"Orientação: Prof. Dr. Sérgio Murilo Santos de Araújo, Prof. Dr. Genival Barros Júnior."
Referências.

1. Agricultura Familiar 2. Recursos Naturais. 3. Práticas Sustentáveis. 4. Recuperação Ambiental. 5. Modelagem Conceitual. I. Araújo, Sérgio Murilo Santos de. II. Barros Júnior, Genival. III. Título.

CDU 631.115.11(043)

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECÁRIA ITAPUANA SOARES DIAS GONÇALVES CRB-15/93



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
POS-GRADUACAO EM RECURSOS NATURAIS
Rua Aprigio Veloso, 882, - Bairro Universitario, Campina Grande/PB, CEP 58429-900

FOLHA DE ASSINATURA PARA TESES E DISSERTAÇÕES

BÁRBARA DENISE FERREIRA GONÇALVES

**“Modelos conceituais de Sistemas Agroflorestais Agroecológicos no Sertão do Pajeú-PE:
uma aplicação transdisciplinar à luz da Tecnologia da Informação”**

Tese
apresentada ao
Programa
de Pós-
Graduação
em
Engenharia e
Gestão de
Recursos
Naturais
como pré-
requisito
para
obtenção do
título de
Doutora em
Engenharia e
Gestão de
Recursos
Naturais.

Aprovada em: 23/02/2023

Dr. Sergio Murilo Santos de Araújo/UFCG(Orientador PPGEGRN).

Dr. Genival Barros Júnior/UFRPE-UAST (Co-orientador).

Dr. José Otávio Aguiar/UFCG(Examinador Interno).

Dr. José Dantas Neto/UFCG (Examinador Interno).

Dr. Bartolomeu Israel de Souza/UFPB(Examinador Externo).

Dr. Veneziano Guedes de Sousa Rêgo/UFCG(Examinador Externo).



Documento assinado eletronicamente por **SERGIO MURILO SANTOS DE ARAUJO, PROFESSOR(A) DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 28/02/2023, às 18:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de](#)

2018.



Documento assinado eletronicamente por **JOSE OTAVIO AGUIAR, PROFESSOR(A) DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 28/02/2023, às 18:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **JOSÉ DANTAS NETO, Usuário Externo**, em 01/03/2023, às 11:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **Bartolomeu Israel de Souza, Usuário Externo**, em 04/03/2023, às 07:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **VENEZIANO GUEDES DE SOUSA REGO, PROFESSOR 3 GRAU**, em 20/03/2023, às 15:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **GENIVAL BARROS JÚNIOR, PROFESSOR(A) DO MAGISTERIO SUPERIOR, Usuário Externo**, em 27/03/2023, às 11:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufcg.edu.br/autenticidade>, informando o código verificador **3117432** e o código CRC **9D71DF4C**.

A Deus, que pelos dons do entendimento e da ciência me ajudou a concretizar, com discernimento e amor, este projeto!

À minha base familiar: Tereza Cristina, Luzia, Alexandre Cleyson, Bruna Priscila e Mariinha que com simplicidade, amor e sabedoria me conduziram ao caminho do bem; e a Sofia Bianca, minha irmã.

E a todas as famílias de pequenos produtores rurais do Vale do Pajeú-PE.

DEDICO.

“Louvado sejas, meu Senhor, pela nossa irmã, a mãe terra, que nos sustenta e governa e produz variados frutos com flores coloridas e verduras...
.....Esquecemo-nos de que nós mesmos somos terra (cf. Gn 2, 7). O nosso corpo é constituído pelos elementos do planeta; o seu ar permite-nos respirar, e a sua água vivifica-nos e restaura-nos.”

TRECHO DA CARTA ENCÍCLICA
LAUDATO SI'
DO SANTO PADRE
FRANCISCO
SOBRE O CUIDADO DA CASA COMUM, 2015

Em memória de Alexandre Pedro da Silva, agricultor familiar que deixou este plano durante o período da realização deste trabalho. No então encontro, suas últimas palavras: “não se esqueça da gente; Deus te abençoe”.

AGRADECIMENTOS

Agradecer requer memorar as fontes da força que sustentaram o caminho até aqui.

Agradeço ao Bom Deus, o Autor e Dono da Vida, que sendo um, em seu filho Jesus Cristo, em sua infinita onipotência me concedeu fazer o Doutorado Acadêmico, provendo-me capacidade para todas as coisas até completar essa carreira; à Nossa Senhora das Dores de quem sou devota e ao Espírito Santo que me sustenta espiritualmente.

Ao meu Orientador, o Professor Doutor Sérgio Murilo Santos de Araújo por ter me orientado, para além do seu intelecto, também sempre conduzido pela humildade de espírito e grandeza humana. Sou-lhe agradecida por todos os momentos de orientação à Tese e em sala de aula, e pela condução a todas as coisas que se fizeram necessárias.

Ao meu Coorientador, o Professor Doutor Genival Barros Júnior. Em minha Graduação, quando manifestei o interesse, paixão e habilidades em aplicar conhecimentos e técnicas da minha área de formação (Bacharelado em Sistemas de Informação) em segmentos de outras áreas do conhecimento, ele foi o primeiro Docente que acreditou nas importantes contribuições que eu, como Analista de Sistemas, posso e tenho realizado para a agricultura familiar no meio rural do Semiárido brasileiro. O seu apoio é o sustentáculo da minha história Acadêmica e da minha vida profissional.

Ao PPGEGRN do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, o qual, em seu corpo de Docentes, me deu uma formação de alta qualidade em áreas multidisciplinares do conhecimento, formando-me uma profissional com conhecimento, aplicação e atuação transversais a outras áreas. Possibilitou-me aprofundar de forma dinâmica a minha área de formação (Bacharelado em Sistemas de Informação) e concretizar um trabalho científico que envolve duas grandes áreas: a Ciência da Computação e as Ciências Ambientais, sendo esta última, uma área ampla que se integra às demais áreas do conhecimento.

A todos os (as) Docentes que constituíram as minhas bancas examinadoras e me orientaram ao que a Ciência exige, com o propósito de que os produtos criados na Tese venham efetivamente propiciar transformações e melhorar as vidas das populações rurais.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela concessão da bolsa de estudos imprescindível para a realização do Doutorado.

Com notória evidência, agradeço a todas as famílias agricultoras agrofloresteiras que, com alegria e disposição, me receberam em suas casas e em suas unidades de produção para que eu pudesse estudar e pesquisar os SAF's Agroecológicos.

Às ONG's que, ao disponibilizarem os membros de suas equipes e seus equipamentos de trabalho, viabilizaram a minha chegada até cada um dos SAF's que aqui apresento, em especial ao Centro SABIÁ (Triunfo), à ADESSU Baixa Verde (Santa Cruz da Baixa Verde), ao CECOR (Serra Talhada) e à DIACONIA (Afogados da Ingazeira), cada qual com uma missão especial no Semiárido brasileiro e no Sertão do Pajeú.

À minha mãe Tereza e à mãe que me criou, minha avó Luzia, que tudo fizeram e fazem por mim, com amor incondicional!

A Alexandre, o homem e pai que me criou com esforço e com dignidade. Agradeço o amor e a confiança que tens por mim e por, especialmente até aqui, ter participado em tudo e em todas as coisas comigo.

À minha irmã Bruna, pela parceria e força que sempre dedicou a mim e, juntamente ao seu esposo Armando, sempre torceram por minhas conquistas.

À minha madrinha Rosilene, pela força espiritual que me deu através de palavras de fé e imenso carinho, e à minha irmã Sofia Bianca que é luz e felicidade em minha vida.

À minha tia Mariinha e minha prima Ivana, pelo amor e carinho que sempre me dedicaram, bem como por todas as palavras positivas sempre ditas.

Aos meus primos Rafaela e Guilherme; crescemos juntos e nos separamos pelos caminhos da vida. Não obstante, pelos caminhos e ideais da Academia, nos mantivemos unidos em espírito e sempre nos fortalecemos.

A Ágda Nara, um ser abençoado que Deus me propiciou conhecer e que, juntas, dividimos momentos de alegria e de dores. A nossa amizade é, antes de tudo, espiritual.

Aos amigos que conheci no Doutorado e com quem desenvolvi um especial afeto: Rebeca Moraes, Francisca Moisés, Mylena Olga, Poliana Esteves, Lázaro Avelino, Lúcia Albuquerque, Nadege Dantas, Marielza Barbosa, Ana Luíza Félix, Danielle Alencar.

A Roberta e Vinícius, secretários do PPGEGRN, os quais sempre se dispuseram com atenção e cordialidade quando precisei.

Minha gratidão a Ir. Nicodema Schulze, Ir. Goudemar (*em memória*) e Ir. Paulina (*em memória*), que de maneiras distintas me viabilizaram oportunidades importantes.

Por fim, agradeço a todos (as) que de alguma forma contribuíram à carreira acadêmica que eu construí até aqui e também na minha formação humana e pessoal.

SUMÁRIO

Lista de Quadros.....	xv
Lista de Tabelas.....	xvi
Lista de Figuras.....	xvii
Lista de Siglas.....	xiv
RESUMO.....	xx
ABSTRACT.....	xxi
1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - Jusitificativa.....	5
1.2 - Hipótese.....	7
1.3 - Objetivos.....	7
1.3.1 - Objetivo Geral.....	7
1.3.2 - Objetivos Específicos.....	8
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
2.1 - MEIO AMBIENTE E SOCIEDADE.....	8
2.1.1 - O Semiárido brasileiro e o Bioma Caatinga.....	8
2.1.2 - O homem e a sua relação com o meio ambiente.....	9
2.1.3 - Percepções da educação ambiental.....	10
2.2 - RECURSOS NATURAIS E A ATIVIDADE AGROPECUÁRIA.....	11
2.2.1 - O modelo de desenvolvimento implementado no Semiárido brasileiro.....	11
2.2.2 - A questão fundiária.....	12
2.2.3 - A grande desigualdade na categoria da agricultura familiar.....	13
2.2.4 - Carência de políticas públicas na agricultura familiar.....	14
2.2.5 - A dinâmica produtiva no Sertão do Pajeú.....	15
2.3 - SISTEMA AGROFLORESTAL AGROECOLÓGICO.....	17
2.3.1 - Tipos de Sistemas Agroflorestais.....	17
2.3.2 - Agroecologia.....	18
2.3.3 - Princípios do Sistema Agroflorestal Agroecológico.....	19
2.3.4 - O Sistema Agroflorestal Agroecológico em áreas degradadas.....	20
2.3.5 - Produção agroecológica e acesso ao mercado.....	21
2.3.6 - Sistema Agroflorestal Agroecológico e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável para fomento à fome zero e à agricultura sustentável.....	22

2.3.7 - Sistema Agroflorestal e o enfrentamento à crise climática	25
2.4 - TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO APLICADA	27
2.4.1 - Transdisciplinaridade e ciência na contemporaneidade	27
2.4.2 - O papel da tecnologia da informação no contexto transdisciplinar	29
2.4.3 - Teoria geral dos sistemas	30
2.4.3.1 - Modelos sistêmicos	31
2.4.3.2 - Modelagem conceitual	31
3 - MATERIAIS E MÉTODOS	32
3.1 - Caracterização da unidade de análise	32
3.1.1 - Localização das áreas experimentais	33
3.1.2 - Modelo analítico	34
3.2 - Método	36
3.3 - Etapas da pesquisa	37
3.4 - Natureza e fonte dos dados	38
3.4.1 - Coleta de dados e procedimentos metodológicos	38
3.4.1.1 - Dados primários	38
3.4.1.2 - Dados secundários	39
3.5 - Análise dos dados	39
3.6 - Concretização da análise dos dados	44
CAPÍTULO I - BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PAJEÚ – PE: USO DOS RECURSOS NATURAIS, MUDANÇAS E PROBLEMÁTICAS AMBIENTAIS DE 1991 A 2022	45
1 - INTRODUÇÃO	45
2 - METODOLOGIA	47
2.1 - Caracterização da unidade de análise	47
2.2 - Fonte de dados	48
2.3 - Método	49
2.4 - Procedimento metodológico	50
3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES	51
3.1 - Caracterização climática	51
3.2 - Vegetação que reveste a Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú	52
3.3 - Recursos edáficos com ênfase aos tipos de solos	54
3.4 - Relevo na Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú	56

3.5 - Convivência com a seca e o potencial agrícola das terras e uso do solo.....	58
3.6 - Estado do ambiente na Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú e as forças dominantes das mudanças ocorridas	59
3.6.1 - Rios.....	60
3.6.2 - Matas ciliares.....	61
3.6.3 - Desmatamentos e queimadas.....	62
3.6.4 - Erosões hídrica e de camadas aráveis do solo	63
3.6.5 - Uso e cobertura dos solos: sistemas agrícolas introduzidos ao longo dos anos.....	64
4 - CONCLUSÕES.....	66
CAPÍTULO II - MODELAGEM CONCEITUAL DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS AGROECOLÓGICOS: CARACTERIZAÇÃO, MANEJO E PRODUTIVIDADE	68
1 - INTRODUÇÃO	68
2 - METODOLOGIA	71
2.1 - Modelo estrutural: Sistemas Agroflorestais Agroecológicos.....	71
3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES	72
3.1 - Modelagem conceitual: Sistema agroflorestal.....	72
3.1.1 - Sistema Agroflorestal	75
3.1.2 - Sistema Agroflorestal e unidade de produção trabalhada pela família	77
3.1.3 - Problemas ambientais existentes desde antes a implantação dos SAF's.....	80
3.1.4 - Ações de preservação ambiental realizadas nas unidades de produção	81
3.2 - Modelagem conceitual: princípios do SAF Agroecológico - Dinâmica vegetal....	82
3.2.1 - Introdução de espécies de leguminosas.....	84
3.2.2 - Espécies vegetais arbóreas nativas da Caatinga ou adaptadas	85
3.2.3 - Espécies vegetais cultivadas nos SAF's agroecológicos no Sertão do Pajeú: cereais, hortaliças, frutas, tubérculos e espécies destinadas à alimentação de rebanhos.....	87
3.2.4 - Sobrevivência e crescimento de mudas das espécies nativas da Caatinga...	92
3.2.5 - Processo de poda das plantas e também das plantas daninhas invasoras	92
3.3 - Modelagem conceitual: SAF Agroecológico em áreas degradadas	94
3.3.1 - Sistema Agroflorestal Agroecológico em áreas degradadas	96
3.3.2 - Desgaste e degradação ambiental.....	98
3.3.2.1- Consumo de lenha na unidade de produção.....	99

3.3.3 - Produção de matéria orgânica dentro do SAF	101
3.3.4 - Uso de espécies nativas regionais no processo de revegetação.....	101
3.3.5 - Técnicas de recuperação de solo	102
3.3.6 - Ações para conservar e aumentar a fertilidade do solo	104
3.3.7 - Manejo para controlar o ataque de insetos e doenças às culturas	104
3.4 - Modelagem conceitual: A Agroecologia e os Sistemas Agroflorestais	105
3.4.1 - Formas de construção do conhecimento sobre SAF's.....	108
3.4.2 - Dificuldades que ainda impedem o aprendizado sobre os SAF's	109
3.4.3 - Metodologias ou técnicas usadas	110
3.4.5 - Práticas e tecnologias sustentáveis realizadas pelos agricultores agrofloresteiros	112
3.4.6 - Desafios da transição ao modelo produtivo agroecológico	117
3.4.7 - Vantagens que a transição proporcionou aos agricultores familiares	119
4 - CONCLUSÕES.....	123
 CAPÍTULO III - MODELAGEM CONCEITUAL DE SAF'S AGROECOLÓGICOS: AGRICULTOR FAMILIAR, MEIO AMBIENTE E SOCIEDADE.....	
1 - INTRODUÇÃO	125
2 - METODOLOGIA	127
2.1 - Modelo estrutural: SAF's, agricultor familiar, meio ambiente e sociedade.....	127
3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES	129
3.1 - Modelagem conceitual: O homem e a sua relação com o meio ambiente	129
3.1.1 - Articulação entre os SAF's, família agricultora e Programas do Governo Federal	131
3.1.2 - Articulação entre o SAF, família agricultora e entidades/ONG's.....	131
3.1.3 - Articulação entre o SAF, família agricultora e movimentos sociais de agroecologia.....	133
3.1.4 - O homem e a sua relação com o meio ambiente, biodiversidade e formas de produção de cultivos	135
3.1.5 - O homem e sua relação com o meio ambiente: modos de trabalhos atuais	137
3.2 - Modelagem conceitual: Articulação entre o SAF e a economia	139
3.2.1 - Recursos financiados para investimento e aplicação no SAF	141
3.2.1.1 - Mão de obra externa.....	142
3.2.2 - Assistência Técnica	143
3.3 - Produção agropecuária no SAF agroecológico	145

3.3.1 - Articulação entre o SAF e a economia - produção agroecológica	147
3.3.2 - Acesso ao mercado	149
3.3.3 - Renda mensal obtida pelas famílias	151
3.3.4 - Produtividade agrícola no SAF e segurança alimentar	152
4 - CONCLUSÕES.....	153
CAPÍTULO IV: MODELAGEM CONCEITUAL DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS AGROECOLÓGICOS: GESTÃO DOS RECURSOS NATURAIS	155
1 - INTRODUÇÃO	155
2 - METODOLOGIA	157
2.1 - Modelo estrutural: Gestão dos recursos naturais em SAFs agroecológicos.....	157
3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES	159
3.1 - Modelagem conceitual: Gestão dos recursos naturais nos SAF's agroecológicos.....	159
3.1.1 - Gestão dos recursos naturais nos SAF's agroecológicos e na Caatinga.....	161
3.1.2 - Gestão dos recursos naturais nos SAF's e os produtores agrofloresteiros .	162
3.1.3 - Gestão dos recursos naturais nos SAF's agroecológicos e os processos de decisão	163
3.1.4 - SAF's e as Tecnologia Sociais de Convivência com o Semiárido.....	165
3.2 Modelagem conceitual: SAF's agroecológicos e a biosfera.....	168
3.2.1 - SAF's e a biosfera: água.....	171
3.2.2 - SAF's e a biosfera: solo.....	171
3.2.3 - SAF's e a biosfera: planta	172
3.2.4 - SAF's e a biosfera: atmosfera	173
4. CONCLUSÕES.....	175
CONCLUSÃO GERAL	177
REFERÊNCIAL BIBLIOGRÁFICO	178
APÊNDICE A - Questionário semi-estruturado elaborado à pesquisa e aplicado em entrevistas aos agricultores proprietários de SAF'S agroecológicos no Sertão do Pajeú .	192
APÊNDICE B - Termo de consentimento livre e esclarecido orientado pelo Comitê de Ética da UFCG ante a premissa superior de não divulgação de dados pessoais dos (as) entrevistados (as)	203
APÊNDICE C - Registros das pesquisas de campo aos SAF's agroecológicos do Sertão do Pajeú-PE	205

Lista de Quadros

Quadro 1 - Etapas da análise de dados	43
Quadro 2 - Principais espécies de leguminosas da Caatinga cultivadas nos SAF's agroecológicos no Sertão do Pajeú.....	84
Quadro 3 - Espécies vegetais arbóreas em desenvolvimento em áreas da Caatinga e cultivadas nos SAF's agroecológicos no Sertão do Pajeú.....	85
Quadro 4 - Cereais cultivados nos SAF's agroecológicos no Sertão do Pajeú	87
Quadro 5 - Hortaliças cultivadas nos SAF's agroecológicos no Sertão do Pajeú.....	87
Quadro 6 - Frutas cultivadas nos SAF's agroecológicos no Sertão do Pajeú.....	88
Quadro 7 - Tubérculos cultivados nos SAF's agroecológicos no Sertão do Pajeú	89
Quadro 8 - Espécies dos SAF's agroecológicos destinadas à alimentação de rebanhos no Sertão do Pajeú.....	89
Quadro 9 -Espécies nativas usadas para revegetação de áreas degradadas e no incremento dos SAF's	101
Quadro 10 - Técnicas de recuperação ambiental.....	103

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Quantitativo médio de produção agrícola advinda da fruticultura e respectivos valores médios dos preços declarados/estimados pelas famílias agricultoras – Sertão do Pajeú / dezembro de 2021.....	147
Tabela 2 - Quantitativo médio de produção agrícola de cereais verdes e respectivos valores médios dos preços declarados/estimados pelas famílias agricultoras – Sertão do Pajeú / dezembro de 2021.....	148
Tabela 3 - Quantitativo médio de produção agrícola de hortaliças e respectivos valores médios dos preços declarados/estimados pelas famílias agricultoras – Sertão do Pajeú / dezembro de 2021.....	148
Tabela 4 - Quantitativo médio de produção agrícola de produtos processados e respectivos valores médios dos preços declarados/estimados pelas famílias agricultoras – Sertão do Pajeú / dezembro de 2021.....	148
Tabela 5 - Quantitativo médio de produção agrícola de mudas de espécies nativas e palma e respectivos valores médios dos preços declarados/estimados pelas famílias agricultoras – Sertão do Pajeú / dezembro de 2021	149
Tabela 6 - Quantitativo médio de produção de derivados e respectivos valores médios dos preços declarados/estimados pelas famílias agricultoras – Sertão do Pajeú / dezembro de 2021.....	149
Tabela 7 - Tecnologias Sociais de Convivência com o Semiárido presentes em duas ou mais unidades produtivas das famílias agricultoras – Pajeú.....	166
Tabela 8 - Tecnologias Sociais de Convivência com o Semiárido presentes nas unidades produtivas das famílias agricultoras – Pajeú.	166

Lista de Figuras

Figura 1 - Elementos técnicos do Modelo Entidade-Relacionamento	32
Figura 2 - Localização da Microrregião do Sertão do Pajeú - Sertão Central de Pernambuco e das unidades de análises onde os SAF's estão implantados.	34
Figura 3 - Modelo analítico	35
Figura 4 - Etapas de execução da pesquisa.....	38
Figura 5 - Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú.	48
Figura 6 - Vegetação da Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú entre os anos 1991 e 2021	52
Figura 7 - Tipos de solos na Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú	54
Figura 8 - Classificação pedológica Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú.	54
Figura 9 - Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú.....	56
Figura 10 - Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú.	58
Figura 11 - Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú, Rio Pajeú e riachos tributários.....	61
Figura 12 - Exploração ilegal de recursos naturais na mata de caatinga.....	62
Figura 13 - Queimadas indiscriminadas.	63
Figura 14 - Erosão hídrica	64
Figura 15 - Pastagem e Mosaico de agricultura e pastagem na Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú entre os anos 1991 e 2021.....	65
Figura 16 - Modelo estrutural que caracteriza o cenário dos SAFs agroecológicos.	71
Figura 17 - Modelo conceitual: Sistema Agroflorestal	74
Figura 18 - Isolamento de área do SAF: comunidade rural Sítio Engeitado, Triunfo-PE... ..	75
Figura 19 - Isolamento de área do SAF: comunidade rural do Sítio Retiro, São José do Egito-PE.....	76
Figura 20 - Modelo conceitual: Dinâmica vegetal do SAF agroecológico.	83
Figura 21 - Aproveitamento de restos de culturas.....	90
Figura 22 - Aproveitamento de restos de podas	90

Figura 23 - Detalhe da combinação de espécies leguminosas, arbóreas e agrícolas: comunidades rurais do Engeitado, Triunfo-PE e de Poço Grande, Flores-PE..	91
Figura 24 - Modelo conceitual: SAF agroecológico em áreas degradadas	95
Figura 25 - Cristalino aflorando nos solos dos SAF's	96
Figura 26 - Cristalino aflorando nos solos dos SAF's	97
Figura 27 - Modelo conceitual: SAF's agroecológicos	107
Figura 28 - Modelo estrutural que caracteriza o cenário dos SAFs agroecológicos	128
Figura 29 - Modelo conceitual: organização social e produtiva do SAF agroecológico	130
Figura 30 - Mata ciliar em regeneração: comunidade rural Laginha, Serra Talhada-PE..	137
Figura 31 - Modelo conceitual: Assistência ao pequeno produtor rural agroecológico	140
Figura 32 - Modelo conceitual: Produção agropecuária no SAF agroecológico	146
Figura 33 - Modelo estrutural que caracteriza o cenário dos SAFs agroecológicos	158
Figura 34 - Modelo conceitual: Gestão dos recursos naturais nos SAF's agroecológicos	160
Figura 35 - Cisterna 16.000 litros	168
Figura 36 - Cisterna 52.000 litros/Calçada	168
Figura 37 - Poço Amazonas	168
Figura 38 - Modelo conceitual: SAF agroecológico e a Biosfera	170

Lista de Siglas

ADESSU – Associação de Desenvolvimento Rural Sustentável da Serra da Baixa Verde

APAC – Agência Pernambucana de Águas e Climas

ATER – Assistência Técnica e Extensão Rural

CECOR – Centro de Educação Comunitária Rural

CENTRO SABIÁ – Centro de Desenvolvimento Agroecológico Sabiá

MER – Modelo Entidade-Relacionamento

ODS's – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONG – Organização Não Governamental

PNATER – Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural

SAB – Semiárido brasileiro

SAF's – Sistemas Agroflorestais

SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste

Modelos Conceituais de Sistemas Agroflorestais Agroecológicos no Sertão do Pajeú-PE: uma aplicação transdisciplinar à luz da Tecnologia da Informação

RESUMO

Inserido no Semiárido brasileiro, ao longo do tempo as atividades agropecuárias inapropriadas no Sertão do Pajeú impulsionaram o uso intempestivo dos recursos naturais da Caatinga moldando um quadro ameaçador ao meio ambiente e à sobrevivência da agricultura familiar, a qual está diretamente relacionada à gestão dos sistemas de produção de alimentos. Nesta conjuntura, os Sistemas Agroflorestais Agroecológicos revelam-se como uma tecnologia sustentável que produz alimentos agrícolas diversificados e saudáveis e, associadamente, faz o uso equilibrado e eficiente dos recursos naturais. Conquanto, estes sistemas produtivos integram atividades e processos que constituem múltiplas informações acerca das quais os agricultores familiares não têm o acesso consubstanciado/unificado, nem mesmo por meio do serviço de assistência técnica rural, fato este, que incorre em dificuldades ou em impedimentos à própria implantação dos SAF's em suas unidades produtivas. Diante de tal problemática questionou-se: Com uma aplicação transdisciplinar da tecnologia da informação, seriam os modelos conceituais de SAF's agroecológicos no Sertão do Pajeú-PE instrumentos potenciais de transmissão e disseminação da informação utilizados pelos agricultores familiares para ajudá-los a reproduzirem e gerenciarem a contento um SAF agroecológico? À vista disto, a pesquisa teve como hipótese que os modelos conceituais de SAF's agroecológicos podem ser instrumentos usados ao propósito de ajudar as famílias produtoras uma vez que eles primam, em seu caráter técnico e funcional, por representarem e apresentarem de modo estruturado as atividades, características e relacionamentos de sistemas do mundo real atendendo, ainda, ao quesito da informação (esclarece/explica) e da disseminação do conhecimento (ensina e multiplica). A partir da premissa, a qual fundamentou a hipótese apresentada, a pesquisa se justificou pelo potencial que os modelos conceituais possuem em atender a todas estas questões e ainda abordá-las em uma perspectiva de enfrentamento às questões da realidade da vida no ambiente produtivo do Semiárido. A pesquisa possui natureza qualitativa e quantitativa e congregou métodos definidos tanto pela Engenharia de Software quanto pela metodologia científica que abordam a especificação e o tratamento de requisitos, bem como métodos de análise de dados específicos ao propósito. À face do exposto, como resultado a modelagem unificou as atividades complexas e representou de forma simples a pluriatividade dos SAF's (aspecto técnico) facultando a compreensão (aspecto funcional) acerca das relações existentes entre uma agricultura sustentável sincronicamente ao uso equilibrado dos recursos naturais, de forma que a mesma incorporou o papel estratégico dos SAF's ante a importância dos recursos naturais existentes na região Semiárida brasileira e em áreas degradadas. À vista disto, concluiu-se que os modelos conceituais criados são instrumentos da informação potenciais na disseminação do conhecimento sobre SAF's agroecológicos e podem ajudar as famílias agricultoras, uma vez que caracterizam os aspectos primordiais e a multifuncionalidade das metodologias e práticas desta alternativa sustentável de produção, dentre os quais, os processos de implantação, manejo e produtividade; o contexto dos SAF's com o agricultor familiar, o meio ambiente e a sociedade; e o contexto dos SAF's na gestão dos recursos naturais e relações com a Biosfera. Por efeito disto, também se depreendeu que os SAF's agroecológicos são uma estratégia sustentável que propicia melhoria da qualidade de vida às famílias agricultoras, concomitantemente à mudança das ações antrópicas negativas para ações sustentáveis com notoriedade à recuperação ambiental, à conservação ambiental e ao enfrentamento às crises climáticas.

Palavras-chave: Agricultura Familiar. Recursos Naturais. Práticas Sustentáveis. Recuperação Ambiental. Modelagem Conceitual.

Conceptual Models of Agroecological Agroforestry Systems in the Sertão do Pajeú-PE: a transdisciplinary application in light of Information Technology

ABSTRACT

Inserted in the Brazilian semiarid region, over time inappropriate agricultural activities in the Sertão do Pajeú have driven the untimely use of natural resources of the Caatinga, shaping a threatening picture to the environment and the survival of family farming, which is directly related to the management of food production systems. In this conjuncture, the Agroecological Agroforestry Systems reveal themselves as a sustainable technology that produces diversified and healthy agricultural food and, associatively, makes a balanced and efficient use of natural resources. However, these productive systems integrate activities and processes that constitute multiple information about which family farmers have no substantiated/unified access, not even through the rural technical assistance service, a fact that incurs difficulties or impediments to the very implementation of the SAF's in their productive units. Faced with this problem, the question was raised: Would the conceptual models of agroecological SAF's in the Sertão do Pajeú-PE be potential instruments for the transmission and dissemination of information used by family farmers to help them reproduce and manage an SAF agroecological to their satisfaction? In view of this, the research hypothesized that conceptual models of SAF agroecological can be instruments used to help family farmers, since they excel in their technical and functional character, by representing and presenting in a structured way the activities, characteristics and relationships of real-world systems, while also meeting the requirements of information (clarifying/explaining) and dissemination of knowledge (teaching and multiplying). From this premise, on which the presented hypothesis was based, the research was justified by the potential that conceptual models have in attending to all these questions and still addressing them in a perspective of facing the issues of the reality of life in the productive environment of the semi-arid region. The research has a qualitative and quantitative nature and brought together methods defined both by Software Engineering and by scientific methodology that address the specification and treatment of requirements, as well as methods of data analysis specific to the purpose. As a result, the modeling unified the complex activities and represented in a simple way the pluriactivity of the SAF's (technical aspect), providing the understanding (functional aspect) of the existing relations between a sustainable agriculture synchronously to the balanced use of natural resources, in a way that it incorporated the strategic role of the SAF's before the importance of the existing natural resources in the Brazilian semiarid region and in degraded areas. In view of this, it was concluded that the conceptual models created are potential instruments of information in the dissemination of knowledge about SAF agroecological and can help farming families, since they characterize the primary aspects and multifunctionality of the methodologies and practices of this sustainable alternative production, among which are the processes of implementation, management and productivity; the context of SAF with the family farmer, the environment and society; and the context of SAF in the management of natural resources and relations with the Biosphere. As a result, it was also found that the SAF's agroecological are a sustainable strategy that provides improved quality of life for family farmers, concomitantly with the change of negative anthropic actions for sustainable actions with emphasis on environmental recovery, environmental conservation and combating climate crises.

Keywords: Family Farming. Natural Resources. Sustainable Practices. Environmental Recovery. Conceptual Modeling.

1- INTRODUÇÃO

Historicamente as proposições e diagnósticos sobre o Semiárido brasileiro – SAB foram referidos a um espaço-problema, terra das secas e da miséria, até surgirem, na primeira metade do século XX, olhares críticos sobre as causas estruturais da miséria regional. Destarte, na década de 1980 um conjunto de organizações não-governamentais – ONGs que atuam no Semiárido, juntamente a algumas instituições públicas de pesquisa e extensão rural, passaram a desenvolver propostas e a vivenciar alternativas fundamentadas na ideia de que é possível e necessário conviver com a seca e o Semiárido (SILVA, 2003).

A região dos sertões que engloba os Estados do Nordeste é caracterizada por peculiaridades ao seu clima, dentre as quais a baixa precipitação pluviométrica, em razão da irregularidade de chuvas e sua concentração em poucos meses do ano, e os déficits hídricos ocasionados por elevados índices de evaporação. Entretanto, as dificuldades enfrentadas pelas populações locais não são decorrentes apenas e nem exclusivamente das condições climáticas, mas, precipuamente, são sequentes das estruturas econômica, social e política implantadas na região (ANDRADE e NETO, 2016).

Isto posto, o SAB já não é mais um espaço onde a seca é a justificativa aos problemas como a miséria e as dificuldades de produção agropecuária, e sim, um espaço onde as condições impostas pelo fenômeno natural da seca são intensificadas pelas ações estatais. Conforme Andrade e Neto (2016), por muito tempo a ação estatal não se fez presente para combater as causas estruturais da miséria e muitas populações sertanejas dependeram da ação de entidades da sociedade civil, mas, a convivência com essa região precisa acontecer por meio da união entre o Estado e sociedade.

O SAB, é uma divisão regional cuja área geográfica de abrangência foi delimitada pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE, considerando critérios técnicos e científicos condizentes às condições climáticas dominantes. A divisão regional do SAB revisada em 2005, usando o critério de precipitação, foi novamente redefinida em 2017 e identificou 1.262 municípios, por meio da nova metodologia que preconiza que para um município ser considerado do Semiárido ele deve atender a pelo menos um dos critérios: precipitação igual ou inferior a 800 milímetros/ano; número de dias de déficit hídrico igual ou superior a 60%; ou ao índice de aridez igual ou inferior a 0,5 (SUDENE, 2021).

De acordo com a SUDENE (2021), ao final de 2021 a Delimitação da região semiárida foi revista e identificou 1.427 municípios que atingiram pelo menos um dos

critérios para classificação de pertencimento do Semiárido, nos Estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe, Espírito Santo e Minas Gerais. Nessa nova Delimitação, 1.212 municípios já integravam a delimitação vigente, 215 municípios foram adicionados e 50 municípios não mais integrarão o Semiárido. Ante isto, enfatiza-se que a mudança no delineamento do Semiárido Brasileiro foi fortalecida pelo comportamento climático da última década, marcado predominantemente por fortes secas.

Os períodos prolongados de escassez hídrica, a aridez do clima e a presença de solos pobres em matéria orgânica são desafios que para serem enfrentados dependem do emprego de práticas sustentáveis. A questão, no entanto, é ainda mais complexa. Além das particularidades dessa região do país, ao longo do tempo as atividades agropecuárias inapropriadas, nela adotadas, e o uso intempestivo dos recursos naturais da Caatinga provocaram e mantêm em curso uma degradação profunda do meio ambiente (SILVA, 2008).

Paralelo a esse contexto, no cenário regional do Semiárido, onde a ocupação principal da força de trabalho da população rural é a agropecuária, o Sistema Agroflorestal Agroecológico – SAF surge como uma alternativa sustentável que, além de prover alimento diversificado, pode levar essa população que vive numa área de baixa e irregulares pluviosidades, a primar por ações de conservação e uso sustentável dos recursos naturais, implementando práticas apropriadas que evitam a degradação ambiental (SILVA et al., 2016).

Notadamente aqui, destaca-se que um dos fatores marcantes do desenvolvimento sustentável é o emprego de práticas agroecológicas para a agricultura, algumas das quais de fundamental importância para a alavancagem de uma região complexa como a do Semiárido (VARGAS, 2010).

Particularmente no SAB, onde o Bioma predominante desse clima é a Caatinga, a degradação e a escassez dos recursos hídricos em muitas e extensas áreas, potencializados pela destruição gradual dos recursos naturais, ao lado da insistência pela implantação progressiva de atividades incompatíveis com o meio em que habitamos e trabalhamos, exige cada vez mais uma reflexão de nossa parte de que rota queremos para este habitat e nossas vidas nesta região (BARROS JÚNIOR et al., 2015).

Acrescenta-se a tais ponderações a menção de que no SAB, região onde a dinâmica da vida ali instalada apresenta uma particularidade única e balizada por

complexos arranjos que foram se solidificando ao longo de milhares de anos e que podem ser rompidos pela inadequação das atividades antrópicas que foram se estabelecendo de forma errônea e desregrada, tem tornado o Bioma Caatinga o mais ameaçado dos Biomas brasileiros. Diante deste quadro ameaçador atrela-se, ainda, a sobrevivência da agricultura familiar que está diretamente relacionada à gestão dos sistemas de produção de alimentos e que também predomina em toda a região do SAB, sendo, conforme o MAP (2019), a principal responsável pela produção dos alimentos que são disponibilizados para o consumo da população brasileira.

O Bioma Caatinga tem índice pluviométrico médio em torno de 750 milímetros anuais podendo, em condições normais, chover mais de 1.000 milímetros e, na hipótese mais ruim, chove ao menos 200 milímetros. A totalidade de seus limites encontra-se dentro do território brasileiro abrangendo os Estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe e o norte de Minas Gerais. Mesmo passando por longos períodos de escassez hídrica, a Caatinga surpreende com suas “ilhas de umidade” e solos relativamente férteis. São os chamados brejos, que quebram a monotonia das condições físicas e geológicas dos sertões (PEREIRA e BARACUHY, 2011).

Segundo os autores referidos, a razão para esta denominação reside no fato de apresentar-se a Caatinga verde somente na época das chuvas que, na sua grande maioria, é de curta duração. Após períodos de longa estiagem a Caatinga, inteiramente ou parcialmente, se desfaz das suas folhas, o que proporciona a troca da coloração verde para o cinza predominante em galhos, ramos e troncos das espécies arbóreas nativas, e a ausência da folhagem permite que a visão de homens e animais penetre sem dificuldade até grande distância. É esse aspecto claro que mais perdura, face à distribuição irregular das chuvas ao longo do ano, as quais se concentram em quatro dos doze meses, e em alguns períodos, nada chove durante anos sucessivos.

Neste cenário complexo e preocupante, ganham importância os SAF's agroecológicos, cuja função primordial é a produção diversificada e saudável de alimentos, à medida em que envolvem ações de conservação e uso sustentável dos recursos naturais, com reconhecido potencial de promover, inclusive, também a recuperação de áreas já degradadas e de apontar caminhos para um desenvolvimento equilibrado e sustentável.

Considerando a complexidade e a diversidade de informações que caracterizam os SAF's agroecológicos, é oportuno dirimir as dificuldades e limitações de acesso que

muitos agricultores e agricultoras têm no que se refere às informações sobre esses modelos de produção. O uso da modelagem sistêmica, por meio do Modelo Entidade-Relacionamento – MER, é uma alternativa potencial à serviço da estruturação e da organização da informação e permite idealizar um impacto positivo sobre o modo de se produzir o conhecimento na gestão desses sistemas de produção sustentáveis.

Diante da problemática delineada, a presente pesquisa teve como hipótese que os modelos conceituais e sistêmicos (MER) de sistemas de cultivos agroflorestais agroecológicos, baseados no mapeamento e na sistematização de conhecimentos já desenvolvidos em várias comunidades com SAF's agroecológicos implantados, é um instrumento da informação que pode ajudar as famílias produtoras rurais no processo de implantação, monitoramento e gestão dos modelos produtivos de SAF's.

O MER é um modelo conceitual advindo da Engenharia de Sistemas e é utilizado para a representação de elementos de um sistema real, ou seja, atividades, características ou comportamento de um sistema. Ademais, evidencia-se que esse modelo conceitual possibilita criar uma representação unificada de distintas realidades (BOOCH et al., 2000).

Isto posto, tendo em vista as características da região semiárida e a grande demanda da agricultura familiar por um sistema de produção com baixo uso de insumos externos e em consonância com a alocação eficiente dos recursos naturais e, também, considerando a necessidade que as famílias agricultoras têm quanto a instrumentos de uso à formação do conhecimento e construção do entendimento sobre SAF's agroecológicos, a pesquisa se justificou pela contribuição científica e técnica que os modelos conceituais de SAF's podem propiciar, em razão do seu caráter técnico e funcional, abrangendo um âmbito socioeconômico e ambiental relacionado a questões de enfrentamento da realidade da vida de pequenos produtores rurais no ambiente produtivo do Semiárido.

O desenvolvimento a ser promovido para a melhoria na qualidade de vida, as especificidades da região do Semiárido e a sua total inserção no Bioma Caatinga, atrelados a uma agricultura eminentemente familiar, entre outros fatores, constituem um conjunto de elementos interconectados que formam um sistema dinâmico maior. Um sistema pode ser definido, conforme Morin (1977), como um grande conjunto de subsistemas no qual existe a inter-relação de vários elementos que constituem uma unidade global.

Destarte, reconhecendo as relações sistêmicas que estes fatores têm entre si, abriu-se caminho para uma proposta inovadora de reproduzir modelos sistêmicos que enfocam as

atividades, os processos, os elementos e as relações de um SAF agroecológico numa região potencialmente vulnerável como a do Semiárido brasileiro.

Ante isto, o desafio a que se propôs a pesquisa foi pautado na construção de modelos sistêmicos que reproduzem tais relações nos SAF's agroecológicos e seus subsistemas relacionados, aplicando-se para tanto, a Linguagem de Modelagem Unificada (Modelo Entidade-Relacionamento), dando corpo a uma abordagem sistêmica que possibilita uma melhor compreensão acerca da complexidade e da estruturação destes sistemas agroflorestais, bem como das suas potencialidades e limitações.

Em face do exposto, o questionamento que se pretendeu responder na tese é explicitado da seguinte maneira: ***Como um modelo teórico-conceitual, representativo de Sistemas Agroflorestais Agroecológicos, contemplando ações de conservação e uso sustentável dos recursos naturais, e com potencial de promover a recuperação de áreas degradadas, pode auxiliar produtoras e produtores rurais a reproduzirem e gerenciarem a contento um SAF agroecológico?***

1.1 Justificativa

O contexto contemporâneo, marcado por ameaças e riscos ao meio ambiente e ao ser humano, e cujas dificuldades retratadas pelas condições naturais do SAB são intensificadas pela ação antrópica negativa, carece de práticas de produção sustentáveis que deem condições às famílias agricultoras, que nele habitam, a se desenvolverem com segurança e qualidade ao mesmo tempo em que preservam o meio ambiente.

Ante estas circunstâncias, torna-se preciso aplicar estratégias de corporação de tecnologias sustentáveis ao potencial endoexógeno das comunidades rurais, ou seja, tecnologias que se adequam às potencialidades locais em cada comunidade e que têm potencial de proporcionar justiça social, respeito à cultura local e proteção à natureza. Faz-se necessário, portanto, o uso de tecnologias que incorporem o rural no Semiárido não só como um espaço de produção, mas também como um lugar onde as pessoas irão, a partir do conhecimento construído, se engajarem nos caminhos complexos e sofisticados dos processos de resistência e resiliência presentes nessa região. E esse conceito tem forte ligação com o quesito da multifuncionalidade, a qual, por sua vez, pode ser constatada nas tecnologias dos SAF's agroecológicos.

Ao mesmo tempo torna-se urgente resgatar e disseminar a essência do SAF agroecológico, de onde vem, a que ele se coloca e o que representa. Isso, por sua vez, exige

voltar-se para experiências de sistemas já implantados, pois eles oferecem subsídios fundamentados que possibilitam compreender a funcionalidade desses sistemas produtivos em uma região tão complexa como é o caso do Semiárido brasileiro.

Nesse mesmo contexto contemporâneo, o SAF agroecológico também se coloca como uma alternativa ao modelo de agricultura convencional industrializada e de base conservadora, altamente tecnologizada, que exclui as pessoas do campo. Em verdade, o SAF agroecológico já tem em sua essencialidade conceitual e prática a relação com o desenvolvimento rural concebido em bases sustentáveis e, ao contrário da agricultura exploratória, não se apresenta como uma proposta excludente, nem das diferentes pessoas que ocupam seu lugar e que tem ali seu território, seu lugar de pertencimento, e nem da natureza.

Os SAFs agroecológicos, fundamentados nos princípios da ciência da Agroecologia, vêem a unidade produtiva como um todo e direcionam a atenção para fatores que vão além da produção incluindo, primordialmente, o meio ambiente. Tem-se então, nesse sistema, uma prática de produção sustentável que promove condições das famílias agricultoras viverem no SAB e se desenvolverem concomitantemente ao uso equilibrado dos recursos naturais.

Esse sistema de produção sustentável requer o sentimento de cooperação e consciência da família agricultora, pois, o que acontece na prática é que as famílias precisam tomar decisões diariamente quanto aos processos produtivos, de manejo de gestão dentro dos SAF's e isso, por sua vez, não é introduzido, mas é algo que é construído aos poucos. Aqui, a questão resume-se à complexidade e diversidade de informações que os SAF's agroecológicos possuem e à necessidade que os produtores familiares têm no que concerne a um acesso fácil e simples às informações dos processos que os caracterizam.

É preciso pensar mecanismos/instrumentos que ajudem na disseminação do funcionamento desse sistema de produção, sobretudo a considerar que muitas famílias produtoras têm carência no que se refere ao acompanhamento técnico e ao conhecimento que envolve esse modelo de produção, de tal modo que se torna, esta carência, em uma resistência à implantação de um SAF agroecológico. As famílias agricultoras necessitam conhecer as informações dos processos e das relações envolvidas na reprodução desse modelo para, então, o colocarem em prática de forma consciente. Para tanto, é eminente a necessidade de que o conhecimento complexo sobre SAF's agroecológicos seja disseminado e multiplicado, e de forma simples.

1.2 Hipótese

Diante do problema que a pesquisa abordou e com o propósito de responder ao mesmo, complementou-se a hipótese, esclarecida adiante:

Através da sistematização de experiências de SAF's agroecológicos já implantados é possível identificarmos atributos que os caracterizam desde a implantação, até o manejo e a gestão. Mais do que isso, é possível identificar atributos que favorecem o desenvolvimento desse sistema produtivo e, também, os entraves e as dificuldades que impõem limites ao seu avanço.

Tais aspectos são conceitualmente reproduzidos através do Modelo Entidade-Relacionamento e, sobretudo, revelam e apontam caminhos para se avançar na reprodução do modelo de SAF agroecológico rumo a um desenvolvimento equilibrado e sustentável.

Considerando o quanto isso é essencial para as famílias agricultoras, principalmente no Semiárido brasileiro, um instrumento da informação que apresenta de modo organizado (estruturado) os elementos, os processos e as relações do SAF agroecológico, e que atende ao quesito da informação (esclarece/explica) e de disseminação do conhecimento (ensina e multiplica), pode ajudar as famílias agricultoras a construir o conhecimento e o entendimento sobre os SAF's agroecológicos e, por decorrência, ajudá-las na implantação, manejo e gestão em suas unidades produtivas.

Para tanto, esse instrumento deve ser fundamentado no conhecimento empírico e no conhecimento científico, a julgar que agregam conhecimentos científicos (enraizados na Agroecologia) e também os conhecimentos tradicionais dos agricultores e que, em alguns casos, são repassados de geração a geração. Para isso, faz-se necessário conhecer a realidade a fim de que se possa perceber como esses modelos de produção avançam e, com isso, revelar os aspectos importantes para a consolidação do seu manejo e da sua gestão.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

A pesquisa teve como objetivo *propor modelos conceituais de Sistema Agroflorestal Agroecológico, baseado em experiências já implantadas, que congregam aspectos de sustentabilidade inerentes aos ambientes do Semiárido e de áreas degradadas*, como instrumento da informação a fim de ajudar famílias produtoras rurais

nos processos de implantação, manejo e gestão dos SAF's em suas unidades produtivas. A concretização desse objetivo maior contemplou os seguintes objetivos específicos:

1.3.2 Objetivos específicos

- Construir uma revisão teórica-conceitual com base na literatura científica a fim de especificar as principais temáticas que fundamentam os modelos conceituais;
- Definir os cenários de modelagem a serem criados a partir do conhecimento científico e dos SAF's agroecológicos existentes e pesquisados no Sertão do Pajeú;
- Sistematizar e caracterizar os modelos produtivos de SAF's agroecológicos no Sertão do Pajeú, em Pernambuco, implantados em sete municípios, e que possuem realidades e condições diversas de produção;
- Disponibilizar aos 12 núcleos estudados e ONG's associadas, os resultados do trabalho como forma de contribuir para esperançar e transformar as realidades mais imediatas, uma ferramenta da tecnologia da informação que subsidia de forma competente e segura as decisões para o gerenciamento e manejo de Sistemas Agroflorestais sustentáveis em regiões semiáridas. Destarte, com possibilidade de replicação para as mais diferentes regiões similares no mundo, haja vista não apenas a existência de áreas com condições e características ambientais semelhantes, mas também o uso da Linguagem de Modelagem Unificada como uma linguagem-padrão adotada internacionalmente para facilitar o entendimento de sistemas complexos.

2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 MEIO AMBIENTE E SOCIEDADE

2.1.1 O Semiárido e o Bioma Caatinga

O Semiárido brasileiro vigente possui uma extensão total de 1.182.697 km² e em sua mais recente Delimitação, a área do novo polígono proposto na revisão do Semiárido em 2021 engloba 1.318.826 km², compreendendo em sua maior parte o Nordeste (SUDENE, 2021), região esta, em que segundo o IBGE (2010), mais da metade (59,1%) dos brasileiros em situação de extrema pobreza estão presentes e, destes, mais da metade (52,5%) vivem em áreas rurais da região.

As especificidades dessa região são cruciais para compreendermos a realidade na qual os seus habitantes estão inseridos e interpretarmos a situação local a partir das suas potencialidades e fragilidades, bem como os principais problemas a serem enfrentados, seja na reprodução de suas famílias agricultoras, seja na manutenção da sustentabilidade do ecossistema. Na mata de Caatinga, predominante no Semiárido, a preservação da biodiversidade das espécies arbóreas é uma condição essencial para garantir a segurança do Bioma, incrementando a sua resiliência, ou seja, a sua capacidade de se recompor integralmente mesmo após passar de forma recorrente por períodos de longas e severas estiagens (BARROS JÚNIOR et al., 2015).

Outro fator importante é que a maior parte dos solos do Bioma Caatinga apresenta limitações severas para o uso sustentável com atividades agrícolas, e num espaço onde as agriculturas familiar e empresarial são dependentes das chuvas, uma das maiores consequências do uso inadequado desses solos é a degradação em diferentes graus de intensidade que, por sua vez provoca efeitos negativos na produtividade agrícola e pecuária e sobre os recursos ambientais (MOURA, 2004).

2.1.2 O homem e a sua relação com o meio ambiente

A ecologia faz renascer a relação esquecida e escondida, da sociedade com a utopia, sendo esta compreendida como desejo de mudança. Relativamente a este desejo de mudança, a compreensão do pensamento político é essencial para entender, também, o tipo de sociedade em todo o mundo e possibilitar uma autotransformação e autonomia da mesma (CASTORIADIS, 1981).

Aqui, enfatiza-se que as relações na sociedade contemporânea são marcadas por um capitalismo severo e implacável, cuja lógica e métodos são devastadores e visam aumentar por todos os meios de produção. Os dominantes possuem o poderio, o consumo de massas existe sobre a maioria dos dominados, e a eliminação do papel humano do homem provoca a destruição do sentido do trabalho (CASTORIADIS, 2004).

Não importam as demarcações espaciais e temporais quando o que se discute é a condição que o Planeta Terra tem de sustentar a vida humana. Mas, a humanidade caminhou para isso, a conquista de vários domínios é cada vez maior, o agir humano tornou-se em um empreendimento progressivo que sobrevive às custas da natureza e cada vez mais o homem conserva práticas que também sacrificam o futuro (JONAS, 2006).

Aqui, nos deparamos o clamor de uma nova cultura, de uma nova educação, de uma nova prática que considere no modo do agir humano, os impactos, os resultados, as implicações finais para a “continuidade da vida humana no futuro”. Esse pensamento é importante, sim, para dar motivação ao enfrentamento das forças mundanas, maiormente ao atual modelo de desenvolvimento econômico e tecnológico que, para fazer dar certo sua lógica de produção e de consumo, sacrifica a natureza ao custo que for necessário (BARTHOLO JÚNIOR e BURSZTYN, 2001).

2.1.3 Percepções da Educação Ambiental

Segundo Philippi Júnior e Pelicioni (2014), sem conhecer a realidade expressamente torna-se impossível mudá-la. Notadamente à problemática ambiental não basta entender e atuar sobre a mesma, mas também indicar uma relação de causa e efeito dos processos de degradação com a dinâmica dos sistemas sociais. Em seu verdadeiro sentido, a educação ambiental forma e prepara cidadãos para a reflexão crítica e para uma ação social transformadora ou corretiva do sistema, de maneira a possibilitar o desenvolvimento integral dos seres humanos.

Em conformidade com os autores, ainda, se as tendências atuais de degradação permanecerem, uma emergência socioambiental irá se agravar no século XXI. Tais tendências, enraizadas na cultura, nos valores e nos estilos de pensamento, configuram o sistema político, econômico e social no qual vivemos e refletem uma crise do ser no mundo representada na degradação da natureza e na qualidade de vida das pessoas.

A humanidade encaminhou-se a um dilema o qual exige uma reflexão que viabilize novos caminhos para se pensar sobre os valores e o conhecimento em que o comportamento cotidiano está alicerçado (LUZZI, 2014).

No sistema capitalista vigente existe um sistema selvagem no qual o modelo de desenvolvimento econômico desconsidera os valores éticos de justiça social e de solidariedade. Nesse sistema, também, a cooperação não é estimulada, o lucro prepondera a qualquer preço, a competição está associada ao egoísmo de forma que os privilégios de poucos existem em detrimento/dano da maioria da população. Não obstante, na medida em que a educação ambiental ela se coloca em uma posição contrária a esse sistema, ela vai preparar homens e mulheres para a participação social, para a representatividade, e para exigir direitos e cumprir deveres (PHILIPPI JÚNIOR e PELICIONI, 2014). Isso é

fundamental para que os cidadãos entendam a realidade objetivamente e para que exista um desenvolvimento integral dos seres humanos.

Em concordância com Luzzi (2014), a educação ambiental é o que permitirá caminharmos para uma nova sociedade sustentável e encontrarmos um sentido e significação para a existência humana, uma vez que a prática educativa abre os caminhos para novas possibilidades de compreensão e autocompreensão, dando aos sujeitos o sentido de reposicionamento e de compromisso com a problemática ambiental.

2.2 RECURSOS NATURAIS E A ATIVIDADE AGROPECUÁRIA

2.2.1 O modelo de desenvolvimento implementado no Semiárido brasileiro

A depender das técnicas e práticas utilizadas para cultivar a terra, a agricultura pode gerar bastantes impactos ao meio ambiente. O processo de degradação do Semiárido tem início com práticas agrícolas de retirada da cobertura vegetal original do solo, sem a devida reposição dos nutrientes. Associadamente, a atividade pecuária desenvolvida nas regiões brasileiras, principalmente a pecuária extensiva, é realizada por práticas de manejo inadequado dos rebanhos associado ao uso de máquinas contribuindo para o processo de compactação do solo e interferindo na sua boa conservação. Mas, além destes fatores, a expansão de muitas atividades econômicas desenvolvidas na região, muitas vezes estão condicionadas à degradação de algum tipo de recurso natural (BRASILEIRO, 2009).

O modelo de agricultura implementado no Semiárido é caracterizado pelo uso de agrotóxicos, ação esta que agride a natureza, prejudica a saúde humana e compromete a qualidade de vida das famílias, haja vista que polui as águas e empobrece a terra. Isso, por sua vez, compromete as condições de produção e deixa as famílias agricultoras em situação de insegurança alimentar e econômica. Além disto, este modelo predominantemente dá lucro aos grandes produtores, empresários do agronegócio, aos atravessadores de produtos e ao comércio de agroquímicos (LIMA et al., 2006).

Historicamente nessa região, o sistema de agricultura é caracterizado como sendo tradicional de sequeiro, utilizando como forma de preparo do solo o corte-queima (NASUTI et al., 2013). Ademais, a atividade agrícola está relacionada ao uso que se faz da vegetação do bioma Caatinga para atender a algumas atividades humanas. Estas, por sua vez, são procedidas por meio de manejo inadequado ocasionando na exploração dos recursos naturais da Caatinga, dentre as quais se destacam o fornecimento de madeira para

a produção de lenha e de carvão, produção de forragem para alimentar a pecuária extensiva, no período de estiagem, além de espécies vegetais que são exploradas para fins econômicos (BARROS, 2014).

Segundo Barros Júnior et al. (2015), os desmatamentos seguidos de semeaduras e cultivos no sentido morro abaixo, excessivo pastoreio em terrenos íngremes, e a compactação da camada arável por passagens consecutivas de tratores e máquinas agrícolas, provocam perdas anuais da cobertura vegetal e de centenas de milhões de toneladas de terra fértil.

Dentre os principais impactos enfrentados em função de um modelo que não se preocupa com a sustentabilidade estão: I) degradação implacável do Bioma Caatinga; II) erosões hídricas e de camadas aráveis do solo; e III) a destruição e morte de matas ciliares e de rios; todos estes aspectos negativos estão diretamente atrelados aos desmatamentos e às queimadas descontroladas, ocupação e uso indiscriminado dos solos; sistemas agrícolas incompatíveis com os ecossistemas locais introduzidos ao longo dos anos; a má gestão dos recursos naturais e o uso massivo de agrotóxicos que reduzem drasticamente a capacidade produtiva da terra e a qualidade da água, por conseguinte, promovem danos às populações locais e à perda da biodiversidade (BARROS JÚNIOR et al., 2015).

É notório que a destruição gradual e permanente dos recursos naturais no Bioma tem agravado a degradação e, por sua vez, incidido em situações críticas como é a escassez de recursos hídricos em alguns casos, questão que ainda é mais séria quando atrelada à insistente implantação progressiva de atividades incompatíveis com o meio. Neste sentido, a introdução (ou reintrodução) de métodos sustentáveis de agricultura a serem adotados pela grande maioria dos pequenos produtores irá ajudá-los a criar alternativas aos atuais padrões ambientais da utilização dos recursos, podendo aumentar significativamente os rendimentos de terras cultivadas e caminhar em definitivo para a autossuficiência alimentar (TODARO e SMITH, 2012).

2.2.2 A questão fundiária

Na Região Nordeste, o uso da terra está historicamente vinculado à expansão de grandes propriedades para os grandes produtores cultivarem. Ao buscar evidenciar a relevância de uma estrutura fundiária desconcentrada no processo de desenvolvimento de um país, Silva (1971) abordou aspectos impeditivos a esse desenvolvimento como a estrutura econômica de um país e o próprio desenvolvimento industrialista que incorporava

a ideia de que bastava se industrializar para se desenvolver. Também nos anos 70, Furtado (1978) atentou à questão da esgotabilidade dos recursos naturais e a necessidade de romper com o passado no tocante à estrutura fundiária que foi herdada. Aperfeiçoou ainda, que o verdadeiro desenvolvimento se dá nos homens e nas mulheres, e tem importante dimensão política.

Nesse caminho, o pequeno produtor rural se depara com uma estrutura fundiária concentrada e herdada que, de acordo com Ramos (2001), reforça a base de um processo de crescimento econômico que manteve e ampliou a fome e a pobreza, a exclusão e a desigualdade social. Dadas as condições socioeconômicas do Semiárido, a questão fundiária deve ser considerada dentro da perspectiva de estabelecimento de um modelo de desenvolvimento que viabilize a integração e a execução de diversas atividades em conformidade com as condições da região (PAUPITZ, 2010).

A questão fundiária, assim, cabe ser tratada considerando-se dois aspectos inerentes. O primeiro deles diz respeito às relações homem/natureza e o segundo refere-se a essas relações estabelecidas nas novas concepções sobre o desenvolvimento, ou seja, o desenvolvimento rural pautado na sustentabilidade. Além disso, ante toda a evolução da história, entende-se que a relação entre a apropriação e a utilização dos recursos naturais é um aspecto presente em todo o percurso, de forma que as atividades agropecuárias necessitam ser reconsideradas para poder se pensar e efetivar esse “desenvolvimento rural” cuja estrutura fundiária seja pautada em uma justiça social, em uma eficiência econômica e em um equilíbrio ecológico.

2.2.3 A grande desigualdade na categoria da agricultura familiar

Em julho de 2006, o conceito da agricultura familiar foi definido por lei. Segundo a Lei da Agricultura e dos Empreendimentos Familiares Rurais, nº 11.326/2006, é agricultor familiar: (i) quem não detenha área maior do que quatro módulos fiscais, sendo esta unidade de medida expressa em hectare fixada para cada município e que varia de 5 a 110 hectares, segundo o MDA/SAF (2011); (ii) quem utiliza predominantemente mão-de-obra da própria família; (iii) tenha percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento, na forma definida pelo Poder Executivo; (iv) quem dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família.

Isto posto, já não se pode dissociar a questão fundiária do aspecto do uso sustentável dos recursos naturais. Segundo Paupitz (2010), uma estrutura fundiária equilibrada, simultaneamente com a incorporação do uso sustentável dos recursos naturais ao processo de desenvolvimento regional, são fatores que poderiam cooperar para a geração de renda e para a incorporação de milhões de cidadãos à economia nacional, de forma não predatória.

Um grande entrave a esse desenvolvimento, todavia, é explicitamente o caráter tradicional excludente das estruturas fundiárias. E na categoria da agricultura familiar a desigualdade fundiária também é grande e o mesmo quadro é constatado, ou seja, a porcentagem dos pequenos agricultores familiares é muito significativamente maior que a dos maiores estabelecimentos, todavia apenas uma menor porcentagem da área total é ocupada pelos pequenos agricultores, enquanto que a maior parcela é ocupada pelos maiores estabelecimentos (INCRA e FAO, 2000).

2.2.4 Carência de políticas públicas na agricultura familiar

Para além da ação antrópica associada às dificuldades impostas pelas condições naturais da região, segundo Ferreira (2016), o Sertão do Pajeú tem sido palco de grandes lutas dos movimentos sociais, face à negligência histórica dos governos diante da necessidade dos agricultores e agricultoras de base familiar. Nessa conjuntura, aspectos como o fortalecimento da sociedade civil, da mobilização, envolvimento e capacitação das famílias, com uma proposta de educação processual, são visualizados com a capacidade de transformar a realidade dessa região, tanto no que se refere ao ambiente natural do território, quanto no que condiz à qualidade de vida da população que vive da agropecuária.

Apesar da agricultura familiar executar uma função imprescindível na produção de alimentos do país, mas a venda de produtos agrícolas muitas vezes não gera uma renda suficiente para satisfazer as necessidades do pequeno produtor (BARROS JÚNIOR, 2010). E, quando o que se discute são formas de auxiliar o pequeno produtor rural em sua atividade no campo, Mattei (2005) ressalta que as políticas públicas que foram desenvolvidas para o combate à pobreza no campo e para as necessidades específicas do agricultor familiar, ainda são recentes considerando todo o contexto histórico.

A Lei da Política Agrícola, número 8.171 de 17/01/1991, coloca a proteção do meio ambiente entre os seus objetivos e como um de seus instrumentos e, define que o poder

público deve desenvolver programas de educação ambiental, fomentar a produção de mudas de espécies nativas, entre outros. Frente a isso, na década de 90 começou a ser implantado a mudança do processo de produção agrícola convencional para o processo de produção agroecológica. De acordo com Ortega (2007), a agricultura agroecológica surgiu como uma forma de tentar solucionar os problemas de degradação do meio ambiente adotando, para tanto, uma produção agrícola sustentável que atenda às necessidades das gerações futuras. Todavia, a falta de auxílio público e privado fez com que a proposta agroecológica buscasse apoio na própria localidade. Assim, o desenvolvimento dessa experiência inovadora constituiu uma rede de solidariedade que forneceu base para construção de capital social.

Diferentemente da agricultura convencional que busca uma produtividade máxima e o grande retorno econômico com a utilização intensa de insumos, a agroecologia, segundo Leão e Vital (2011), visa um novo estilo de produção limpa de alimentos e, notadamente no Brasil, alguns agricultores estão utilizando práticas da agroecologia que está proporcionando uma nova perspectiva para a agricultura do país, onde os produtos gerados por meio de cultivo agroecológico estão ganhando espaço cada vez maior na população, em vista dos benefícios do plantio sem agrotóxicos.

2.2.5 A dinâmica produtiva no Sertão do Pajeú

O Sertão do Pajeú está inserido na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja, a qual representa a paisagem típica do Semiárido nordestino, com relevo suavemente ondulado e, em sua maior extensão, os solos são pedregosos e sujeitos a erosão, também são rasos e às vezes até inexistentes, haja vista a existência de grandes afloramentos rochosos. Mas, também constitui em sua formação superfícies que apresentam maiores elevações ao norte, na serra da Baixa Verde, onde se localiza Triunfo, o ponto mais alto do estado com mil duzentos e sessenta metros, o qual apresenta um microclima diferenciado e que contrasta com as condições climáticas do contexto Semiárido (CPRM, 2005).

O Território do Sertão do Pajeú é assim chamado devido a menção ao Rio Pajeú o qual atravessa parte dos municípios que compõem o Território desvelando, assim, uma relevância expressiva para a população dessa parte do Semiárido brasileiro. Historicamente, as áreas próximas da capitania de Pernambuco foram destinadas, por parte da coroa portuguesa, ao cultivo da cana-de-açúcar. Tal acontecimento incorreu no início da exploração econômica do Sertão Pernambucano através da atividade pecuária uma vez que, estando a Zona da Mata reservada para tal atividade exclusiva, restou conduzir o deslocamento do gado para outro caminho, tendo o Rio Pajeú como um deles. Isso foi o

suficiente para trazer à região do território do Pajeú, juntamente com o gado, o povoamento dessas terras e a formação de latifúndios, ocupando extensas áreas e variadas formas de convivência (UFRPE, 2012).

A ocupação e povoação da área que atualmente compreende o Sertão do Pajeú se seu por meio do aproveitamento das vantagens proporcionadas pela disposição hidrográfica existente, acerca das quais os colonizadores realizaram expedições de reconhecimento das terras. Ante este contexto, notadamente à povoação do Sertão ao longo do rio Pajeú e à criação dos primeiros núcleos populacionais da região, as origens estão relacionadas à cultura do gado à margem do rio Pajeú (TAVARES NETO et al., 2008).

No cenário Regional em que a ocupação principal da força de trabalho da população rural é a agropecuária, existe um embate muito poderoso: de um lado a luta pelas práticas de sustentabilidade que promovem a conservação dos recursos naturais e evitam a degradação ambiental, do outro lado, as queimadas que são a mais antiga forma de preparação de áreas para a implantação de cultivos (BACHA, 2001).

A vegetação predominante do território é a Caatinga, com a supremacia de espécies dentre as cujas peculiaridades enfatiza-se a capacidade de adaptação às adversidades climáticas, de sobrevivência à falta de água e de rápida regeneração com a presença das chuvas. Mas, este mesmo espaço é historicamente cicatrizado pela exploração excessiva dos recursos naturais em que as causas das ações humanas permeiam a atividade agropecuária e, na área que abrange o Pajeú, especialmente a vegetação de mata ciliar, constata-se um alto grau de devastação. Além disso, ainda existe a omissão de diversos segmentos do mercado que agem com o desmatamento de forma indiscriminada para a exploração da madeira ou a implantação de empreendimentos (BARROS JÚNIOR, 2010).

De acordo com Barros Júnior et al. (2015), o desmatamento da vegetação de Caatinga ao longo da bacia hidrográfica do Rio Pajeú ocasionou o empobrecimento dos solos levando a consequências drásticas como a perda ou diminuição da capacidade de retenção de água, de modo que as suas principais nascentes deixaram de verter no ano de 1986, apresentando sinais preocupantes de esvaziamento de poços comuns no leito do rio durante a seca que se instalou entre os anos de 2012 e 2018 no Semiárido brasileiro.

Além da ação antrópica associada às dificuldades impostas pelas condições naturais da região, segundo Ferreira (2016), o Sertão do Pajeú tem sido palco de grandes lutas dos movimentos sociais, face à negligência histórica dos governos diante da necessidade dos agricultores de base familiar. Nessa conjuntura, aspectos como o

fortalecimento da sociedade civil, mobilização, envolvimento e capacitação das famílias, são visualizados com a capacidade de transformar a realidade dessa região, tanto no que se refere ao ambiente natural do território, quanto no que condiz à qualidade de vida da população que vive da agropecuária.

De acordo com as ONG's que atuam na agricultura familiar do Sertão do Pajeú, apesar de todas as ações indiscriminadas contra o meio ambiente, numa outra perspectiva, nos últimos 20 anos a região vivenciou um processo de melhoria de suas vidas, estando parte desta melhoria relacionada à atuação de instituições, como organizações não-governamentais, e atores sociais como pesquisadores e dentre outros da sociedade civil organizada, que ajudam a desenvolver a agricultura familiar agroecológica através de ações de articulação e de convivência sustentável com o ecossistema do Semiárido através do uso eficiente e sustentável dos recursos naturais.

2.3 SISTEMA AGROFLORESTAL AGROECOLÓGICO

2.3.1 Tipos de Sistemas Agroflorestais

Em conformidade com Noronha (2008), os SAF's combinam vários tipos de plantas em um consórcio diversificado. Nesse funcionamento, eles imitam ao máximo a natureza protegendo a terra com a produção de adubos naturais e cobertura a partir das próprias plantas cultivadas neste consórcio, logo, não é feito o uso de produtos químicos. Os SAF's não possuem um modelo específico. O essencial e intrínseco a eles é a produção de alimentos e produtos agroflorestais e, para isso, os agricultores pela observação e experimentação, aplicam os princípios agroecológicos da técnica e vão modelando conforme as condições ambientais e as necessidades de suas famílias.

A caracterização dos sistemas agroflorestais definida por autores como Paludo e Costabeber (2012), evidencia que a mesma é feita em conformidade com os aspectos funcionais e estruturais, sendo diferenciadas três categorias básicas: (i) os sistemas silviagrícolas (combinação de uma ou mais espécies florestais com culturas agrícolas anuais ou perenes); (ii) os sistemas silvipastoris (combinação de uma ou mais espécies arbóreas com pastagens e animais); (iii) e os sistemas agrossilvipastoris (associação de árvores ou arbustos com cultivos agrícolas e animais, geralmente de pequeno porte).

A respeito da estrutura física dos SAF's, ainda, alguns autores como Armando et al. (2002) discutem o desenho da Agrofloresta no espaço horizontal, ou seja, a distância

entre duas plantas medida pelo chão, e também no espaço vertical, uma vez que nesses sistemas as plantas crescendo lado a lado podem ocupar alturas diferentes, principalmente com o tempo, igualmente a uma floresta natural. Mas, os autores ressaltam que uma infinidade de desenhos diferentes pode ser concebida, reunindo as espécies de interesse econômico, social e cultural de cada território ou ecorregião.

Nessa conjuntura, as famílias agricultoras escolhem as espécies arbóreas nativas da região, as espécies vegetais agrícolas de seu interesse e também as espécies vegetais leguminosas (MARTINS, 2013). O indispensável e comum aos SAF's é que a distribuição no SAF seja feita de modo que espécies que tem porte de prover sombra e que também crescem rápido, sirvam de apoio para as espécies menores sem, no entanto, impedir que as mesmas recebam a luz do sol (SILVA et al., 2016), pois, a estrutura florestal também influencia a forma da incidência de luz (STEENBOCK E VEZZANI, 2013). Nestes aspectos, Abdo et al. (2008), enfatizam que as intervenções de manejo demandam conhecimento sobre as espécies exigindo observação e precisão por parte dos agricultores.

Outro aspecto fundamental consiste em compreender que os SAF's evoluem no tempo, obedecendo à uma ordem sequencial natural chamada de sucessão ecológica. Esse processo de sucessão opera ininterruptamente na natureza e cabe ao homem realizar o manejo coerente para favorecer esse sistema produtivo sustentável (ARMANDO et al., 2002).

2.3.2 Agroecologia

Ao longo da história de mais de 10 mil anos de agricultura, milhares de famílias camponesas organizaram diversos modos de trabalhar e viver em equilíbrio com a natureza. Esses modos de trabalho e vida camponeses são a base de práticas de conhecimentos milenares desenvolvidos pelas famílias no seu relacionamento com a natureza, que demonstram a capacidade de o ser humano satisfazer suas necessidades sem comprometer a continuidade da vida e satisfazer as necessidades das gerações futuras. Esses conhecimentos estão sendo sistematizados em uma ciência chamada Agroecologia (ARAÚJO et al., 2011).

Assim, a agroecologia surgiu na década de 1970, como forma de estabelecer uma base teórica para esses diferentes movimentos de agricultura não convencional. É uma ciência que busca o entendimento do funcionamento de agroecossistemas sustentáveis, bem como das diferentes interações presentes nestes, tendo como princípio a conservação e

a ampliação da biodiversidade dos sistemas agrícolas como base para produzir sustentabilidade (ASSIS, 2006).

A Agroecologia propõe alternativas para minimizar a artificialização do ambiente natural pela agricultura, para o que apresenta uma série de princípios e metodologias para estudar, analisar, dirigir, desenhar e avaliar agroecossistemas. Para tanto, ela se utiliza de um enfoque científico, o que lhe permite trabalhar no âmbito dos agroecossistemas e no desenvolvimento de sistemas agrícolas complexos e diversificados (ASSIS, 2006).

No mundo do trabalho científico foram gerados nos últimos 150 anos, importantes conhecimentos que definiram o Sistema Agroflorestal como sendo capaz de suscitar várias transformações, principalmente quando prima pela promoção dos princípios agroecológicos que são a base de uma ciência orientadora para a reconstrução ecológica da agricultura, passando a impulsionar esta prática revolucionária na base de produção e no modo de vida de famílias produtoras rurais (ARAÚJO et al., 2011).

De acordo com Barros Júnior (2010), é nesse ambiente que surgem movimentos que, ao questionarem o modelo implementado no Semiárido, buscam recuperar as práticas consideradas sustentáveis e assumem o desafio da transição ao modelo produtivo agroecológico, como princípio filosófico, político e cultural, e a partir das particularidades e potencialidades locais, buscam modificar suas realidades.

2.3.3 Princípios do Sistema Agroflorestal Agroecológico

Os sistemas agroflorestais denotam-se como uma técnica que compreende os cultivos consorciados de espécies arbóreas com culturas agrícolas e, dependendo, também animais. Quando comparados com os monocultivos, os sistemas agroflorestais tendem a apresentar menores custos de produção, pois utilizam o mínimo possível de insumos externos e não precisam utilizar agrotóxicos. Entre suas funcionalidades, além da produção para o cultivo agrícola para a sobrevivência de produtores rurais em pequenas propriedades, podem ser utilizados para a restauração florestal (MARTINS, 2013).

A implantação e o desenvolvimento da agrofloresta depende de alguns fatores essenciais, como (i) as observações do agricultor e da agricultora; (ii) o manejo; (iii) a compreensão de como a própria natureza recupera e recompõe a vegetação nativa; (iv) e a avaliação e planejamento da área a ser implantada. O processo de recuperação natural é lento, mas ele não só funciona como efetivamente recupera o solo, a vegetação e toda a vida daquele ambiente (SOUSA e SILVA, 2016).

Nomeadamente aos sistemas agroflorestais agroecológicos, de acordo com Barros Júnior (2010), estes constituem em sua essência a premissa do sistema agroflorestal, em que “agro” significa o cultivo de plantas e “florestal” significa florestas, ou seja, uma forma de cultivo que para a produção de alimentos com espécies florestais e, também, animais. E, além de tais funcionalidades, o sistema agroflorestal agroecológico distingue-se por sua capacidade de, além de produzir o alimento, atender aos quesitos da sustentabilidade, possuindo um caráter filosófico e sociológico.

Dentro dessa conjuntura que a sustentabilidade prima, o caráter filosófico dos sistemas produtivos agroflorestais agroecológicos diz respeito a uma alternativa para enfrentar os problemas crônicos de degradação ambiental generalizada e ainda reduzir o risco de perda de produção, o que está diretamente relacionado com os aspectos ecológicos e econômicos. A combinação desses fatores encaixa as agroflorestas no modelo de agricultura sustentável (THIES e MELO, 2013).

Quanto aos aspectos sociológicos, Born (2002) enfatiza a importância que comunidades rurais têm de servirem de transmissoras para a geração de meios e serviços necessários a uma qualidade de vida sadia e digna realizando trabalhos em prol da conservação do meio ambiente, e também, a fim de manter-se econômica e socialmente no campo utilizando e gerenciando adequadamente os recursos naturais em seus sistemas de produção.

2.3.4 O Sistema Agroflorestal Agroecológico em áreas degradadas

Ao refletir os princípios da agroecologia frente às características da produção familiar, é possível ver que a agroecologia se adapta facilmente à realidade de sistemas de organização familiar da produção agrícola na medida em que o sistema agroflorestal agroecológico interliga o uso sustentável dos recursos naturais e o combate à degradação ambiental (ASSIS, 2006).

Conforme Martins (2013), a condição de degradação do solo exige recorrer a técnicas de recuperação. Embora seja difícil de ser alcançada em algumas situações, devido à extrema degradação do solo, mas evidencia-se que o resgate através da revegetação de espécies nativas regionais é uma alternativa relevante, pois as mesmas são essenciais frente à condição de transformar uma superfície degradada em uma superfície com potencial orgânico. Neste sentido, o autor destaca uma funcionalidade essencial do sistema agroflorestal, cuja principal característica se refere à capacidade de transformar a cobertura

morta promovendo uma Biomassa, o que é alcançado através de todo um consórcio de espécies leguminosas, espécies vegetais nativas e agrícolas.

De acordo com Silva et al. (2010), exclusivamente no Bioma Caatinga, os processos de degradação se intensificam muito com o forte consumo de lenha proveniente do corte de sua vegetação nativa, podendo em muitos casos levar à desertificação. Mas, o mesmo também evidencia que a recuperação é possível utilizando-se de espécies predominantemente nativas da flora desse Bioma.

Outro fator diretamente relacionado à importância dos sistemas agroflorestais em áreas degradadas, refere-se ao controle de plantas daninhas. Segundo o manual da EMBRAPA (2017), um dos fatores mais importantes em áreas degradadas e com baixa resiliência, consiste no enfrentamento da competição com as gramíneas. Esse enfrentamento é determinante para a sobrevivência e o crescimento das mudas e, de igual maneira, para o desenvolvimento de espécies arbustivas e arbóreas nativas.

Ambos procedimentos, tanto o controle de plantas daninhas quanto a inserção de espécies vegetais nativas, são requisitos primordiais que são realizados desde a implantação de um sistema agroflorestal até o constante monitoramento do mesmo. Com isso, o efeito positivo de um sistema agroflorestal tem sua origem técnica já em seu processo de implantação e, com o passar do tempo, para além da diversificação da produção, acaba por se tornar uma oportunidade de restauração florestal e de transformação de ambientes degradados (BARROS JÚNIOR, 2010).

2.3.5 Produção agroecológica e acesso aos mercados

As dificuldades para a agricultura familiar ter acesso ao mercado e se manter nele, são históricas. A agricultura familiar não pode ser resumida à pequena produção e a ideia de sua inacessibilidade em relação aos grandes mercados também está ultrapassada. Apesar das limitações estruturais, a agricultura familiar brasileira demonstra possuir grande potencial econômico, necessitando exclusivamente de forte amparo e fortalecimento do Estado, elemento este, cuja influência foi fator decisivo no desenvolvimento do mercado agroalimentar de muitos países de capitalismo avançado (ABRAMOVAY, 2007).

Uma dificuldade que pesa muito e que pode ser um fator impeditivo no ingresso dos produtores rurais que vivem da agricultura familiar, ao mercado, foi identificado por Dias et al. (2015) e diz respeito à dependência de muitos insumos externos à produção de

alimentos. Nesta mesma abordagem, além de outras desigualdades como o acesso ao crédito rural, segundo Wilkinson (2008), a agricultura familiar e o agronegócio não atuam em igual vantagem no que diz respeito ao acesso ao mercado, ou seja, eles enfrentam empecilhos ao acesso precário ao mercado, como a baixa remuneração e o alto esforço produtivo junto à transferência dos produtos para atravessadores.

Mas, no Sertão do Pajeú, os agricultores familiares agroecológicos têm enfrentado essas dificuldades e barreiras em virtude do acesso que conseguiram a espaços particulares para a distribuição e venda destes produtos. Segundo Leão e Vital (2011), esse movimento de fácil observação diz respeito à criação das “feiras agroecológicas”, assessoradas principalmente por organizações não governamentais e atendidas por políticas públicas. Por meio delas, os produtores têm oportunidade de acesso a um modelo diferenciado das feiras livres convencionais, que são denominadas como feiras orgânicas ou espaços agroecológicos.

No nordeste brasileiro, estas experiências agroecológicas vêm aumentando com o passar do tempo e, por forte influência de trabalho de ONGs e dos movimentos sociais no campo (PARANHOS et al., 2007). O principal objetivo é levar as famílias a refletirem sobre o padrão de consumo alimentar a partir das experiências locais das feiras agroecológicas que combinam sustentabilidade ambiental, aumento na renda local e saúde para a população consumidora e, ainda, refletir sobre a sustentabilidade dos agrossistemas familiares em transição.

2.3.6 Sistema Agroflorestal Agroecológico e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável para fomento à fome zero e agricultura sustentável

Dentre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS, definidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) e projetados para guiar os países durante os próximos anos, o segundo objetivo contempla “Fome Zero e Agricultura Sustentável”, cuja meta é acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar, e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável. Destarte, um conjunto de metas foram determinadas pelas Nações Unidas a fim de que possam guiar países a modificarem e redirecionarem suas ações rumo à sustentabilidade, ou seja, um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade com o período de atuação até 2030 (IPEA, 2019). Em específico ao período corrente, destacam-se as metas:

- 2.1 Até 2030, acabar com a fome e garantir o acesso de todas as pessoas, em particular os pobres e pessoas em situações vulneráveis, incluindo crianças, a alimentos seguros, nutritivos e suficientes durante todo o ano.

- 2.2 Até 2030, acabar com todas as formas de desnutrição, incluindo atingir, até 2025, as metas acordadas internacionalmente sobre nanismo e caquexia em crianças menores de cinco anos de idade, e atender às necessidades nutricionais dos adolescentes, mulheres grávidas e lactantes e pessoas idosas.

- Até 2030, dobrar a produtividade agrícola e a renda dos pequenos produtores de alimentos, particularmente das mulheres, povos indígenas, agricultores familiares, pastores e pescadores, inclusive por meio de acesso seguro e igual à terra, outros recursos produtivos e insumos, conhecimento, serviços financeiros, mercados e oportunidades de agregação de valor e de emprego não agrícola.

- Até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo.

- 2.5 Até 2020, manter a diversidade genética de sementes, plantas cultivadas, animais de criação e domesticados e suas respectivas espécies selvagens, inclusive por meio de bancos de sementes e plantas diversificados e bem geridos em nível nacional, regional e internacional, e garantir o acesso e a repartição justa e equitativa dos benefícios decorrentes da utilização dos recursos genéticos e conhecimentos tradicionais associados, como acordado internacionalmente.

- 2.a Aumentar o investimento, inclusive via o reforço da cooperação internacional, em infraestrutura rural, pesquisa e extensão de serviços agrícolas, desenvolvimento de tecnologia, e os bancos de genes de plantas e animais, para aumentar a capacidade de produção agrícola nos países em desenvolvimento, em particular nos países menos desenvolvidos.

- 2.b Corrigir e prevenir as restrições ao comércio e distorções nos mercados agrícolas mundiais, incluindo a eliminação paralela de todas as formas de subsídios à exportação e todas as medidas de exportação com efeito equivalente.

o 2.c Adotar medidas para garantir o funcionamento adequado dos mercados de commodities de alimentos e seus derivados, e facilitar o acesso oportuno à informação de mercado, inclusive sobre as reservas de alimentos, a fim de ajudar a limitar a volatilidade extrema dos preços dos alimentos.

Ante os objetivos, de acordo com Favareto (2018), o segundo objetivo “Fome Zero e Agricultura Sustentável” constitui um elo entre segurança alimentar, agricultura sustentável e estratégias, acerca do qual enfatiza-se que:

a. Segurança Alimentar: alimentos saudáveis e nutritivos.

- Envolve aspectos de produção, acesso (mercados e poder aquisitivo), qualidade.

b. Agricultura Sustentável:

- Baixo uso de insumos externos;
- Adequados ambientalmente;
- Manutenção da produtividade do solo para a atual e futuras gerações;
- Exemplos: sistemas agroflorestais, agricultura orgânica.

c. Estratégias:

- Formas associativas de produção, distribuição e compra – Cooperativas;
- Acesso de Produtores familiares e agroecológicos em canais de comercialização locais, feiras;
- Beneficiamento de produtos e valorização.

Aqui, cita-se o Sistema Agroflorestal de base agroecológica como um sistema produtivo que congrega o alcance de vantagens relacionadas aos objetivos e estratégias apresentados. Diversos autores assim concordam e, em maior parte, por meio de experiências, que os SAF's propiciam segurança alimentar e agricultura sustentável, acesso ao mercado e preços justos, entre outras, (CAPORAL, 2009; CAPORAL e AZEVEDO, 2011; VARGAS et al., 2013; LEAL et al., 2021).

Em conformidade com estes autores, a agricultura é uma das atividades humanas de maior potencial de alcance dos objetivos de desenvolvimento sustentável, uma vez que diz respeito a um setor que se conecta diretamente com alimentos, energia, meio ambiente e muito trabalho humano, com maiores chances de reduzir a pobreza no mundo. Além disso, quando abordados os ODS e a agricultura, objetiva-se com o cumprimento das metas

associadas a esta atividade reduzir expressivamente os impactos das mudanças climáticas e preservar os recursos naturais.

2.3.7 Sistema Agroflorestal e o enfrentamento à crise climática

O documento “Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável” discute a ação em áreas de importância crucial para a humanidade e para o planeta nos próximos anos até 2030. Na apresentação voltada ao “planeta”, a abordagem realça a determinação a proteger o planeta da degradação, por meio do consumo e da produção sustentáveis, da gestão sustentável dos seus recursos naturais e de medidas urgentes para combater a mudança do clima, para que possa atender as necessidades das gerações presentes e futuras (ONU, 2015).

Segundo a ONU (2015), o documento também discute que “no nosso mundo de hoje”, os impactos da mudança do clima estão afetando a sobrevivência de muitas sociedades, bem como dos sistemas biológicos do planeta, colocando-os em risco. Além disso, por decorrência dos próprios efeitos adversos, a capacidade de todos os países em alcançar o desenvolvimento sustentável é comprometida. Ainda, na apresentação sobre “a nova Agenda”, instrumento que anuncia 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, o Objetivo 2 indica a agricultura sustentável como o caminho para acabar com a pobreza.

No documento “Roteiro para a Localização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Implementação e Acompanhamento no nível subnacional”, a mudança climática global é abordada no Objetivo 13 - “Ação contra a mudança global do clima” associando com outros Objetivos, notoriamente no que concerne a tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos. Associando ao Objetivo 4 - “Educação de qualidade”, faz-se referência à educação em mudança do clima e desenvolvimento sustentável. Não obstante, o documento também faz menção à necessidade de adotar políticas e estratégias que integrem medidas da mudança do clima (ONU, 2016).

É reconhecido que mundialmente torna-se urgente a criação de políticas que oportunizem a concretização e o alcance dos pressupostos da agenda 2030. Particularmente à discussão, acerca das políticas de combate aos eventos climáticos extremos, tanto a nível internacional quanto aos níveis nacionais. De acordo com Rittl (2012), o arcabouço de políticas requer o apoio político para implementação, ou seja, reque uma governança clara e integrada entre Governos federal, estaduais e locais, tendo a Ciência no centro da tomada de decisões em todos os setores e na articulação entre setores, além da sociedade. Em meio

a tais colocações, segundo Altieri (2012), os SAF's, além de propiciarem o redesenho dos agroecossistemas com diversidades de espécies vegetais, também concorre para a diminuição dos impactos ambientais e para a recuperação das funções do ecossistema.

De acordo com Torres et al. (2014), os SAF's são ferramentas integrantes das políticas públicas brasileira para mudanças climáticas, que visam à mitigação das emissões desses gases, haja vista a relevância e o potencial desses sistemas na estocagem de carbono na superfície terrestre e sua contribuição na minimização das mudanças climáticas. Em razão disso, é preciso avaliar o seu potencial de estocagem de carbono, de forma a balizar políticas públicas de incentivo às atividades.

De acordo com Armando et al. (2002), os SAF's são um sistema que podem associar um grande número de árvores e arbustos jovens em rápido crescimento. Essa característica, por sua vez, é a situação ideal a almejar-se com o manejo, pois nela há melhor aproveitamento da energia radiante do sol pela fotossíntese e máxima captura de carbono da atmosfera, o que contribui para reduzir o aquecimento global.

Ao avaliarem, por meio de correlações, o estoque de carbono da Biomassa em aérea de sistemas agroflorestais de diferentes idades e composições vegetais, obtiveram as melhores correlações tanto em sistemas agroflorestais jovens quanto em sistemas mais antigos (BOLFE et al., 2012).

Em conformidade com Carvajal-Agudelo e Andrade (2020), a mudança climática causada pelo aumento da concentração de gases de efeito estufa, gera alterações no clima do planeta e um aumento na temperatura média global, afetando os padrões de precipitação. Nesse contexto, dentre os usos da terra que oferecem o serviço ecossistêmico de captura de carbono estão os sistemas de produção com associação de florestas, sobre os quais os autores realizaram pesquisas e constataram que mudanças potenciais dos usos da terra implicam em ganho de carbono, enquanto que mudanças opostas como o desmatamento representam emissões de CO². Sobre estas constatações, referiram que os resultados são chaves para orientar políticas e projetos de captura de carbono.

Os SAF's já compõem as estratégias das políticas públicas brasileiras e, embora caminhemos cada vez mais conhecendo o potencial desses sistemas no tocante à estocagem de carbono, a realidade ainda é caracterizada por fragilidade das destinadas a subsidiar a implantação e o monitoramento dos sistemas agroflorestais no Brasil. A própria agricultura familiar sofre, por parte dos Governos, a carência de políticas públicas, especialmente na agroecologia. Em muitos casos, entidades como ONG's e algumas delas com apoio

internacional, é que atuam com programas, projetos e ações, conforme Ramos e Maule Filho (2016).

2.4 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO APLICADA

2.4.1 Transdisciplinaridade e ciência na contemporaneidade

Segundo Raynaut (2011), estamos num momento de reconstrução radical que apela por novos paradigmas, novas categorias de pensamento, novas metodologias de pesquisa e novas formas de disseminar a informação.

De acordo com Morin e Moigne (2000) para promover uma nova transdisciplinaridade precisamos de um paradigma de complexidade que, decerto, permita distinguir, separar, opor, e, portanto, dividir relativamente esses domínios científicos, mas que possa fazê-los se comunicarem sem operar a redução, ou seja, que separe e associe sem os reduzir às unidades elementares.

Segundo Leff (2011), a transdisciplinaridade é a transgressão da disciplinaridade, do saber codificado para apreender. Todo saber não científico como externo e estranho, como patológico, como "não conhecimento" que foi erradicado da ciência normal, leva a transdisciplinaridade a questionar o logocentrismo e a configuração paradigmática do conhecimento.

Em meio a esta abordagem, alguns conceitos conjuntos congregam e incorporam ao entendimento. Destarte, a interdisciplinaridade busca uma visão mais ampla do que aquela que se tem em uma disciplina ou em um conhecimento possibilitando, assim, a interseção de conhecimentos e uma melhor compreensão a respeito das temáticas. De acordo com Fazenda (2013), a interdisciplinaridade possibilita a ampliação das percepções sobre a relação complexa entre os objetos de estudo sem excluir a organização disciplinar.

Segundo Krambeck (2022), uma das condições epistêmicas do transdisciplinar é a concretização disciplinar, ou seja, a partir das teorias das mais diversas disciplinas suscita-se uma postura construtiva transdisciplinar.

No contexto de uma pesquisa transdisciplinar diante de um tema, uma questão ou uma situação objeto de pesquisa, se admitam a incompletude e os limites da própria disciplina e do pesquisador ou da equipe, e que essa admissão esteja afiada pela dúvida, a humildade científica e o estar aberto para aquilo do que se tem carência e se pode compartilhar (HERRÁN, 2013).

Muitas questões a serem abordadas são de natureza prática e metodológica, e requerem uma reflexão teórica sólida. O desafio identificado, aqui, consiste na busca por novas formas de produção do conhecimento, em achar soluções que não conduzam a uma piora das condições de vida incluindo os desdobramentos sociais, econômicos, culturais e ambientais (PHILIPPI JÚNIOR e NETO, 2011).

A questão ambiental é uma das temáticas mais mobilizadoras das últimas décadas quando o cerne da abordagem científica busca uma nova relação sustentável, durável, entre os seres humanos e seu ambiente, e acima de tudo quando o desenvolvimento sustentável incorpora a relação do homem com o meio ambiente. Conquanto, ressalta-se que muita coisa é resultado da ação dos seres humanos e aos seus projetos e desejos, o meio ambiente encontra-se submetido (SILVA, 2008).

O grande desafio contemporâneo se resume em pensar as relações/convivência do ser humano com a natureza, com relação às várias formas de pensamento e entre as várias representações que as sociedades se estruturam, em outras palavras, as muitas culturas e as diversas visões do ser humano e do mundo (RAYNAUT, 2011).

Quando se trata pesquisas sobre mudança climática, população e meio ambiente, ou de assuntos em espaços internacionais, regionais, urbanos e rurais, o que se constata é que falta maior correlação entre esses temas. A transdisciplinaridade ante os temas atuais é uma perspectiva promissora, uma vez que pode incorporar os avanços técnicos e metodológicos ajudando a enfrentar a complexidade dessas questões (MATOS, 2011).

A transdisciplinaridade é uma nova abordagem científica e cultural, uma nova forma de ver e entender a natureza, a vida e a humanidade. Mas, a atitude transdisciplinar acompanha o homem desde a sua origem. Ela busca a unidade do conhecimento para encontrar um sentido para a existência do Universo, da vida e da espécie humana, e se apoia em três eixos (SANTOS, 2005):

i. Considerar vários níveis de realidade: na relação das partes com o todo, a articulação é que faz a diferença. A transdisciplinaridade é a tentativa de construção de uma conceituação multidimensional, considerando vários níveis de realidade. Ela considera a vida existe na relação com o meio ambiente, com o todo;

ii. Trabalhar com a lógica do Terceiro Termo Incluído: o cruzamento de diferentes olhares constrói um sistema coerente que nos permite compreender os fenômenos. A transdisciplinaridade transgride as fronteiras epistemológicas de cada

ciência disciplinar e constrói um novo conhecimento, através das ciências, que resgata as relações de interdependência. É um conhecimento integrado em função da humanidade, pois a vida se constitui nas relações mantidas pelo indivíduo com o meio ambiente.

iii. Abranger a visão da complexidade dos fenômenos: a vida se manifesta na complexidade das relações que são estudadas separadamente pelas ciências, mas, a interdependência é um princípio que sustenta a vida nesse planeta e é preciso reconhecer a complexidade intrínseca aos fenômenos. O compartilhamento universal do conhecimento não poderá ocorrer sem que seja apoiado no sentimento de tolerância e abertura e estes, por sua vez, são duas atitudes imprescindíveis no diálogo entre os diferentes saberes, as diferentes culturas, as diferentes teorias e os diferentes modos individuais de ser.

2.4.2 O papel da tecnologia da informação no contexto transdisciplinar

Muito antes aos autores que aqui discutiram sobre interdisciplinaridade, Ayres (1997) fez menção a esta elucidando a integração de diversas ciências relacionadas a um dado campo de aplicação do conhecimento, sem substituição ou subordinação, mas sim, com a unificação de necessidades e possibilidades em um novo patamar.

Em face da natureza complexa dos problemas com os quais o cientista contemporâneo se encontra, faz-se necessário uma nova postura intelectual sobre o modo de se produzir o conhecimento. É através dos instrumentos conceituais e metodológicos que a ciência pode descrever a realidade e, então, construir um projeto de prática concreta da interdisciplinaridade (RAYNAUT, 2011).

Segundo Domingues (2001) in Bicalho e Oliveira (2005), as alterações promovidas no modo de pensar e de agir de cientistas, promovem uma reorganização do saber que ultrapassa a autonomia, a linguagem, as técnicas e as teorias próprias de cada disciplina, rumo a atitudes que estariam centradas na articulação e unificação do conhecimento, respeitando-se a diversidade dos conteúdos e das especialidades.

Conforme Simão e Silvino (2020), a metodologia transdisciplinaridade tem esse aspecto, pois nela não há tempos e nem espaços culturais privilegiados, mas está além das fronteiras da disciplinaridade contemplando a totalidade do conhecimento e sendo uma grande ferramenta para o processo de ensino e aprendizagem.

A citação de Oliveira (2006) sobre o espaço onde se insere a agricultura familiar, o Semiárido brasileiro, com características bem particulares (predomínio do Bioma

Caatinga), e que necessita de estudos e pesquisas que sistematizem os processos de desenvolvimento de tecnologias sustentáveis a fim de favorecer a melhoria da qualidade de vida numa perspectiva da sustentabilidade, tem harmonia com a citação de Raynaut (2011), que fez menção aos instrumentos conceituais e metodológicos possibilitarem a ciência descrever a realidade, bem como os autores Philippi Júnior e Neto (2011), os quais fizeram referência acerca de novas formas de construção do conhecimento.

O modo como o homem tem se relacionado com a natureza, em um contexto histórico, ocasiona o surgimento de novos questionamentos na contemporaneidade, levando a desafios teóricos, práticos e metodológicos. Essa questão é fortemente abordada por Raynaut (2011), o qual nos deixa esclarecidos de que a ciência e a técnica têm responsabilidades e papéis essenciais para enfrentar os novos desafios.

Para resolver os problemas da atualidade, notadamente os problemas ambientais, é preciso articular diferentes conhecimentos e ao mesmo tempo unificá-los, em razão maior de resolver problemas que por natureza são de caráter dinâmico e, conforme expressamente nomeado por Morin (1977), é necessária uma “reforma do pensamento” para que a prática transdisciplinar seja uma solução. Não obstante, isto requer uma percepção e consciência do real.

Aqui, ganha notoriedade a Tecnologia da Informação que, enraizada na Ciência da Informação, tem participação ativa na evolução da sociedade, além da sua natureza de ser um campo que se realiza em vários círculos científicos (AYRES, 1997). Ainda, por ser um instrumento de potencial distinto com o objetivo maior de reivindicar novas formas de construção do conhecimento a fim de reintegrar o ser humano com o meio ambiente (PHILIPPI JÚNIOR e NETO, 2011), considera-se que a mesma pode ser utilizada como um instrumento no processo de construção do conhecimento sobre SAF's agroecológicos.

2.4.3 Teoria geral dos sistemas

Um dos principais teóricos a compor a pesquisa sobre a Teoria Geral dos Sistemas foi Ludwig Von Bertalanffy, em meados da década de 1920, tendo sido inicialmente enunciada e definida pelo autor em 1947 sob o título de “Teoria geral dos sistemas”. Nesse percurso histórico, estudos antigos entre 1950 e 1968 é que possibilitaram a teoria se manter, bem como definir orientações para a sua aplicabilidade de forma que, principalmente na contemporaneidade, tornou-se um importante campo de pesquisa e aplicação (BERTALANFFY, 1968).

A definição de Oliveira (2002) caracteriza o sistema como um conjunto de partes interagentes e interdependentes que, conjuntamente, formam um todo unitário com determinado objetivo e efetuam determinada função.

Diante disso, na sociedade contemporânea, somos forçados a tratar com complexos, com “totalidades” ou “sistemas” em todos os campos do conhecimento. A pesquisa dos sistemas pode fornecer uma base de uma estrutura mais capaz de fazer justiça às complexidades e propriedades dinâmicas de um sistema real. O campo da análise de sistemas busca oferecer uma nova compreensão do mundo ao esclarecer as complexidades de um dado problema ou experimento (BERTALANFFY, 1973).

2.4.3.1 Modelos sistêmicos

A tecnologia da informação foi levada a pensar em termos de “sistemas” e para tanto, tornou-se necessário um “enfoque sistêmico”. Neste enfoque os fatores essenciais, isto é, os elementos constituintes de um sistema total são considerados e avaliados como componentes interdependentes (MANNING, 1967).

Quando um problema é tratado segundo o enfoque sistêmico, para se alcançar os meios e modos de realizar um certo objetivo requer que o especialista de sistemas examine as soluções possíveis e escolha aquela que representa o caráter mais eficiente, perante uma rede tremendamente complexa de interações. A teoria geral dos sistemas afirma que os modelos sistêmicos auxiliam no estudo de sistemas complexos e organizados e são um método científico para abordar o estudo da interação de um número grande de elementos e processos (BERTALANFFY, 1973).

2.4.3.2 Modelagem conceitual

A Unified Modeling Language - UML, ou Linguagem de Modelagem Unificada é um padrão de linguagem universal para visualizar, especificar, construir e documentar os elementos, os processos e as interações de um sistema. Trata-se de uma técnica caracterizada por sua simplicidade e expressividade, o que possibilita que usuários comuns entendam efetivamente problemas complexos do mundo real através de domínios de aplicação conceitual (BOOCH et al., 2000).

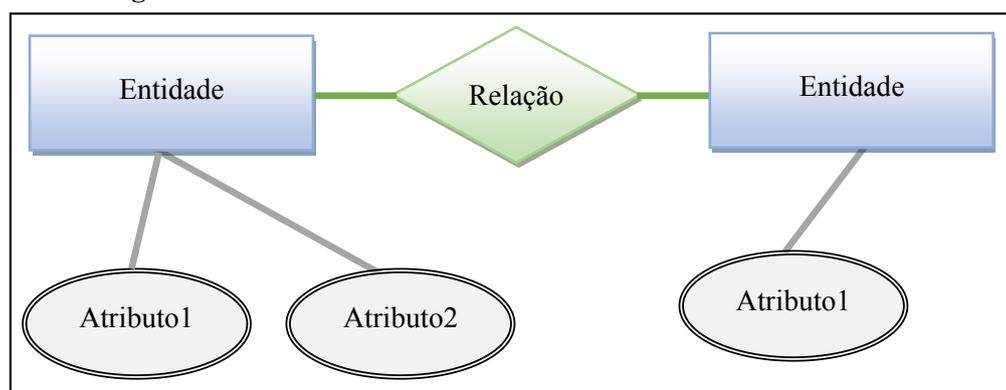
Os idealizadores desta linguagem Booch et al. (2012), a definem como sendo mais que um conjunto de símbolos gráficos, ou seja, ela é utilizada para construir modelos que

expliquem as características ou o comportamento de um sistema, contribuindo na identificação das características e funções que ele representa (GUEDES, 2014).

Dentre esses domínios, a abordagem Entidade-Relacionamento é um modelo conceitual de alto nível, o que significa dizer que é projetado para ser compreensível a usuários comuns e tem como peculiaridade funcional a modelagem da organização e da estruturação de sistemas do mundo real. Tal modelagem diz respeito à especificação dos principais elementos que constituem um sistema, a especificação das características a eles associadas, e a identificação das conexões entre os vários elementos, tornando possível com isso a explicação de processos complexos (PAULA FILHO, 2001). A saber que um modelo conceitual é construído por meio da modelagem de dados, a representação de um modelo de dados é chamada de esquema/estrutura. Os termos técnicos do modelo são definidos adiante e ilustrados na Figura 1.

- Entidade: é um elemento do mundo real que se distingue de outros.
- Relação: corresponde ao relacionamento que existe entre as entidades.
- Atributos: representam os principais requisitos/caraterísticas de uma entidade.

Figura 1 – Elementos técnicos do Modelo Entidade-Relacionamento.



Fonte: elaborado pela Autora, 2020.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização da unidade de análise

A unidade de análise teve por base áreas de SAF's agroecológicos que estão inseridos na região do Semiárido brasileiro e mais precisamente na microrregião do Sertão do Pajeú, em diferentes nichos dentro do Bioma Caatinga, apresentando uma dinâmica diferenciada quanto ao tempo de existência, espécies introduzidas, tipologia de solos,

manejo da família agricultora e grau de degradação das áreas (no tocante ao momento de implantação em cada uma das regiões fisiográficas), onde são conduzidos.

Em comum, além do Bioma, a característica familiar da agricultura praticada, o acompanhamento ao longo dos anos por Técnicos das ONG's ADESSU Baixa Verde, CECOR, Centro SABIÁ e DIACONIA, que se dedicaram e ainda se dedicam ao resgate agroecológico das áreas manejadas, cujo tempo de atuação na região e de acompanhamento das famílias no manejo agroflorestal gira em torno de 25 anos.

Ao longo do tempo as terras das diferentes áreas nessa região do Sertão do Pajeú foram utilizadas com base em práticas degradantes, seja na condução das espécies agrícolas e/ou no manejo da criação de animais, o que levou e leva ao esgotamento e empobrecimento do solo, à perda da capacidade de reter e armazenar água por parte destes solos e conseqüentemente, a uma queda expressiva do potencial produtivo dos cultivos ali realizados, como, aliás, ocorre em todo o Semiárido brasileiro.

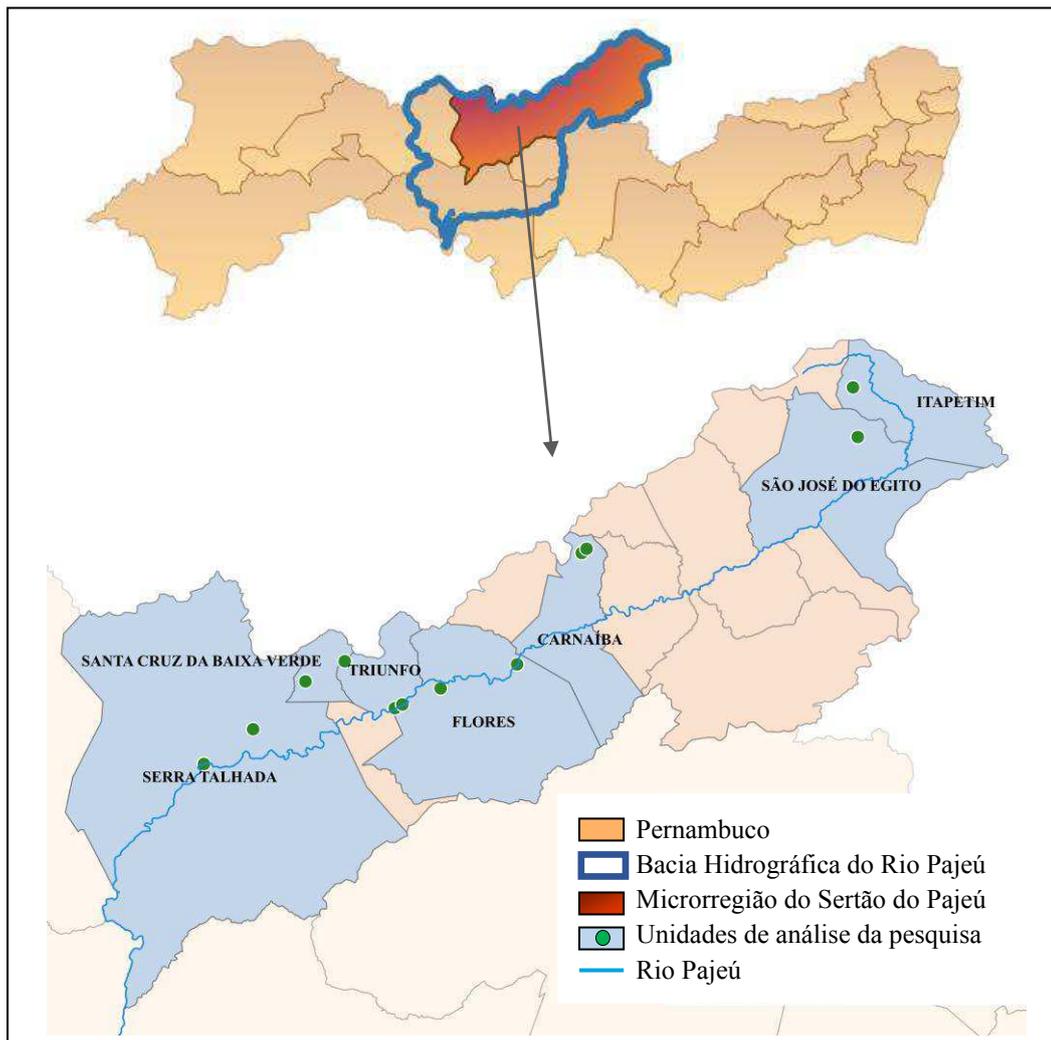
Assim, a partir do trabalho de diversas entidades sediadas nesta região, procurou-se validar alternativas em busca de um manejo sustentável, objetivando-se resgatar os atributos naturais e de fertilidade das áreas agrícolas para atender às necessidades das famílias agricultoras que ali vivem e trabalham. Acerca dessa realidade foram implantados e estão em cultivo diversos SAF's agroecológicos, os quais buscam resgatar a sustentabilidade dos ecossistemas e da produção de alimentos e que vem caracterizando-se como um caminho nas pretensões de reconstituir e preservar o meio ambiente nessa região do Semiárido brasileiro.

3.1.1 Localização das áreas experimentais

Os 12 SAF's estudados nessa pesquisa, contemplaram sete áreas distintas localizadas no Sertão do Pajeú, nas áreas rurais dos municípios Carnaíba, Flores, Itapetim, Santa Cruz da Baixa Verde, São José do Egito, Serra Talhada e Triunfo), em Pernambuco.

A partir destas áreas agroflorestais foi possível construir modelos sistêmicos que refletem aspectos das experiências tecnológicas, ambientais e sociais de SAF's agroecológicos implantados em diferentes tempos e cujos processos de manejo e gestão já estão em condução. A Figura 2 exhibe a representação dos municípios onde os SAF's agroecológicos foram implantados, bem como a representação geoespacial desses sistemas.

Figura 2 – Localização da Microrregião do Sertão do Pajeú - Sertão Central de Pernambuco e das unidades de análises onde os SAF's estão implantados.



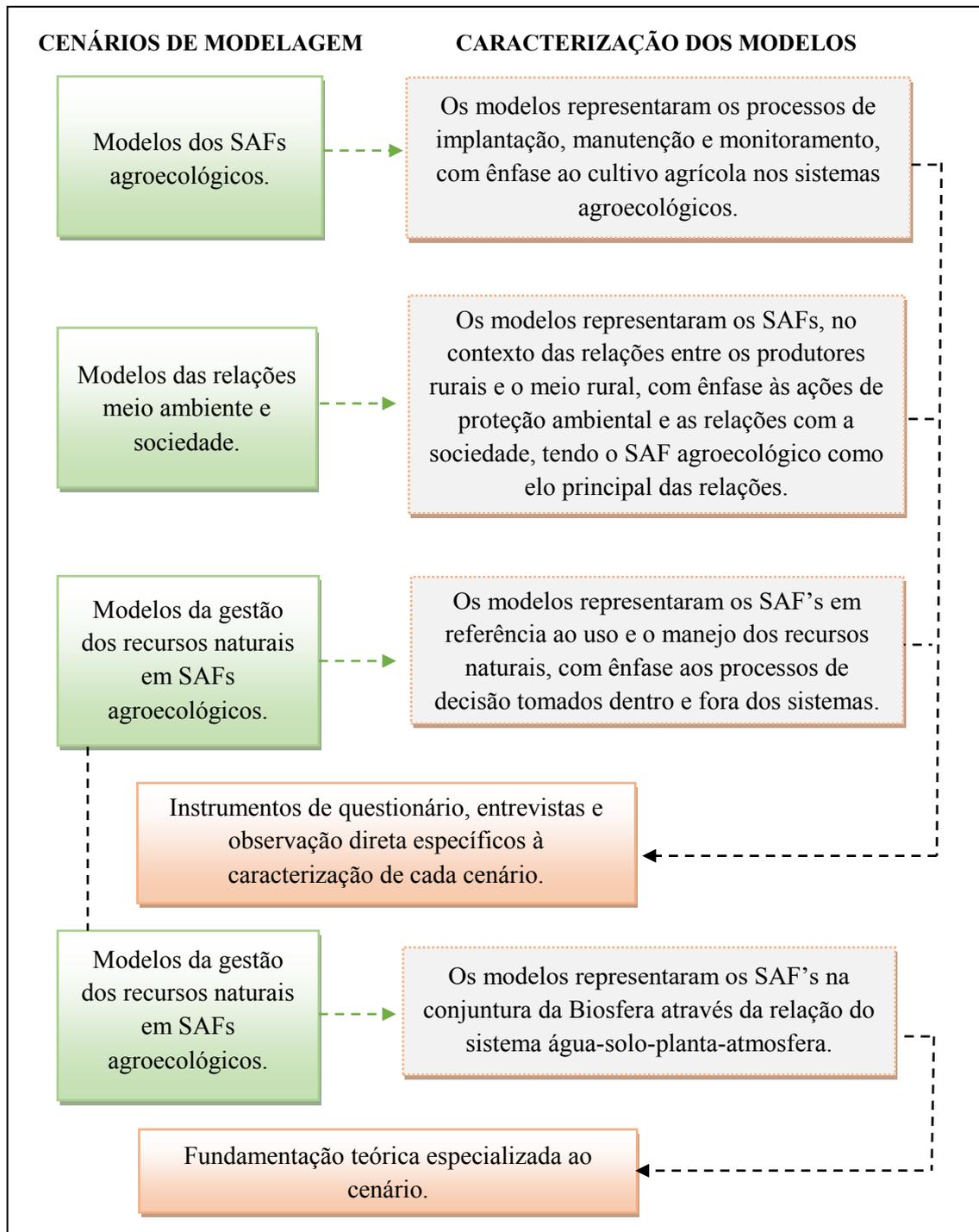
Fonte: elaborado pela Autora, 2022.

3.1.2 Modelo analítico

O modelo analítico é uma representação simplificada do modelo estrutural e compreendeu a metodologia específica ao objeto de estudo, por sua vez, aplicada aos Capítulos II, III, e IV, os quais, de forma independente, complementam o modelo analítico com os seus modelos próprios, ou seja, os modelos estruturais. Assim, o modelo analítico representou os cenários de modelagem sobre o qual os modelos conceituais (Modelo Entidade-Relacionamento) foram criados, estando eles em harmonia com os objetivos da pesquisa. Adiante, a Figura 3 ilustra os cenários de modelos, bem como a caracterização da composição técnica de cada um deles, enfatizando-se que todos os modelos representaram cenários estruturais compostos de elementos, características e relacionamentos, ou seja, a estrutura técnica que compõe o MER.

Ante isso, o modelo analítico constituiu três cenários de modelagem que abordam assuntos específicos e inerentemente relacionados aos SAFs agroecológicos, contemplando em uma perspectiva geral os seguintes aspectos: (i) SAFs agroecológicos; (ii) SAFs agroecológicos na conjuntura do agricultor familiar, do meio ambiente e da sociedade; (iii) SAFs agroecológicos na conjuntura da gestão dos recursos naturais e na Biosfera.

Figura 3 – Modelo analítico.



Fonte: elaborado pela Autora, 2020.

3.2 MÉTODO

Nesta pesquisa criou-se a modelagem de cenários unificados de SAF's com representação das atividades, os processos e os relacionamentos interdependentes entre si. Para tanto, se fez necessário investigar SAF's em distintas realidades para, fundamentado em um conjunto de dados e informações de natureza qualitativa e quantitativa, elaborar os modelos conceituais.

Ante isso, configurando-se a pesquisa com natureza Qualiquantitativa, as quais se complementam e permitem um melhor entendimento dos fenômenos em estudo, o método teve seu basilar em Pereira et al. (2018). Destarte, constituiu maiormente em sua essência a orientação qualitativa, haja vista que, em conformidade com os autores, os dados coletados foram preferencialmente descritivos e, por sua vez, possibilitaram compreender tais questões.

Considerando-se a maior complementariedade de dados qualitativos, destaca-se também, em conformidade com Gil (2008), que a natureza qualitativa descreve as características de uma determinada população, fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Portanto, quanto à forma de abordagem do problema, o procedimento predominante assumiu a forma de um levantamento por meio do uso de técnicas padronizadas de coleta de dados como o questionário semiestruturado.

Ademais, à face do exposto, a fim de conseguir descrever as características dos SAF's agroecológicos e dos elementos abordados segundo os cenários modelados, a pesquisa também foi norteadada pela abordagem Ex-Post-Facto a qual teve como procedimento entrevistas e observação sistemática e, de acordo com Prodanov e Freitas (2013), consiste em conhecer o comportamento por meio de interrogação direta buscando saber os possíveis relacionamentos entre as variáveis e tentar entender e explicar o fenômeno.

A complementar, considerando-se a importância e o valor de validar algumas questões com maior profundidade, o estudo também abrangeu aspectos de cunho quantitativo. Em referência a este, segundo Pereira et al. (2018), é reconhecido que na pesquisa aplicou-se a coleta de dados quantitativos ou numéricos sobre a qual alguns dados puderam ser analisados por meio de técnicas matemáticas, como o processamento de dados levantados e a execução de algoritmos que geraram os dados finais, estatísticas e porcentagens.

Notadamente aos fins da pesquisa, a mesma se classifica como **exploratória**, na medida em que procura aprofundar os conhecimentos sobre um problema ainda pouco explorado (GIL, 2008). Assim, a pesquisa aplicou o **método descritivo** cuja abordagem na coleta de dados buscou apresentar fatos e informações com o propósito, primeiro, de descrever as características dos SAF's, associadamente ao **método analítico**, que procurou parar para comparar, analisar e explicar o que ocorre nos mesmos.

3.3 ETAPAS DA PESQUISA

A pesquisa foi executada seguindo-se as etapas de revisão de literatura, levantamento de dados primários e secundários, e a intersecção com o aporte teórico, bem como duas etapas de análise prescritas pela Engenharia de Sistemas - análise de requisitos e a especificação - aplicadas ao objeto de estudo, os SAF's agroecológicos:

a. Revisão de Literatura: esta etapa consistiu em uma pesquisa bibliográfica que contemplou trabalhos de vários autores que abordam a área do conhecimento que a presente pesquisa investigou. Trata-se da etapa que subsidiou os conhecimentos essenciais para a construção do referencial teórico.

b. Levantamento de dados e intersecção de dados: consistiu no levantamento de dados primários e secundários, e na posterior intersecção dos mesmos a fim de obter um conjunto mais robusto de dados para melhor explicar o fenômeno pesquisado.

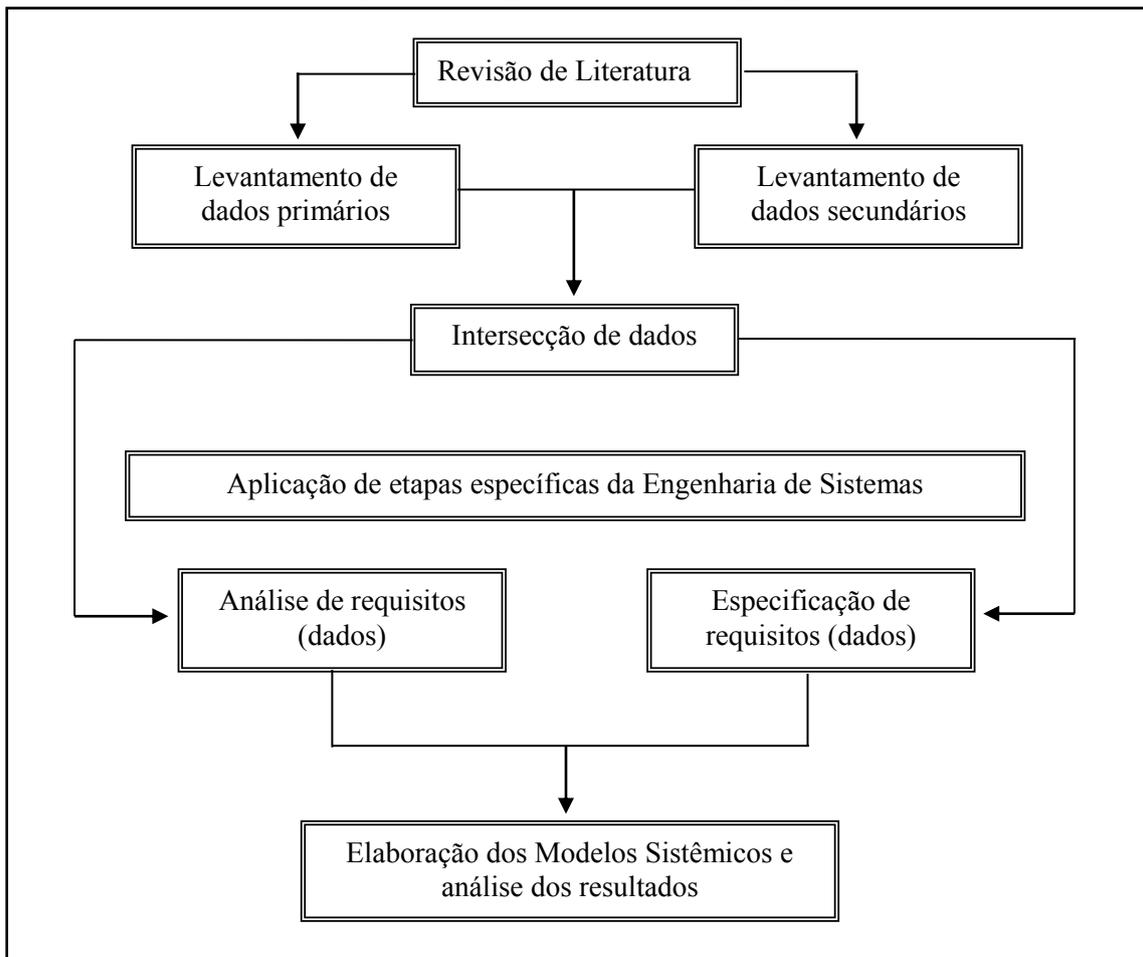
c. Análise de requisitos: consistiu na identificação dos requisitos (principais características) que constituem os cenários a serem modelados. Ressalta-se que esta etapa dependeu da etapa de levantamento de dados, na qual foi crucial a assessoria de um profissional da Ciências Agrárias para subsidiar o levantamento seguro dos requisitos ligados ao viés agrônômico (solos, tratos culturais, manejo de plantas, entre outros) e assim identificar e apropriar indicativos preciosos e representativos da realidade estudada e, com isso, alcançar os objetivos.

d. Especificação de requisitos: essa etapa foi realizada após o processo de análise de requisitos e consistiu no processo de especificação dos requisitos essenciais para a posterior modelagem. A especificação é um procedimento muito cuidadoso pois é a descrição sistemática e abstrata do que o sistema real representa. Em outras palavras, essa etapa resume-se à elaboração propriamente dita dos modelos empíricos, isto é, os modelos conceituais sistêmicos.

e. **Elaboração dos Modelos Sistêmicos e análise dos resultados:** equivalente à efetiva elaboração dos modelos sistêmicos, isto é, à aplicação da Modelagem Conceitual, através da UML, concretizada a partir do Modelo Entidade e Relacionamento e, sucessivamente, da análise dos modelos criados.

As etapas são ilustradas na Figura 4, a seguir:

Figura 4 – Etapas de execução da pesquisa.



Fonte: elaborado pela Autora, 2020.

3.4 NATUREZA E FONTE DOS DADOS:

3.4.1 Coleta de dados e procedimentos metodológicos

3.4.1.1 Dados primários

Foram utilizados dados primários oriundos das aplicações do instrumento de questionário e dos procedimentos de entrevista e observação direta obtidos por meio do desenvolvimento de uma pesquisa de campo diretamente nas Unidades Agroflorestais

Agroecológicas selecionadas para o estudo, a fim alcançar a construção de modelos que congreguem informações da evolução de um SAF, desde a implantação até o manejo das condições atuais desses sistemas produtivos.

Entendendo que não é possível dar conta do conjunto de questões que poderiam ser avaliadas mas que, de alguma forma, teria que provocar o aparecimento das mesmas e, acima de tudo, em vista de construir modelos unificados, se fez necessário a ampliação das consultas periódicas dirigidas a profissionais da área de Ciências Agrárias para complementação técnica deste levantamento e dos requisitos necessários.

3.4.1.2 Dados secundários

Os modelos conceituais exigem uma interconexão entre o que a teoria apresenta e o que a realidade mostra. Por essa razão, a elaboração dos modelos também requereu a consulta à base de relatórios de experiências de SAF's agroecológicos, independentes da sua fase de desenvolvimento.

Assim, também foram utilizados dados secundários advindos de pesquisa documental como base em relatórios, estudos e diagnósticos de áreas. Todos estes provenientes de monitoramentos realizados em áreas agroflorestais já acompanhadas e que foram solicitados às instituições que atuam nessas áreas, a fim de identificar os principais processos inter-relacionados e que constituem um banco de dados com a memória das intervenções produtivas e ambientais já executadas ou em curso.

3.5 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados refere-se ao exame dos dados obtidos em questionários, entrevistas/depoimentos e observação direta. Aspirando o alcance dos objetivos propostos nesta pesquisa, os instrumentos para a análise dos dados respaldaram-se na *análise do conteúdo* e na *análise do discurso*.

A análise do conteúdo é definida, segundo Bardin (2011), como um método de categorias que permite a classificação dos componentes. Trata-se de uma análise de significados por constituir-se de uma descrição objetiva do conteúdo extraído das comunicações e sua respectiva interpretação. Ainda, a análise do conteúdo possui como características a análise focada em temática e o foco em mensagens/comunicações.

A aplicação deste método se dá em conformidade com os dados da pesquisa obtidos por meio do instrumento de levantamento de dados, o questionário, ao qual foi aplicada a análise focada em temática a fim de se obter uma melhor organização dos dados, ou seja, uma categorização objetiva. E, quanto aos dados obtidos por meio do instrumento de entrevista e por meio do instrumento de observação direta, foi aplicada a análise com foco em mensagens/comunicações. À vista disso, Bardin (2011) apresenta três etapas que estabelecem o método e subsidiam a análise do conteúdo, sendo elas as seguintes:

i. Pré-análise

A pré-análise é a primeira etapa que a autora apresenta para a organização da análise de conteúdo e é a fase em que se organiza o material a ser analisado com o objetivo de sistematizar as ideias iniciais e torná-lo operacional. Esta etapa acontece posteriormente à coleta dos dados, ou seja, é quando se inicia a organização do material a fim de identificar o que já existe de disponível e o que ainda precisa ser coletado. À esta etapa procedem quatro atividades, sendo elas as seguintes:

(i) *Leitura flutuante do material*: corresponde ao estabelecimento de contato com os documentos da coleta de dados para elucidar do que se trata;

(ii) *Escolha dos documentos que serão analisados*: consiste na seleção do que será analisado;

(iii) *Formulação das hipóteses e dos objetivos*: um estudo a partir da leitura inicial dos dados orientado pela hipótese e objetivos;

(iv) *Elaboração de indicadores*: envolve a determinação de atributos por meio de recortes de texto nos documentos de análise a fim de interpretar o material coletado.

ii. Exploração do conteúdo

Nesta fase é realizada a exploração do material através da categorização do material, a qual consiste no tratamento do material, ou seja, trata-se de um processo pelo qual os dados brutos são organizados e agregados em unidades, o que possibilita uma descrição exata das características pertinentes do conteúdo. Tais unidades podem ser:

- O tema: uma afirmação acerca de um assunto;
- Uma palavra: suscita algo pertinente;

- Um objeto ou referente: trata-se de temas-eixo, em redor dos quais o discurso se organiza;
- O personagem: o ator que combina com outras unidades;
- O acontecimento: em se tratando de relatos e de narrações, é possível que a unidade de registro pertinente seja o acontecimento;
- O documento: quando uma resposta ou entrevista é suficiente para o objetivo procurado ou para a ideia principal.

Ademais, a categorização é uma operação de classificação de elementos peculiares de um conjunto, por diferenciação e, em seguida, por reagrupamento segundo a analogia, ou seja, de acordo com a similaridade, e com os critérios previamente definidos. Isto depende de uma capacidade desenvolvida do analista em categorizar.

iii. Tratamento dos resultados obtidos e interpretação

Esta fase concerne ao tratamento dos dados para que eles se torem significativos, permitindo com isso, estabelecer quadros de resultados, diagramas, modelos, e figuras, os quais condensam e apresentam as informações providas pela análise. De acordo com Bardin (2011), quando o analista tem à sua disposição resultados significativos e fiéis, então ele pode propor inferências e adiantar interpretações a propósito dos objetivos previstos e, inclusive, que representem outras descobertas inesperadas.

Já a interpretação dos resultados obtidos é feita a partir da confrontação sistemática dos resultados obtidos com o material, a qual possibilita esclarecer incertezas e enriquecer a leitura dos dados coletados.

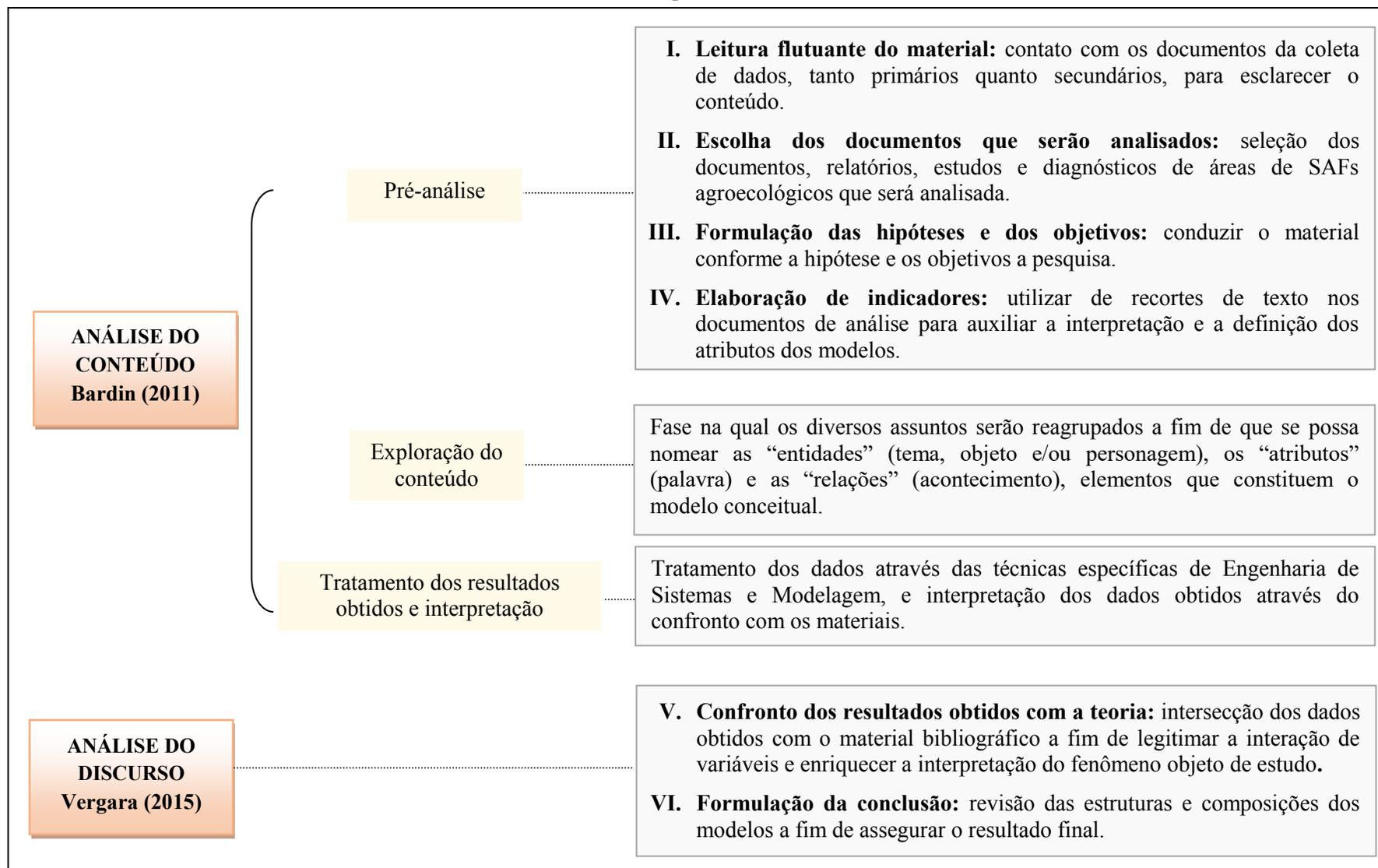
Concomitantemente a esse método, foi aplicada a *análise do discurso* definida como um método aplicado a análises complexas, segundo Vergara (2015). Tendo em vista que a Engenharia de Sistemas, por si só, já apresenta etapas específicas para o levantamento e o tratamento de dados, também se aplicou as seguintes etapas propostas pelo autor e adaptadas à pesquisa:

- I. *Confronto dos resultados obtidos com a teoria*: a fim de validar a interação de variáveis e enriquecer a interpretação do fenômeno objeto de estudo;
- II. *Formulação da conclusão*: consiste em uma revisão a fim de que se possa assegurar o resultado final.

A aplicação do método de Vergara (2015) justifica-se em função de o método propor o confronto dos resultados obtidos com a teoria, tendo sido esta fase uma atividade essencial para garantir a qualidade do conteúdo dos modelos. Tal aspecto é destacado na literatura por autores e remete à relevância de se construir um conhecimento fundamentado tanto no embasamento técnico e científico da pesquisa, quanto nos conhecimentos e saberes dos produtores rurais.

Isto posto, através da intersecção e confronto de dados de origem técnico-científica com os dados experimentais, buscou-se alcançar modelos mais qualificados e representativos da realidade. A seguir, o Quadro 1 ilustra as etapas de análise dos dados segundo o método de Bardin (2011) e o método de Vergara (2015).

Quadro 1 – Etapas da análise de dados.



Fonte: Bardin (2011) e Vergara (2015), adaptado à pesquisa pela Autora, 2020.

3.6 CONCRETIZAÇÃO DA ANÁLISE DOS DADOS

Por meio da análise do conteúdo Bardin (2011), construiu-se uma estrutura ao instrumento de levantamento de dados, o questionário, focada em temáticas a fim de se obter uma melhor organização dos dados qualitativos e quantitativos. Com isso, foi possível classificar os componentes que descrevem e ilustram a realidade e, por conseguinte, criar os cenários modelados.

Na etapa de “Pré-análise” foi realizada a tabulação dos dados qualitativos e quantitativos de todos os questionários aplicados na pesquisa, com destaque aos dados obtidos por meio de observação direta.

Na etapa “Exploração do conteúdo” foram produzidos três documentos: (i) uma classificação individual de cada SAF agroflorestral; (ii) uma classificação geral dos SAF’s no Sertão do Pajeú, (iii) e uma comparação entre todos os SAF’s abordando semelhanças e diferenças, potencialidades e dificuldades.

Na etapa “Tratamento dos resultados obtidos e interpretação” foram elaborados quadros, tabelas e especialmente os modelos conceituais, os quais concentraram e apresentam as informações que proveram as análises.

Com o propósito de garantir a qualidade do conteúdo dos modelos, associadamente ao método de Bardin (2011), a execução da análise dos dados também se fundamentou no método de Vergara (2015), e confrontou os resultados obtidos com a teoria intersectando, assim, os dados obtidos através das declarações, conhecimentos e saberes dos produtores rurais com o embasamento técnico e científico. Este aspecto foi seguido na criação de todos os modelos conceituais para obter a mais fiel representação possível da realidade.

Em relação aos relatos dos agricultores agrofloresteiros, estes são comunicações/mensagens extraídas e que por meio da análise do discurso de Bardin (2011), foram transformadas em categorias dando, assim, um significado ao que os relatos expressam. Para conseguir essa interpretação, foi feita uma análise contextual de todos os relatos, a fim de compreender as construções, ou seja, a estrutura dos textos/relatos. Enfatiza-se também que, foi realizado uma comparação com a teoria a fim de validar e enriquecer cada interpretação em questão.

CAPÍTULO I - BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PAJEÚ-PE: USO DOS RECURSOS NATURAIS, MUDANÇAS E PROBLEMÁTICAS AMBIENTAIS DE 1991 A 2022

1. INTRODUÇÃO

Na medida em que a ação humana está relacionada à problemática do meio ambiente e, concomitantemente incidindo sobre o uso desequilibrado dos recursos naturais, torna-se iminente conhecer de maneira mais detalhada e profunda a realidade na qual estamos inseridos, a fim de melhor compreendermos a contextualização que a define tanto no espaço quanto no tempo. Para tanto, é vital abordar e construir conhecimentos sistematizados, não apenas sobre o uso que se faz dos recursos naturais, mas, associadamente a isso, também praticar uma forma de desenvolvimento que não seja predatória do uso da natureza.

De acordo com Weber (1997), o acesso aos recursos naturais e os usos que são feitos dos mesmos firmam a base dos dramas humanos. Estando esta raiz fundamentada no acesso ou no uso dos recursos naturais, tão quanto importante, é necessário dar atenção ao fato de que isso fomenta uma artificialização cada vez mais intensa dos meios naturais resultando em uma perda substancial de biodiversidade e de sócio e etnodiversidade.

Ante esta questão, surge a necessidade de colocar em prática meios que contribuam para a conservação dos recursos naturais impedindo, assim, a sua significativa diminuição ou exaustão e em especial no contexto das bacias hidrográficas, as quais são um elemento fundamental e de grande relevância no contexto sistêmico da preservação dos recursos naturais. Em conformidade com Lima e Farias (2011), alguns estágios são necessários para designar o gerenciamento sustentável de uma bacia hidrográfica, dentre eles destacam-se: (i) determinar o estado atual do ambiente e; (ii) identificar as forças dominantes de mudanças.

Inserido no Bioma Caatinga, o Sertão do Pajeú em Pernambuco, abriga em seu território o Rio Pajeú que se constitui na maior bacia hidrográfica do Estado, com uma área de 16.685,63 km², correspondente a 16,97% da área do Estado. Durante os seus 353 km, este rio margeia importantes cidades polo como Itapetim, São José do Egito, Tuparetama, Tabira, Afogados da Ingazeira, Carnaíba, Flores, Serra Talhada e Floresta. É o maior afluente do São Francisco na região do submédio que é formada pelo Estado de

Pernambuco, orientando-se em grande parte de seu percurso no sentido Leste para Oeste, nascendo no município de Brejinho-PE até a sua confluência com o Rio São Francisco na cidade de Itacuruba (APAC, 2012).

De acordo com pesquisadores da Universidade Federal Rural de Pernambuco, da Unidade Acadêmica de Serra Talhada e que há 15 anos realizam pesquisas variadas no território da Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú, ao longo do tempo as atividades agropecuárias inapropriadas nesta região e o uso intempestivo dos recursos naturais da Caatinga provocaram a degradação ambiental, atingindo ferozmente a vida existente e outrora pulsante no Rio Pajeú, exaurindo os cursos de águas correntes. A ação contra o desmatamento do Bioma tornou-se uma prioridade de alto nível, uma vez que o mesmo é indispensável para voltarmos a ter o que tínhamos no passado: caudais de água permanentemente correntes que garantiam e garantem os mananciais de água abastecidos.

Segundo Araújo (2016), a agricultura e o pastoreio tratam-se das primeiras atividades que reproduziram grandes mudanças ambientais nas paisagens em todos os lugares do mundo. Nesse mesmo contexto, os desmatamentos e as queimadas marcaram as paisagens por degradação do solo, erosão e redução do armazenamento das águas no solo. O autor também chama a atenção para a preocupante diminuição/perda das matas de nascentes, quando estas são essenciais por serem produtoras de água.

Diante tais considerações, enfatiza-se a necessidade de sistematizar dados e construir um acervo de informações com características acerca do estado ao entorno das bacias hidrográficas, a fim de auxiliar na compreensão de que a conservação e a recuperação de bacias são uma estratégia de ponta para a preservação do recurso hídrico. Isto é bem compreendido quando atentamos para o que Acevedo et al. (2019) defendem sobre a importância das informações para auxiliar no planejamento de ações de gestão e recuperação de rios, quando a urgência aos atuais padrões da ação humana é uma gestão sustentável.

Compreender o espaço de uma bacia hidrográfica e as mudanças que nela acontecem ao longo do tempo é uma estratégia consistente para conduzir o uso equilibrado dos recursos naturais, além de ser coerente para com o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável. Diante disso, esta pesquisa objetivou compreender o espaço da Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú e investigou as problemáticas inerentes às ações que impedem a sua preservação e recuperação.

Para alcançar essa compreensão, no âmbito de uma extensão espacial e temporal da Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú, investigou-se o que tem acontecido no espaço com ênfase ao modo de uso dos recursos naturais, a saber que sobre o mesmo preponderam práticas de devastação que incidem sobre o Rio Pajeú, levando à diminuição de sua vazão ao longo dos anos, como também se averiguou possíveis mudanças ao longo das últimas três décadas, com o intuito também de discutir caminhos que direcionem ações estruturais de conservação e revitalização desse espaço, bem como dos recursos naturais.

Sabendo-se que Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú está inserida no Semiárido brasileiro e no Sertão Pernambucano, atentou-se às características específicas a essas regiões. Assim, para efetivar os objetivos, a metodologia também se fundamentou em aspectos apresentados por autores da literatura específica, os quais contextualizaram fatores que se fazem necessários para uma compreensão da região.

Ante isso, a metodologia procedeu com dois encaminhamentos: (i) o primeiro foi conduzido por um conjunto de fatores que orientaram conhecer o espaço da bacia hidrográfica e construir um conhecimento sistematizado, como também possibilitaram identificar as problemáticas e mudanças que vêm ocorrendo ao longo do tempo e; (ii) o segundo aplicou técnicas de geoprocessamento de imagens de satélites a fim de integrar alguns aspectos relacionados às mudanças ocorridas.

2. METODOLOGIA

2.1 Caracterização da unidade de análise

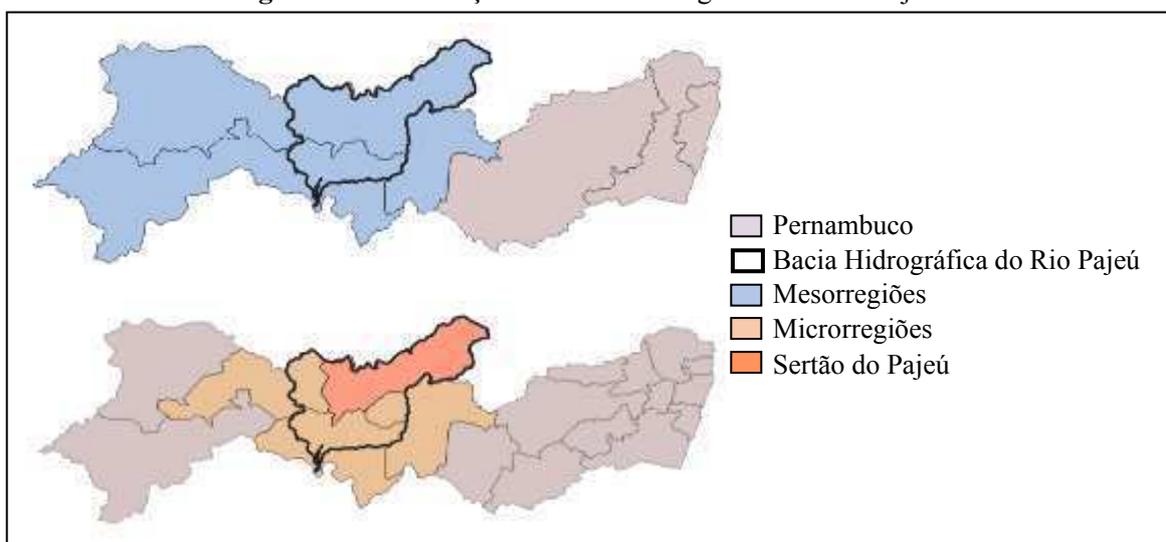
A Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú, área de estudo desta pesquisa, é a maior do estado de Pernambuco e o seu rio principal possui um regime fluvial, percorrendo uma extensão de 353 km no sentido Nordeste-Sudoeste (APAC, 2012) que vai desde a nascente na serra do Balanço, município de Brejinho, a uma altitude de 800m nos limites entre os estados de Pernambuco e Paraíba, até o lago de Itaparica no rio São Francisco. Até 1963, esta nascente pertencia ao município de Itapetim, ao qual Brejinho antes fazia parte. Entretanto, a partir de 1964, Brejinho tornou-se município e a serra do Balanço passou a fazer parte do seu território (TAVARES NETO et al., 2008).

De acordo com os geoprocessamentos realizados nesta pesquisa, a bacia hidrográfica abrange parte da mesorregião do Sertão Pernambucano e do São Francisco Pernambucano e compõe parte das microrregiões do Sertão do Pajeú, Sertão do Moxotó,

Itaparica e Salgueiro, abrangendo em sua maior parte todo o Sertão do Pajeú.

Perceber visualmente onde a bacia hidrográfica está localizada consubstancializa-se quando da importância em conhecer as áreas que ela abrange em todo o seu território e, com isso, ante possíveis mudanças e problemáticas ambientais, poder tomar decisões mais assertivas considerando-se uma região geográfica em específico. A razão que prepondera sobre isto consiste no fato de que no espaço da bacia hidrográfica existem particularidades variadas, não apenas no aspecto de sua vegetação, mas inúmeros outros como o relevo, os tipos de solos, as áreas com maior ou menor capacidade de retenção de água, além dos aspectos de cunho social, econômico e político e, especialmente, os de caráter ambiental e/ou ecológico. Ante isso, a Figura 5 exibe a localização da Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú, no Estado de Pernambuco, e a sua disposição nas mesorregiões e microrregiões.

Figura 5 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú.



Fonte: elaborado pela Autora, 2021.

2.2 Fonte de dados

Entendendo a relevância de construir um conhecimento mais sólido capaz de propiciar uma compreensão sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú, a fonte de dados desta pesquisa se constituiu dos seguintes conjuntos de dados especializados:

i. Primeiro, foram consultados bancos de dados secundários nos acervos da Agência de Águas e Clima do Estado de Pernambuco, das Universidades e demais bibliografias especializadas, onde se levantou aspectos relevantes sobre as principais discussões correlacionadas como a degradação e ações de revitalização em curso ou propostas, de forma a embasar o objetivo específico à identificação das problemáticas;

ii. Segundo, particularmente ao geoprocessamento de imagens, foram utilizados dados do MapBiomias, da Coleção 7 com mapas de Cobertura e Uso do Solo para a região da bacia hidrográfica, sobre os quais realizou-se o geoprocessamento de dados com a finalidade de, no âmbito de uma extensão temporal e espacial da bacia hidrográfica, constatar quais mudanças vêm ocorrendo neste espaço e ao longo do tempo, notoriamente relacionadas à atividade agropecuária.

iii. Foram utilizados arquivos vetoriais, do IBGE, para conceber as imagens específicas dos tipos e pedologia do solo.

iv. Foram utilizados arquivos dos tipos raster e Modelo Digital de Elevação, do TOPODATA - Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil, para elaborar as imagens de declividade, relevo, hipsometria, e a delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú com os riachos tributários e seu principal rio.

v. Finalmente, os dados foram geoprocessados através da ferramenta QGIS, onde foram aplicados algoritmos específicos ao processamento de cada imagem.

Paralelamente, foi importante a realização de uma análise profunda sobre as informações, buscando identificar com segurança e qualidade as problemáticas na região. Por essa razão, se recorreu à consulta a Profissionais da área para aprofundar e qualificar as informações levantadas nas fontes secundárias, de foram a delimitar com boa precisão as problemáticas, bem como a orientação sobre as proposições futuras de caminhos que direcionem ações estruturais de conservação e revitalização dos recursos naturais na Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú.

2.3 Método

A pesquisa realizada teve seu foco na investigação de como o uso dos recursos naturais tem se sucedido neste espaço da Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú em uma conjuntura temporal desde 1991 até 2022, e a partir disso identificar mudanças e problemáticas ambientais que têm impedido a sua preservação e a recuperação do que já foi degradado ou comprometido. Ante isso, o método deste estudo de caso de natureza quali-quantitativa, as quais se complementam e permitem um melhor entendimento dos fenômenos em estudo, teve seu basilar em Pereira et al. (2018).

Destarte, constituiu maiormente em sua essência a orientação qualitativa, haja vista que, em conformidade com Pereira et al. (2018), os dados coletados foram

preferencialmente descritivos e, por sua vez, possibilitaram compreender tais questões. A complementar, considerando-se que também se buscou validar tais compreensões adquiridas com maior profundidade, o estudo também abrangeu aspectos de cunho quantitativo. Em referência a este último, segundo os autores citam, é reconhecido que esta pesquisa aplicou a coleta de dados quantitativos ou numéricos, notadamente estatísticas e porcentagens, os quais geraram dados que puderam ser analisados por meio de técnicas matemáticas, aqui notadamente, o processamento de dados levantados e a execução de algoritmos que geraram os dados finais.

2.4 Procedimento metodológico

O procedimento metodológico foi alicerçado em aspectos orientados por Pereira e Barachuy (2011) e por Lima e Farias (2011), os quais abordaram determinados aspectos sobre a contextualização de bacias hidrográficas no Semiárido.

Especialmente à compreensão do espaço da bacia hidrográfica, foi possível definir um quadro contextualizado sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú e as problemáticas inerentes a ela. Ante isso, os seguintes aspectos nortearam a pesquisa:

- Caracterização climática da região;
- Vegetação que reveste o espaço;
- Recursos edáficos com ênfase aos tipos de solos;
- Formas e tipos de relevo e;
- Seca e a convivência com ela, associada ao potencial agrícola das terras e ao uso do solo.

Orientado por este mesmo procedimento metodológico, a fim de compreender não apenas as características inerentes do espaço, mas também as problemáticas e as mudanças que vêm ocorrido ao longo do tempo, a pesquisa também se fundou nos seguintes aspectos:

- Determinar o estado atual do ambiente e;
- Identificar as forças dominantes de mudanças.

Ademais, foram realizados os geoprocessamentos de imagens com a finalidade de integrar os aspectos especificados anteriormente e propiciar uma discussão mais dinâmica, ou seja, permitir um outro ponto de vista sobre o espaço da Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú e suas transformações no tempo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização climática

A Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú está localizada na região Sertão, a qual constitui 3/4 do território nordestino. De acordo com Barros Júnior (2022), a mesma tem em seu histórico de características climáticas uma condição natural que prevê períodos longos de estiagem, basicamente oito meses no ano sem chuva, com clima predominantemente Semiárido, temperatura média mensal de 24°C e pluviosidade baixa em torno de 400 e 800 milímetros anuais de chuva.

Raríssimas regiões que se configuram brejo de altitude são áreas que contradizem com estas características, como o ponto mais alto do Estado, o município de Triunfo, o qual contradiz com estas características e apresenta média histórica de aproximadamente 1.227 milímetros/ano. Notadamente a estas averiguações, e em conformidade com Soares et al. (2018), as médias históricas de precipitação são mais elevadas na porção norte, onde a influência da topografia propicia uma média anual superior a 1.200 milímetros.

As normais climatológicas das temperaturas médias anuais também apresentam padrão de variação norte-sul com médias históricas anuais de temperatura média que variam de 20°C na porção norte, onde as cotas altimétricas ultrapassam os 900m, até os 26,2°C na porção sul, na calha do Rio São Francisco, cuja altitude média é de 350m. Destarte, na bacia hidrográfica do Pajeú definem-se duas regiões climaticamente distintas, sendo uma delas a porção norte onde chove mais e as temperaturas são mais amenas, e a porção sul na qual o clima é mais quente e seco (SOARES et al., 2018).

Em conformidade com dados precipitação dos postos pluviométricos distribuídos na bacia hidrográfica do Rio Pajeú e disponibilizados pela Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC e pela Agência Nacional de Águas – ANA, averiguou-se uma tendência de diminuição dos volumes anuais de precipitação, analisada para além dos últimos 30 anos, principalmente na área que abrange a parte sul da bacia hidrográfica.

Em relação a este aspecto, Barros Júnior (2022) menciona que a radiação solar que incide sobre a região da bacia hidrográfica pode promover uma evapotranspiração potencial de até 3000 milímetros/ano. Isso significa que, mesmo que chova regularmente, mas essa condição irá provocar um déficit hídrico. Ainda, além desta correlação entre pluviosidade e radiação solar, outros dois fatores influenciam sobre a condição climática da região, sendo eles a irregularidade temporal, ou seja, quando não tem uma sequência

temporal regular de chuvas, e a irregularidade espacial, a qual se refere à concentração da chuva em determinados locais. Tais constatações harmonizam-se com aspectos abordados em bibliografias especializadas e, notoriamente, a discussão de Pereira e Baracuhy (2011), os quais relatam acerca da grande variabilidade temporal e espacial da precipitação, alternando anos chuvosos e anos secos.

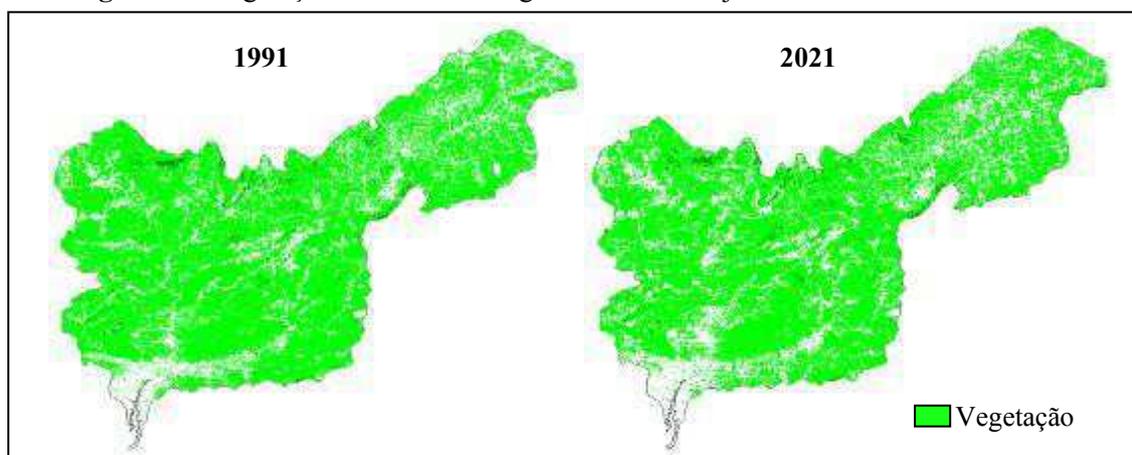
3.2 Vegetação que reveste a Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú

Realizou-se o geoprocessamento das camadas de Vegetação no espaço da Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú para os anos de 1991 e 2021, com a finalidade de constatar o espaço que é revestido por vegetação e, secundamente, poder fazer um contraponto de observação sobre as mudanças que aconteceram neste espaço ao longo do tempo.

Segundo as classificações das classes utilizadas pelo MapBiomas, os resultados do geoprocessamento dos dados para os anos de 1991 e 2021 exibiram que a bacia hidrográfica é revestida, maiormente, por uma vegetação classificada como sendo formação savânica, representada pela cor “verde claro”. Evidencia-se e ao mesmo tempo se esclarece que esta nomenclatura é definida pelo MapBiomas para classificar a classe abordada em todo o Brasil, não obstante, possuindo especificidades em cada região.

Por conseguinte, a partir da consulta a profissionais que atuam especificamente na área de vegetação do Bioma Caatinga, pôde-se qualificar a informação de que no espaço da bacia hidrográfica a vegetação predominante é arbustivo-arbórea ou arbóreo-arbustiva, com a supremacia de espécies cujas peculiaridades enfatizam a capacidade de adaptação às adversidades climáticas, de sobrevivência à falta de água e de rápida regeneração com a presença das chuvas. A seguir, a Figura 6 ilustra as imagens geoprocessadas:

Figura 6 – Vegetação da Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú entre os anos 1991 e 2021.



Fonte: Elaborado pela Autora, 2022.

Executou-se o algoritmo Landscape ecology com variáveis específicas à área percentual que esta vegetação está presente e constatou-se que no ano 1991 a mesma ocupava 77% do espaço em relação a toda a bacia hidrográfica. Por outro lado, no ano 2021, essa mesma área de vegetação regrediu para 73%, havendo uma perda de cerca de 610 km² da vegetação. Ressalta-se a especialidade da mesma no que concerne a garantir o equilíbrio de um sistema maior e unificado pela água, solo, planta e atmosfera.

A mata de Caatinga tem mais de 4230 espécies vegetais. Para ter uma compreensão acerca da importância e do papel destas espécies, Barros Júnior (2022) definiu em duas atividades fundamentais a função desta vegetação no Bioma: a primeira delas é a função de acumular água em seu interior; e a segunda função, é a de regular a temperatura do calor e proteger o solo.

Em conformidade com Araújo Filho (2013), dentre as espécies arbóreas do espaço da bacia hidrográfica, algumas se destacam pela elevada quantidade de nitrogênio em suas folhas, que ao serem lançadas ao solo durante os ciclos de seca se decompõem rapidamente e se incorporam na matriz, como é o caso da Aroeira, Caraibeira, Catingueira, Juazeiro, Jurema e Umburana de cheiro.

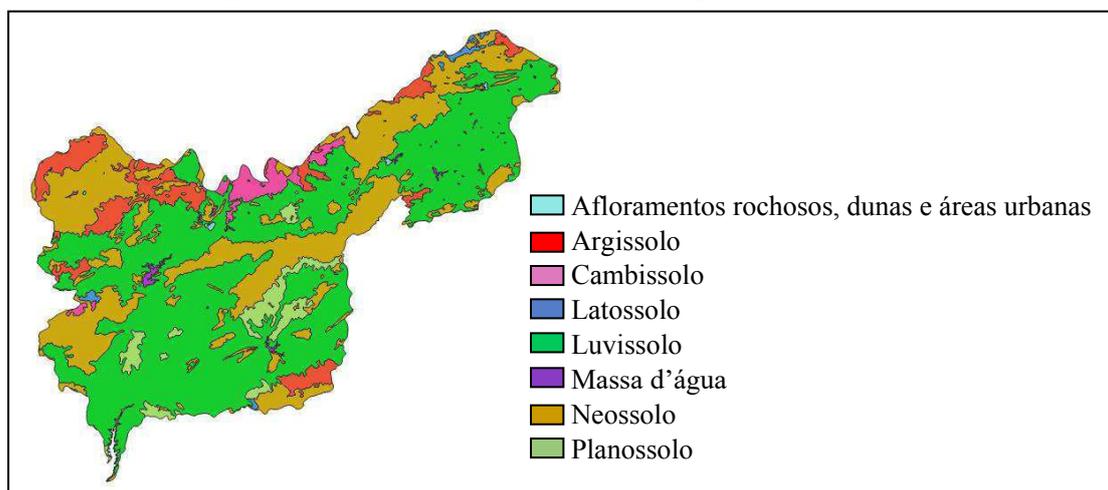
De acordo com Martins (2013), estas espécies são primordiais para o funcionamento equilibrado do meio ambiente e para prover à natureza a capacidade de se recuperar de distúrbios naturais como a abertura de clareiras, ou distúrbios antrópicos como desmatamentos e queimadas, mesmo que em uma área já habitada. Na medida em que a remoção da cobertura vegetal condiciona a degradação do solo, por decorrência acontece um forte impacto negativo. A queda de folhas dentro da mata funciona como uma técnica sustentável com a capacidade de favorecer melhoria nas condições do solo, por meio do aporte de matéria orgânica e aumento da disponibilidade dos demais nutrientes.

Para tornar ainda mais válida e enriquecer as informações geradas, procedeu-se com uma investigação utilizando-se do Sentinel-2 Land Use/ Land Cover, o qual faz uma cobertura a nível mundial e também possui suas classificações específicas, e apurou-se que neste mesmo espaço a vegetação predominante é uma mistura de pequenos aglomerados de plantas ou plantas únicas que estão dispersas em uma paisagem, ou seja, trata-se de uma vegetação que mostra solo ou rocha expostos; e claramente não são mais altas do que árvores; exemplos: cobertura moderada a esparsa de arbustos, arbustos e tufo de grama, savanas com gramíneas muito esparsas, árvores ou outras plantas.

3.3 Recursos edáficos com ênfase aos tipos de solos

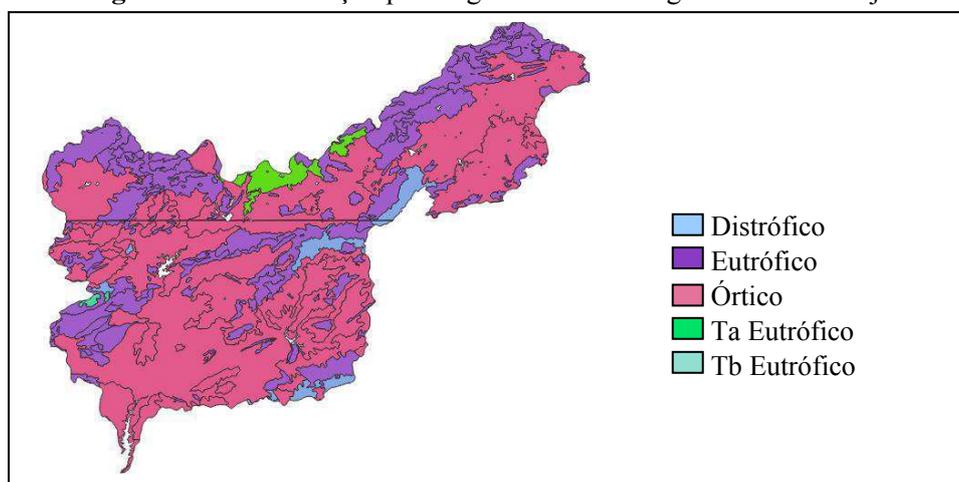
Realizou-se o geoprocessamento destes dados com o propósito de assimilar a importância prática em conhecer os tipos de solo e a classificação pedológica, uma vez que os fatores edáficos são cruciais ao entendimento de bacias hidrográficas, pois eles regulam o solo e influenciam a distribuição e abundância da flora e fauna. Constatou-se que isso pode favorecer decisões mais assertivas para problemas de naturezas variadas, em especial relacionados à aptidão das áreas para o desenvolvimento de atividades agrícolas; o potencial e/ou a limitação dos solos de absorver água; a capacidade dos solos em produzir matéria orgânica e oportunizar o desenvolvimento vegetal; além de outras questões relacionados à própria gestão da bacia hidrográfica, tendo por elementos primordiais os recursos naturais. Isto posto, a Figura 7 e a Figura 8 retratam as imagens geoprocessadas.

Figura 7 – Tipos de solos na Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú.



Fonte: Elaborado pela Autora, 2022.

Figura 8 – Classificação pedológica Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú.



Fonte: Elaborado pela Autora, 2022.

De acordo com Guerra e Barros Júnior (2011) in Rocha et al. (2011), ao abordarem a geologia da região semiárida do Nordeste, com algumas exceções os solos do Semiárido têm média a alta fertilidade. A grande maioria são pouco desenvolvidos e rasos apresentando limitações de uso como deficiência de água, suscetibilidade à erosão, à salinidade, à alcalinidade e drenagem. Ademais, consoante Tavares Neto et al. (2008), em razão das variações ambientais, a microrregião possui uma grande diversidade de solos, aspecto este consequente da ação combinada dos seus fatores de formação, ou seja, do clima, da geologia, do relevo, do tempo, entre outros.

A ilustração revela que a maior extensão da Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú é revestida pelo tipo de solo Luvissole. Os autores mencionam, justamente, que são os solos que aparecem com maior frequência na região e são caracterizados por serem rasos, com moderada capacidade de infiltração e de retenção de água.

Seguidamente, o Neossolo ocupa outro espaço bastante considerável. Os autores afirmam que, embora não tenham elevada capacidade de retenção hídrica, mas em contrapartida eles não perdem água facilmente por evaporação. Em termos práticos, eles aproveitam de forma satisfatória as chuvas. Outra característica é que, embora possam ser encontrados casos que apresentem fertilidade e adaptação à irrigação, mas também podem apresentar textura argilosa e, por decorrência disso, dificuldade de drenagem.

Aparecendo significativamente pouco, mas também é constatada a presença do Argissolo no espaço da BHRP. Segundo Guerra e Barros Júnior (2011) in Rocha et al. (2011), são solos geralmente profundos com mais de 150 cm e comumente eles têm baixa fertilidade natural, mas esta, por sua vez, pode ser elevada em alguns casos.

Com uma frequência menor ainda, mas o Cambissolo também está presente no espaço da BHRP. De acordo com a literatura, enfatiza-se que eles podem aparecer em relevos planos ou montanhosos. Ainda, dentre as suas peculiaridades se destacam a boa fertilidade, o que faz dele apto para irrigação. Em áreas pouco perceptíveis, porém presentes, estão os tipos de solo Planossolo, comuns em partes mais baixa do relevo, em situação plana a ondulada, e com textura argilosa muito dura o que defronta uma irrigação muito ruim.

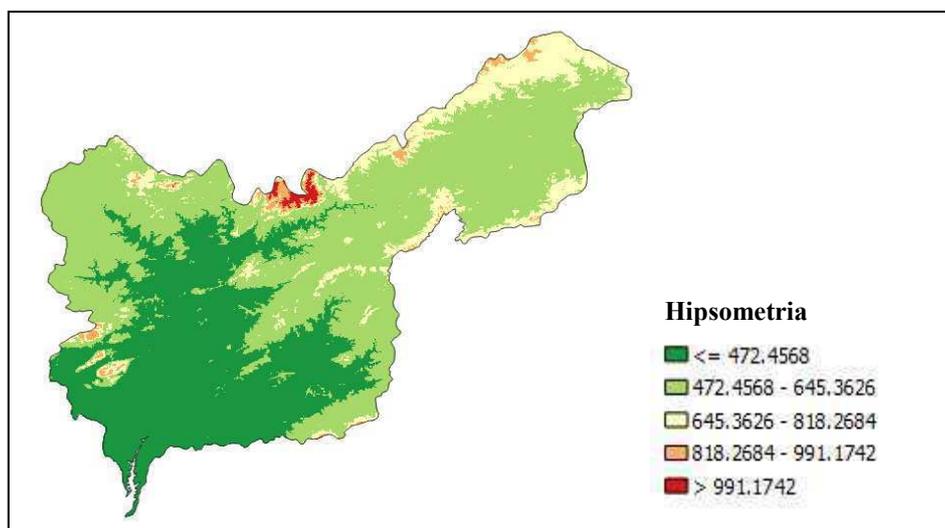
No que condiz à pedologia da BHRP, pôde-se validar que o espaço é maiormente caracterizado por solos pouco desenvolvidos, rasos ou muito rasos, e normalmente pedregosos ou rochosos. Esta é uma característica da região do Semiárido do Brasil e que,

neste contexto, reafirma que a grande extensão da bacia hidrográfica está submetida ao clima Semiárido.

3.4 Relevo na Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú

As imagens de hipsometria geoprocessadas têm por finalidade definir classes de altitudes. Em outros termos, é possível compreender dinamicamente as áreas onde o relevo predominante é planalto, ou planície, ou montanhas, entre outros. Associadamente a estas imagens, para o objetivo de melhor compreender o território da bacia hidrográfica, também se executou o geoprocessamento de declividade neste espaço, o qual tem por finalidade descobrir as áreas que, na bacia hidrográfica, declivam/inclinam-se. Adiante, a Figura 9 expõe características da hipsometria na BHRP.

Figura 9 – Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú.



Fonte: Elaborado pela Autora, 2022.

Através da imagem de hipsometria, pode-se observar que a maior parte da bacia hidrográfica apresenta uma altitude máxima que se constitui entre menos de 472.4568 metros e 645.3626 metros. E, em outra perspectiva, uma área significativamente pequena contrasta com altitudes maiores que 990 metros. A segunda imagem dispõe de uma apresentação mais dinâmica da altitude, permitindo visualizar mais facilmente onde estão as áreas mais baixas e as áreas mais altas.

Estas perspectivas são importantes para poder obter uma compreensão acerca de variados contextos, dentre eles, contextos agrícolas. Aqui, faz-se uma associação com os contextos de produção agrícola e também da pecuária que estão presentes na maior parte das áreas das famílias que vivem da agropecuária. Também se remete a um contexto muito

presente neste espaço e que está relacionada ao processo de erosão. Além destes, também se faz menção à importância de compreender o nível do espaço físico, através do qual é possível realizar ações para evitar os malefícios de escoamentos que afetam as produções agrícolas.

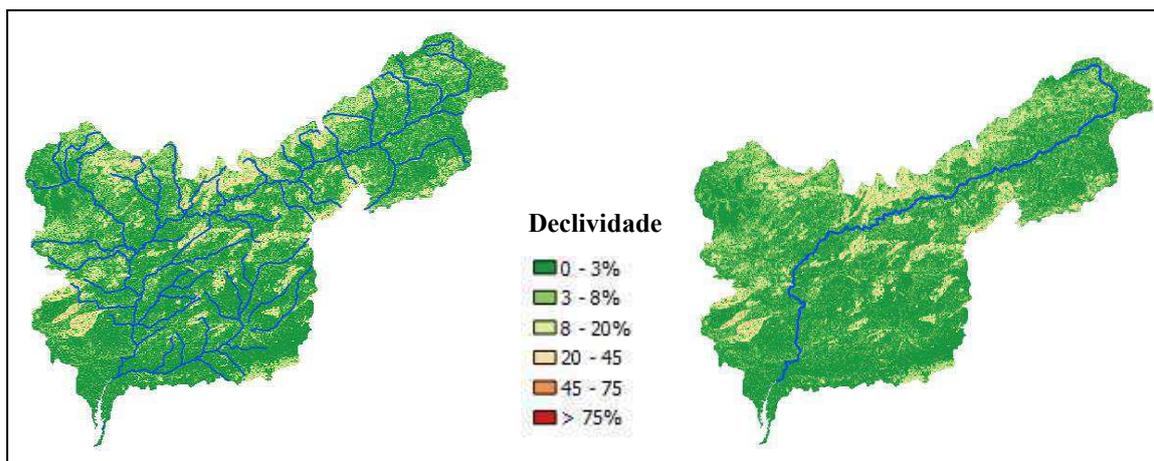
Associadamente a este procedimento, também foi executado o geoprocessamento das imagens de declividade, haja vista a associação que existe entre uma bacia hidrográfica e a sua declividade. Conforme verificação feita a Profissionais, a declividade está diretamente associada ao tempo de duração do escoamento superficial e de concentração da precipitação nos leitos dos cursos d'água. Isso significa dizer que quanto maior a declividade de um terreno, maior a velocidade de escoamento e, do mesmo modo inverso, quanto menor a declividade de um terreno, menor a velocidade de escoamento.

Particularmente a este aspecto, a Embrapa (1979) apresenta as classes de declividade que têm por intuito compreender as formas de relevo a partir das seguintes classificações: plano (0 - 3%); suave-ondulado (3 - 8%); ondulado (8 - 20%), forte-ondulado (20 - 45%); montanhoso (45 - 75%); e forte-montanhoso ou escarpado (> 75%). Seguidamente, apresenta-se a imagem de representação da declividade na Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú. Para além desta, associou-se ao geoprocessamento a delimitação do percurso que faz o Rio Pajeú e dos seus riachos tributários.

De acordo com Barros Júnior (2022), a importância disso está relacionada à energia sinética da água, ou seja, a alta declividade oportuniza a água se movimentar no sistema de drenagem se deslocando das áreas altas para as baixas. Fazendo uma interseção com as imagens de hipsometria, em áreas mais altas de uma região a água é canalizada para o ponto mais baixo e, em termos de uma bacia hidrográfica, este ponto é a formação do rio - o ponto mais baixo de uma bacia. A declividade confere esta capacidade da bacia hidrográfica de transportar a água para o seu rio principal, através dos riachos tributários. Por conseguinte, ela oportuniza a renovação da fertilidade, e modela e recupera nutrientes perdidos pela erosão hídrica.

Seguidamente, a Figura 10 mostra a declividade na Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú. Verificou-se que, de acordo com a localização espacial do Rio Pajeú, em seu percurso, a declividade da bacia hidrográfica é essencialmente caracterizada por um relevo plano e suave-ondulado, apresentando algumas intercalações com áreas onduladas estando estas últimas, por sua vez, maiormente presentes na parte alta da bacia hidrográfica.

Figura 10 – Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú.



Fonte: Elaborado pela Autora, 2022.

Onde o relevo é mais escarpado, há maior facilidade para a água correr. Já onde o relevo é mais plano, há uma tendência de acomodação da água sem grandes circulações ou com velocidades mais altas. Percebe-se que uma parte significativa dos tributários do Rio Pajeú abrangem uma área onde o relevo é ondulado ou montanhoso, mas, quando se trata do percurso que o rio faz, o relevo é mais plano ou suave-ondulado.

3.5 Convivência com a seca e o potencial agrícola das terras e uso do solo

De acordo com a bibliografia especializada de Pereira e Baracuchy (2011) e Barros Júnior (2022), o fenômeno das secas é a dificuldade mais referida para o desenvolvimento sustentável. Demais autores concordam e afirmam que ela não pode ser entendida exclusivamente como a falta de chuvas, ou seja, elas acontecem, todavia, de maneira irregular e concentradas em pouco tempo. Além dessa peculiaridade, as precipitações podem ser fortes a ponto de provocar erosão hídrica.

De acordo com os relatos levantados por organizações não-governamentais que atuam especialmente no meio rural, juntamente com as famílias de produtores familiares, os longos períodos de estiagem, associados a problemáticas de ordem natural e problemáticas antrópicas são um fator que impulsiona as grandes dificuldades e limitações vividas pela população, especialmente a população que vive no meio rural e cuja principal atividade produtiva é a agropecuária.

A considerar a contextualização da Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú aqui abordada e os problemas mencionados afirma-se que, ante tais discussões e compreensões, as alternativas de convivência com a seca e as ações que encaminhem ao desenvolvimento

sustentável devem perpassar por práticas de preservação dos recursos naturais.

Entende-se que o uso desequilibrado dos recursos naturais é o que oportuniza o processo de degradação dos mesmos e do meio ambiente. Ressalta-se que, embora seja uma parcela mínima da superfície do Semiárido apta para o desenvolvimento de atividades agrícolas, no que condiz ao espaço da Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú, uma parcela considerável condiz à aptidão para o desenvolvimento de atividade agrícola. Trata-se, portanto, de implementar manejos sustentáveis que garantam o atendimento às necessidades da população, incluindo-se as gerações futuras, e que assegurem a preservação ambiental.

Este fator está altamente relacionado a todos os demais fatores até aqui discutidos, além do seu alto potencial de influência sobre as mudanças que acontecem ao longo do tempo, principalmente quando interferidas pela ação antrópica.

3.6 Estado do ambiente na Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú e as forças dominantes das mudanças ocorridas

Os autores Albuquerque et al. (2019) evidenciaram a inevitabilidade de conhecer o atual estado das bacias hidrográficas para compreender o uso e ocupação desses espaços. Na área da bacia hidrográfica constatou-se que existem dois fatores associados ao seu estado, como também relacionados às forças maiores que provocaram os mesmos. Um deles diz respeito a um conjunto de problemáticas originadas de uma forma predatória do uso da natureza, o outro, refere-se às tomadas de decisão por parte do poder público.

A consulta aos dados secundários e as consequentes validações, principalmente com Profissionais da área para aprofundar e qualificar as informações levantadas nas fontes secundárias, permitiram identificar um quadro que retrata o estado da Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú e, paralelamente, as forças dominantes do atual estado. Destarte, foram reconhecidos as problemáticas e/ou problemas relacionados: (1) rios; (2) matas ciliares, (3) desmatamentos e queimadas, (4) erosões hídrica e de camadas aráveis do solo; (5) uso e cobertura dos solos e os sistemas agrícolas introduzidos ao longo dos anos.

A pesquisa conduziu a identificação de uma condição geral constatada e que caracteriza o estado no percurso da Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú. A mesma, por sua vez, é vítima dos desmatamentos na área em que permeia o Rio Pajeú, seguidos de semeaduras e cultivos no sentido “morro abaixo”, excessivo pastoreio, e a compactação da

camada arável por passagens consecutivas de tratores e máquinas agrícolas. Todos esses entraves são forças dominantes que provocam perdas da cobertura vegetal e de terra fértil.

3.6.1 Rios

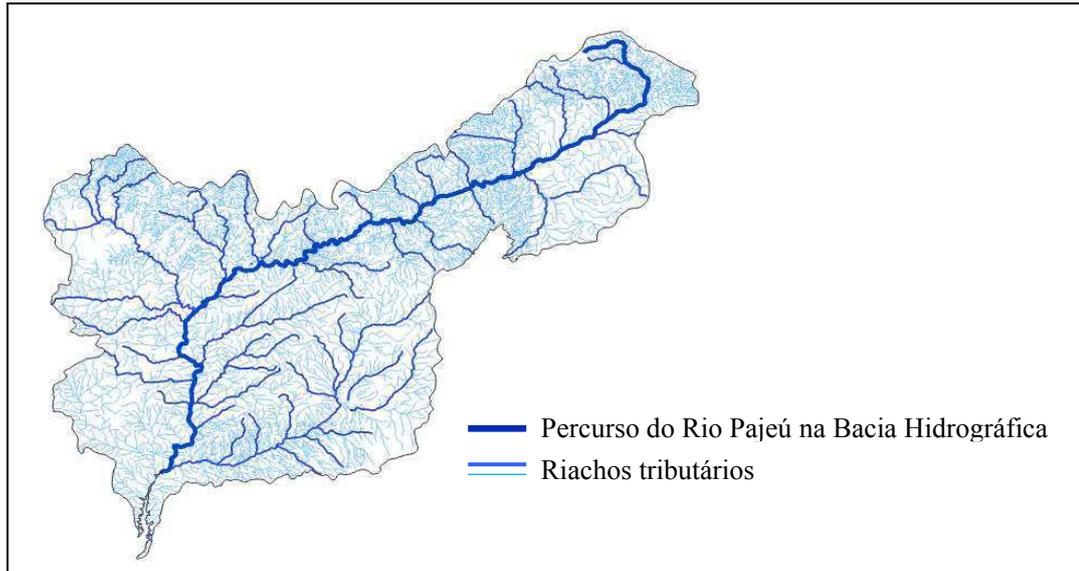
De acordo com Barros Júnior et al. (2021), a bacia hidrográfica é uma área de terra onde a chuva cai, parte da água se infiltra no solo e a outra parte forma córregos, riachos e o rio principal. Os solos e a vegetação estão intimamente ligados, e refletem influências importantes no comportamento das águas e na vida de um rio.

Segundo o Comitê da Bacia Hidrográfica, o Pajeú sofre com problemas como assoreamento, desmatamento e poluição. Segundo profissionais envolvidos em estudos e pesquisas nesse percurso do Rio Pajeú, constatou-se que essa alteração na natureza levou o homem a introduzir ações de uma ordem nunca antes vista, que não poderia acontecer no passado, e que não tem condição de se repetir no futuro. É a intervenção técnica do homem que torna a natureza cada vez mais vulnerável, sujeita a danos irreparáveis. O desmatamento da vegetação Caatinga e dos seus recursos naturais na área que abrange todo o Rio Pajeú, ocasionou o empobrecimento dos solos levando a consequências drásticas como a perda ou diminuição da capacidade de retenção de água.

Essa constatação é muito importante para validar essa problemática, uma vez que corrobora com o que Jonas (2006) mencionou sobre a responsabilidade humana quanto à natureza, da qual fazemos parte e somos o fator causal de problemas ambientais através do nosso modo de agir. E, não importam as demarcações espaciais e temporais quando o que se discute é a condição que o planeta Terra tem de sustentar a vida humana.

Faz-se um contraponto com as constatações sobre a vegetação, relevo, declividade, tipos e pedologia dos solos, anteriormente abordados, com uma abordagem central que Barros Júnior et al. (2021) abordaram: a vegetação e os solos de uma bacia hidrográfica exercerem importantes influências nos regimes hidrológicos e no comportamento das águas, com evidência à passagem da água pelo interior do solo. Ela depende de uma série de fatores que podem facilitar ou dificultar esta passagem e, por consequência, refletindo na qualidade final da água dos lençóis freáticos, rios e lagos. Adiante, a Figura 11 clarifica o Rio Pajeú e a distribuição dos seus tributários.

Figura 11 – Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú, Rio Pajeú e riachos tributários.



Fonte: Elaborado pela Autora, 2022.

3.6.2 Matas ciliares

Situadas ao longo das margens do Rio Pajeú, as matas ciliares constituem formações da vegetação de Caatinga, as quais são responsáveis por criar as condições favoráveis de reservas de água que alimentam a vida do rio. No entanto, a derrubada indiscriminada da vegetação de Caatinga e a ocupação inadequada em uma área de manancial provoca a destruição destas matas ciliares.

Notadamente a isto, por meio de entrevistas a especialistas apurou-se o relato de que as matas ciliares encontram-se agonizando pela devastação humana e pelo alto grau de desmatamento, o que agravou ainda mais o quadro, considerando a situação climática da região semiárida que atualmente passa por uma das suas secas cíclicas, sendo considerada a maior dos últimos 60 anos.

Segundo Barros Júnior et al. (2021), a nascente do Rio Pajeú deixou de verter água no ano de 1986 e em decorrência disso, os poços comuns localizados na área de abrangência do seu lençol freático foram totalmente esvaziados no final do ano de 2013. A relevância das matas ciliares aos pés e ao entorno do rio e dos seus tributários é o que possibilita a vida, a saúde e a qualidade das águas, além de evitar situações graves de degradação das áreas que margeiam o rio.

3.6.3 Desmatamentos e Queimadas

Na área que abrange o Rio Pajeú, no que diz respeito à proteção da cobertura vegetal da bacia hidrográfica (especialmente a vegetação de mata ciliar com um alto grau de devastação), averiguou-se com Profissionais de organizações não-governamentais que atuam em todo o território, que são preocupantes tanto o desmatamento quanto as queimadas.

Esta informação, fortalecida por Profissionais Pesquisadores, ressalta que este espaço é historicamente cicatrizado pela exploração excessiva dos recursos naturais em que as causas das ações humanas permeiam a atividade agropecuária e, na área que abrange o Rio Pajeú, especialmente a vegetação de mata ciliar, constata-se um alto grau de devastação. Mas, averiguou-se também que, além disso, ainda existe a omissão de diversos segmentos do mercado que agem com o desmatamento de forma indiscriminada para a exploração da madeira ou a implantação de empreendimentos.

A Figura 12 elucida a realidade da exploração desenfreada e sem monitoramento de recursos naturais da Caatinga, com caminhões carregados de árvores cortadas da espécie angico, ao entorno de toda a bacia hidrográfica, e transportadas para fora da região.

Figura 12 – Exploração ilegal de recursos naturais na mata de caatinga.



Fonte: Luís Marques, 2020.

Relativamente a este último aspecto, Weber (1997) apontou que os recursos naturais passam a constituir um conjunto de processos de tomada de decisão que, por sua vez, exprimem a dinâmica do sistema de relações sociedade-natureza. E, nesse sistema existem inúmeras experiências de negociação e muitas delas emergem de decisões econômicas. O autor assim enfatiza, já caracterizando um quadro de riscos.

Particularmente à essa discussão, Machado (2014) auxilia na compreensão ao reportar sobre o modelo de capital que é a mola propulsora de uma dinâmica que não dialoga nem respeita a natureza, vem incidindo sobre os recursos naturais. A Figura 13 demonstra a queimada indiscriminada utilizada no preparo de áreas para cultivos.

Figura 13 – Queimadas indiscriminadas.



Fonte: Barros Júnior et al. (2015).

Partindo de uma compreensão acerca do que significam os problemas ecológicos contemporâneos e de uma visão mais prática e concreta dentro do contexto da gestão dos recursos naturais, podemos integrar à discussão, a menção de Leff (2010) sobre a busca por soluções de sustentabilidade que possibilitem a continuidade dos processos de desenvolvimento, sem que para isso ocorra o comprometimento da base de sustentação das atividades produtivas, isto é, dos recursos naturais.

3.6.4 Erosões hídrica e de camadas aráveis do solo

As informações obtidas e específicas a um dos mais graves problemas decorrentes da degradação ambiental, a erosão e o empobrecimento do solo, permitiram tomar conhecimento de que as queimadas provocaram o empobrecimento e a destruição dos solos da bacia hidrográfica, acabando com a fertilidade e capacidade de produção por perda da matéria orgânica e alteração da biodinâmica, levando o solo à vulnerabilidade da erosão.

Em decorrência das terras descobertas, o impacto das gotas da água da chuva aumenta resultando em adensamentos e compactação da camada superficial, dificultando a infiltração da água e reduzindo a capacidade de absorção e armazenamento para alimentar os lençóis subterrâneos. Confirmou-se que esta é uma das principais causas da devastação que impactou a degradação ambiental em trechos que compreendem o Rio Pajeú. A Figura

14 mostra a incidência da degradação ambiental sobre o solo e que, como consequência, impossibilita a infiltração da água.

Figura 14. Erosão hídrica.



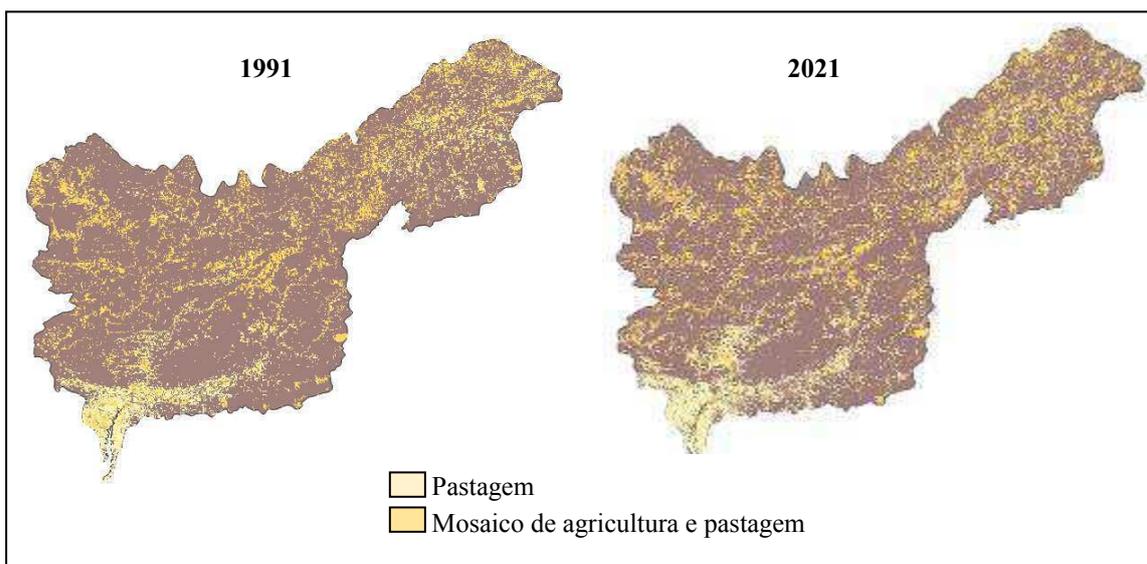
Fonte: Barros Júnior et al. (2015).

3.6.5 Uso e cobertura dos solos: sistemas agrícolas introduzidos ao longo dos anos

A ocupação das áreas agricultáveis ao longo dos cursos d'água do Rio Pajeú caracteriza um aspecto irracionalmente oposto à sustentabilidade da bacia hidrográfica. Segundo pesquisadores, numa região em que a principal força de trabalho é a agropecuária, a introdução de sistemas agrícolas completamente contrários aos sistemas ecológicos, elevou a acidez do solo, o que influenciou e vem influenciando negativamente o próprio processo de revegetação em áreas ao redor do Rio Pajeú.

Segundo Ferreira Irmão (2015), nas áreas da caatinga, a posse da terra é extremamente desigual e os grandes estabelecimentos representam uma pequena proporção do total, mas concentram a grande maioria da terra utilizada. Essa elevada concentração da terra está ligada ao tradicional sistema de produção que dominou na região e que foi o sistema da pecuária extensiva. A concentração da terra gerou uma grande desigualdade no acesso aos recursos, em particular nas áreas rurais habitadas por pequenos produtores onde se observa uma pobreza generalizada dos trabalhadores sem acesso ao principal meio de produção, a terra. Além disso, as condições inóspitas de clima e água aumentaram a distância entre a grande massa da população e a posse dos recursos. A Figura 15 mostra o uso e ocupação dos solos no espaço da Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú, entre os anos 1991 e 2021, representados pela Pastagem e o Mosaico de agricultura e pastagem.

Figura 15 – Pastagem e Mosaico de agricultura e pastagem na Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú entre os anos 1991 e 2021.



Fonte: Elaborado pela Autora, 2022.

A partir da execução do algoritmo Landscape ecology constatou-se que em 1991 a área do solo usada para a pastagem ocupava 61% do espaço da bacia hidrográfica e esta mesma atividade passou a ocupar 50% do solo no espaço. Por outro lado, em 1991 o mosaico de agricultura e pastagem ocupou 88% do solo para o uso dessas atividades, as quais passaram a ocupar 90% do espaço na bacia hidrográfica no ano 2021. Estas correlações permitiram constatar que, mesmo diminuído o uso do solo para a pastagem, em 30 anos, mas, de outro modo a ocupação do solo se expandiu para o uso da agricultura e da pastagem realizadas concomitantemente, constituindo o equivalente a uma área de 643,257 km².

De acordo com Barros Júnior et al. (2021), especialmente sobre a ação humana, a ocupação das áreas agricultáveis do Rio Pajeú é marcada historicamente pela ocupação das áreas férteis, principalmente os cursos d'água ao longo do Rio Pajeú, utilizadas para a criação de animais, a construção de currais e o erguimento de grandes latifúndios. Além disso, imensas áreas de terra foram ocupadas, dizimando milhares de hectares de matas ciliares, matas de encosta e tabuleiros de mata de Caatinga, com o duplo objetivo de abrir espaço para o pasto herbáceo e para afugentar o nativo. Ainda, conforme o autor e pesquisador, com o passar do tempo houve a introdução massiva de monocultivos cujo sistema de produção exigiu a derrubada de novas áreas da mata de Caatinga.

Segundo Martins (2013), na medida em que a degradação do solo é condicionada pela remoção da cobertura vegetal e das camadas de solo fértil superficial que, por sua vez,

causam um forte impacto negativo, a queda de folhas dentro da mata funciona como uma técnica sustentável com a capacidade de favorecer melhoria nas condições do solo, ou seja, a qualidade do solo em áreas degradadas por meio do aporte de matéria orgânica e aumento da disponibilidade dos demais nutrientes.

A realidade do estado da Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú é essencialmente caracterizada por um histórico de práticas insustentáveis. Com base em consultas a profissionais envolvidos em estudos e pesquisas na área que abrange o Rio Pajeú, apurou-se que todas estas ações antrópicas, principalmente aquelas que ocorrem de forma descontrolada, provocaram e vêm provocando a destruição dos recursos naturais e trouxeram como consequência direta e imediata a redução da capacidade e do tempo de recuperação da biodiversidade do Bioma Caatinga que antes existia.

Evidencia-se, aqui, que a preservação do rio depende de ações da sua nascente até a foz, abrangendo todo o seu percurso (LIRA e ARAÚJO, 2018). Desde a nascente até a foz do Rio Pajeú constata-se a degradação ambiental decorrente das mais diversas ações do homem sobre o Bioma Caatinga. Reverter estas consequências em áreas, já com um elevado grau ou em processo de ameaças de degradação, provoca a necessidade urgente de soluções. Destaca-se aqui que, embora seja um processo demorado, mas é preciso e é possível definir e aplicar propostas concretas de preservação dos recursos naturais e do Bioma Caatinga e sua consequência na revitalização e preservação do Rio Pajeú, bem como dos seus corpos d'água.

Principalmente a considerar que o conceito de desenvolvimento sustentável constitui em sua essência e em suas práticas o uso equilibrado e respeitoso dos recursos naturais, cabe percebermos a intensidade com que são usados e explorados, e o quanto isso está relacionado com as interações e dinâmicas que o homem realiza em vista da sua sobrevivência.

4. CONCLUSÕES

Concluiu-se que as ações antrópicas negativas foram as fontes que originaram as mudanças no espaço da Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú e os problemas ambientais existentes:

- As forças dominantes destas mudanças ao longo do tempo são as ações antrópicas negativas com notoriedade aos desmatamentos, às queimadas e às formas de uso

e de cobertura dos solos, principalmente os sistemas agrícolas baseados em práticas degradantes e que foram introduzidos ao longo dos anos;

- Conquanto, notadamente a estas ações, afirma-se que as mesmas são promovidas não apenas pelas populações que ocupam os espaços rurais, mas também e inclusivamente, por diversos segmentos do mercado que agem de forma omissa e fomentam o desmatamento com a intenção maior da exploração da madeira ou a implantação de empreendimentos. Ademais, expressamente esta exploração de recursos naturais da Caatinga não é monitorada pela maior parte do poder público, sendo constantemente denunciada por atores da sociedade civil;

Destarte, o estado atual da bacia hidrográfica é caracterizado pela mudança na diminuição da vegetação de Caatinga, pelo aumento da atividade agropecuária e por problemas ambientais como as erosões hídricas e de camadas aráveis do solo, bem como o empobrecimento e a degradação dos solos, estando presentes não somente no percurso do Rio Pajeú, mas em toda a rede hidrográfica, ou seja, incluindo demais rios e riachos tributários, além das matas ciliares.

Concluiu-se que a mudança no uso e ocupação do solo é o fator ao qual está interconectado todas as demais mudanças e problemas ambientais e que para promover a conservação dos recursos naturais ainda existentes e, concomitantemente, evitar a degradação ambiental a fim de recuperar o que já foi degradado, se faz necessário um gerenciamento sustentável pautado em planejamentos que priorizem tecnologias sustentáveis capazes de proteger e recuperar perdas que acontecem desde a flora e a fauna, até os serviços ambientais e ecossistêmicos associados.

No que concerne a isto, o auxílio/incorporação de técnicas de geoprocessamento (imagens, dados e estatísticas) de fatores de clima, vegetação, tipos e pedologia dos solos, relevo, declividade, hipsometria, e rede hidrográfica, conferem um aprofundamento destes aspectos podendo auxiliar no planejamento de ações de gestão e de recuperação de rios e demais áreas, haja vista que: (i) enriquece a contextualização sobre o potencial, as fragilidades e as limitações de um determinado local; (ii) facultar planejar e desenvolver estratégias mais pontuais/assertivas quanto ao desenvolvimento da atividade agropecuária produtiva e sustentável, bem como estratégias de sustentabilidade, tanto produtivas quanto de preservação e de recuperação ambiental.

CAPÍTULO II – MODELAGEM CONCEITUAL DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS AGROECOLÓGICOS: CARACTERIZAÇÃO, MANEJO E PRODUTIVIDADE

1. INTRODUÇÃO

Na década de 1970, a preocupação com a finitude dos recursos naturais incorreu no surgimento do termo desenvolvimento sustentável, suscitando o debate acerca da relação entre crescimento econômico e preservação ambiental. A partir de meados do século XX, a preocupação com as questões ambientais aumentou e na conjuntura do desenvolvimento rural sustentável analisou-se a necessidade de uma agricultura efetivamente sustentável e com potencial de preservar o meio ambiente, ao contrário de efeitos drásticos que o modelo de produção agropecuária ou agricultura convencional causa no mesmo (PALUDO e COSTABEBER, 2012).

Em conformidade com Layrargues (1997), a questão ambiental deve ser tratada considerando-se o fato de que existem estratégias de sobrevivência que temos desenvolvido até então. Quando abordada em suas problemáticas, deve-se considerar precisamente a escolha de qual tipo de desenvolvimento se deseja implementar buscando a prudência ecológica, a justiça social e a eficiência econômica, desde que o modelo convencional, frente à crise ambiental, revelou a necessidade de alteração desse modelo para um estilo sustentável.

Neste percurso histórico, o processo da expansão destrutiva da agricultura moderna ocasionou um movimento de agroecologia que, através de práticas sustentáveis defende a biodiversidade agrícola. Nos últimos 35 anos, esta ciência chamada Agroecologia vem sendo formulada e organizada a partir da integração dos conhecimentos com o objetivo de orientar o planejamento e a implantação de modos de trabalho e de vida humanos que possibilitem a reconstrução ecológica da agricultura e da vida em sociedade (ARAUJO et al., 2011).

Assim, a Agroecologia possui em sua essência um enfoque científico que iniciou com a tentativa de mostrar novas maneiras de realizar uma agricultura que caminhe na direção da sustentabilidade e, logo em seguida, viria a incorporar a importância do saber popular, sobre o ambiente e sobre o manejo dos recursos naturais nos processos produtivos agrícolas ou extrativistas, que foi acumulado pelas comunidades tradicionais ou

camponesas ao longo dos anos, passando a articular, desta forma, o conhecimento científico com estes saberes. E, nesse processo de construção da Agroecologia como uma nova ciência, foram sendo incorporados aportes de outros campos do conhecimento que, juntos, nos ajudam a entender e explicar a crise socioambiental gerada pelos modelos de desenvolvimento e de agricultura convencionais e, ao mesmo tempo, contribuem para pensarmos e construirmos novos desenhos de agroecossistemas (sistemas manejados pelo homem) e de agricultura que caminhem na direção da sustentabilidade. Na verdade, então, a Agroecologia, no seu sentido mais comum, é a ciência que nos ajuda a articular diferentes conhecimentos científicos e saberes populares para a busca de mais sustentabilidade na agricultura (CAPORAL et al., 2007).

Segundo Caporal (2009), a agroecologia não é apenas um estilo de agricultura menos agressiva ao meio ambiente, nem somente um modelo de agricultura ou mesmo uma agricultura que não usa agrotóxicos. Ela também não trata unicamente do manejo ecologicamente responsável dos recursos naturais. Mas, sim, conforme o autor enfatiza, ela se constitui em um campo do conhecimento científico que, partindo de um enfoque holístico e de uma abordagem sistêmica, pretende contribuir para que as sociedades possam redirecionar o curso alterado da coevolução social e ecológica nas suas mais diferentes inter-relações. E, para tanto, ela conduz a uma mudança ecológica concomitantemente a uma mudança social, e ambas acontecem através de uma convivência social que se dá de forma participativa e com uma visão holística.

Nesta conjuntura, Steenbock e Vezzani (2013), expõem que a agrofloresta tem uma diferença de orientação do processo produtivo, ou seja, ela potencializa os processos naturais para a otimização da produção sustentável de alimentos e também da biodiversidade como um todo. Mas, os autores ressaltam que é necessário considerarmos os elementos definidores da estrutura agroflorestal, caso contrário, corremos o risco de manter a mesma lógica produtiva da artificialização de agroecossistemas, comum na agricultura convencional.

A temática da sustentabilidade no campo tem promovido a discussão de alternativas que podem produzir as necessárias e desejadas mudanças de transformação ambiental que garantam a preservação do patrimônio natural e sua sustentabilidade (SILVA, 2008). Acerca de tais alternativas, o autor enfatiza a necessidade da sistematização do conhecimento a fim de que se possa melhor efetivá-lo na prática.

Os sistemas agroflorestais compreendem os cultivos consorciados de espécies arbóreas com culturas agrícolas e, dependendo, também animais. Ou seja, o sistema agroflorestal: agro (cultivo de plantas) e florestal (florestas), é uma forma de cultivo onde mescla culturas diversificadas para a produção de alimentos com espécies florestais e, também, animais.

Ressalta-se, aqui, uma menção muito importante afirmada por Caporal (2009) e que esclarece que a Agroecologia não se propõe como uma solução para resolver todos os problemas reproduzidos pelas ações antrópicas de nossos modelos de produção e de consumo e, do mesmo modo, não busca ser a solução para os males provocados pelas estruturas econômicas. Mas, ela pretende orientar estratégias de desenvolvimento rural mais sustentáveis e de transição para estilos de agriculturas mais sustentáveis, como uma contribuição para a vida das atuais e das futuras gerações neste planeta de recursos limitados.

O que se defende é que nos princípios da Agroecologia existe um potencial técnico-científico já conhecido e que é capaz de impulsionar uma mudança substancial no meio rural e na agricultura e, portanto, pode servir como base para reorientar ações de ensino, de pesquisa e de assessoria ou assistência técnica e extensão rural, numa perspectiva que assegure uma maior sustentabilidade socioambiental e econômica para os diferentes agroecossistemas.

Ciente de que a construção desse caminho e a mudança efetiva na ação humana exigem o uso de instrumentos que ajudem na disseminação do conhecimento, o objetivo a que se propôs a pesquisa foi pautado na necessidade de elaborar modelos conceituais que representam aspectos primordiais que caracterizam um sistema agroflorestal agroecológico, haja vista o seu papel estratégico enquanto prática sustentável de uso dos recursos naturais em áreas degradadas.

Em torno desta perspectiva, delinear-se as principais ações relacionadas à implantação de um SAF agroecológico, a fim de dar visibilidade às metodologias e práticas dessa alternativa sustentável de produção e também refletir sobre a importância dos recursos naturais existentes na região Semiárida brasileira e em áreas degradadas. Ante isto, por meio do Modelo Entidade-Relacionamento foram reproduzidas atividades, características e inter-relações, ou seja, as relações sistêmicas que estes elementos têm entre si.

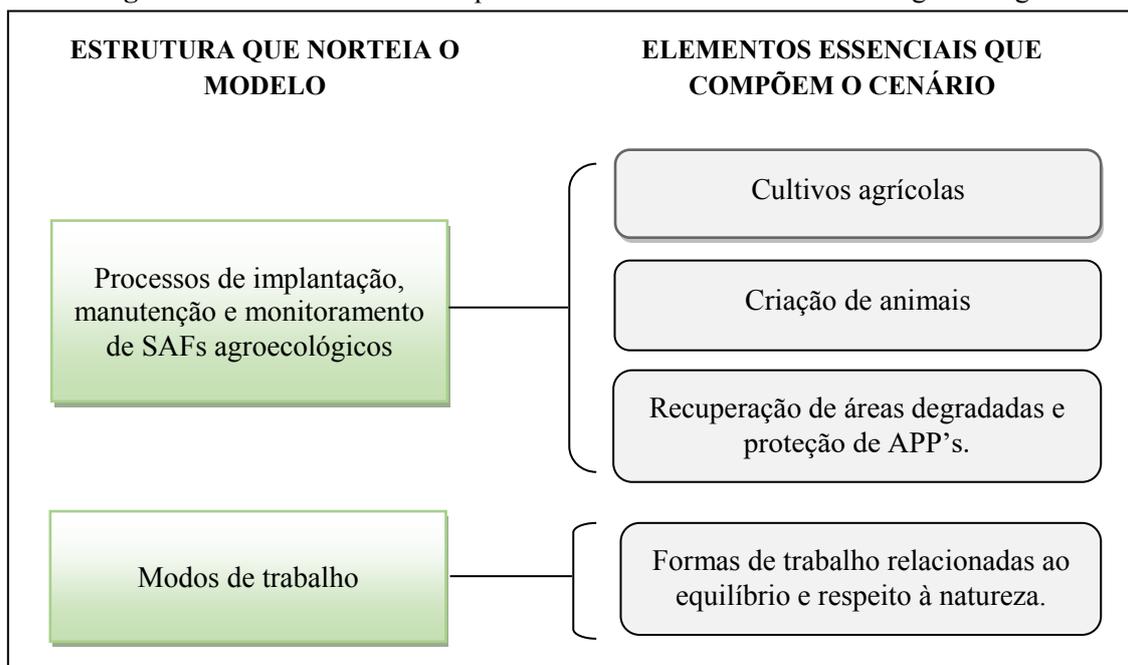
2. METODOLOGIA

2.1 Modelo estrutural: Sistemas Agroflorestais Agroecológicos

A modelagem conceitual (Diagrama Entidade-Relacionamento), com a finalidade de representar os SAF's agroecológicos, contemplou em sua composição técnica os aspectos de caracterização, produtividade e manejo, bem como os modos de trabalho realizados. Estes, por sua vez, são o eixo norteador dos modelos conceituais criados.

Para tanto, fez-se necessário caracterizar o funcionamento desses sistemas, bem como os diferentes processos e atividades presentes no mesmo, e as interações que se estabelecem entre si e que são a essência do seu funcionamento. Ademais, além de caracterizar especialmente a função de produção de culturas agrícolas dos SAF's nas realidades constatadas, os modelos também caracterizaram a função associada à recuperação de áreas degradadas e à proteção de áreas de preservação permanente. Por se tratar de uma tecnologia que propõe alternativas para minimizar a artificialização do ambiente natural pela agricultura, esses cenários também caracterizaram os modos de trabalho realizados no sistema, ou seja, as formas de trabalho que têm relação direta com o equilíbrio da natureza e pelas quais o sistema é mantido em funcionamento. A seguir, a Figura 16 delinea a estrutura sobre a qual o modelo se fundamenta, bem como os elementos indispensáveis à composição do cenário em questão.

Figura 16 – Modelo estrutural que caracteriza o cenário dos SAF's agroecológicos.



Fonte: elaborado pela Autora, 2020.

Ante isto, a modelagem conceitual desse cenário que aborda os SAF's agroecológicos e vários outros aspectos relacionados, foi concebida com base em um conjunto de dados e informações adquiridos ante a abstração dos sistemas agroflorestais nas unidades de análise pesquisadas e sua posterior modelagem conceitual. Este conjunto abordou os seguintes assuntos:

- i. Processos de implantação dos SAF's;
- ii. Sistema agroflorestal e a unidade de produção trabalhada pela família;
- iii. Problemas ambientais existentes antes da implantação do SAF's;
- iv. Ações de preservação ambiental;
- v. Composição do SAF's na unidade produtiva;

Estes assuntos primordiais foram relacionados a outras temáticas investigadas que complementaram os modelos conceituais:

- vi. Princípios do Sistema Agroflorestal Agroecológico;
- vii. Dinâmica vegetal do SAF agroecológico;
- viii. SAF's agroecológicos em áreas degradadas;
- ix. Problemas de degradação ambiental na unidade de produção;
- x. A Agroecologia e os SAF's: construção do conhecimento e transição ao SAF;
- xi. Novos caminhos para a disseminação do conhecimento sobre SAF's.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Modelagem conceitual: Sistema agroflorestal

O modelo conceitual entidade-relacionamento do Sistema Agroflorestal congrega a conjuntura da unidade de produção trabalhada pela família, uma vez que é implantado nas unidades produtivas das famílias de pequenos produtores rurais e gerenciado pelos mesmos.

O modelo é uma representação unificada e simplificada de distintas realidades, (Barcelar, 2014 in Oliveira, 2020) a partir das quais pôde-se sistematizar características que definem os vários sistemas agroflorestais implantados no Sertão do Pajeú. Assim, ao investigar os SAF's na região, compreendeu-se que as características a eles relacionadas

abordam primeiramente o tempo de implantação, a área ocupada e o modelo agrícola que era realizado antes da implantação.

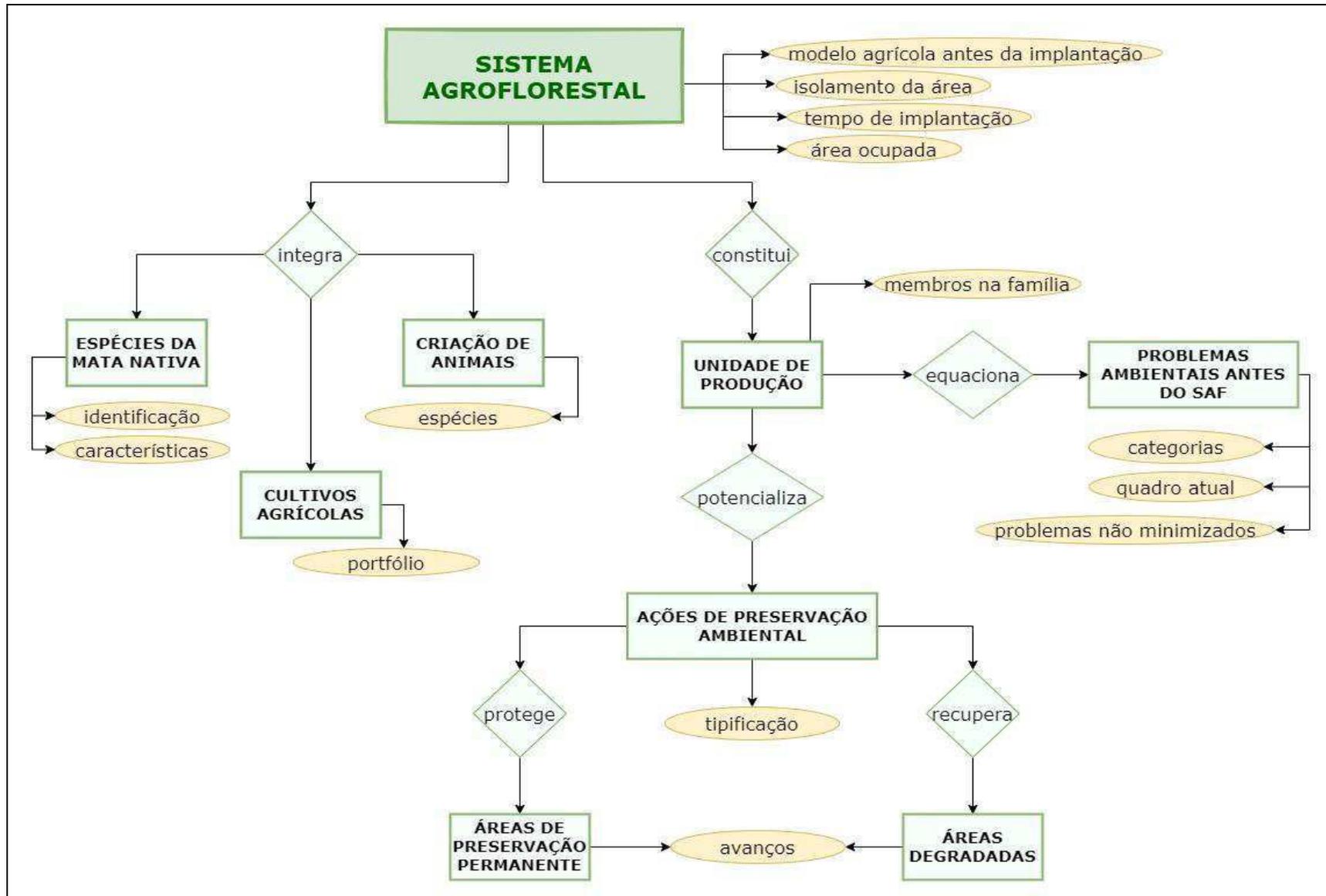
Ao unificar todas as atividades, as características específicas de cada uma delas, e os relacionamentos existentes entre as atividades, obteve-se uma modelagem que representa uma estrutura na qual os SAF's integram cultivos agrícolas e também estão associados à criação de animais (MARTINS, 2013). Neste conjunto de relacionamentos que representam uma integração primordial dos SAF's no Sertão do Pajeú, os cultivos agrícolas possuem um portfólio variado e a criação de animais também é caracterizada por um conjunto de espécies variadas. Ressalta-se que eminentemente os SAF's estudados são silviagrícolas, combinando variadas espécies florestais com culturas agrícolas anuais ou perenes.

Associadamente a isto, eles estão inseridos em uma unidade de produção, a qual é constituída por um determinado número de membros. Esta mesma, é a responsável por equacionar os problemas ambientais existentes desde antes a implantação do SAF e por ser uma potencializadora de ações de preservação ambiental (Silva et al., 2016). A partir destas relações, afirma-se que as ações de preservação ambiental se destacam por duas funções essenciais: elas protegem as áreas de preservação permanente e permitem a recuperação de áreas degradadas (SOUZA et al., 2016). Percebe-se que estas ações estão diretamente relacionadas ao SAF, mas são concretizadas pelas famílias produtoras e em suas unidades de produção.

Relativamente aos problemas ambientais existentes desde antes as implantações dos SAF's no Sertão do Pajeú, três requisitos possibilitam compreendê-los, a saber: a categoria que os define por tipo de problema, o quadro atual e os problemas ambientais não minimizados que ainda continuam sem solução. Acerca das ações de preservação ambiental, elas são compreendidas a partir dos diversos tipos de ações realizadas, conjuntamente aos avanços adquiridos nas áreas de preservação permanente e nas áreas degradadas.

Adiante, apresentam-se os resultados obtidos referentes à modelagem e a cada um dos seus elementos conceituais, representados na Figura 17, os quais contemplaram os SAF's com uma especialidade à sua relação dentro do seu espaço de funcionamento principal que é a unidade de produção trabalhada pela família.

Figura 17 – Modelo conceitual: Sistema Agroflorestal.



Fonte: elaborado pela Autora, 2022/2023.

3.1.1 Sistema Agroflorestal

Foi constatado que dentre os SAF's estudados no Sertão do Pajeú, o sistema produtivo mais recente possui três anos de implantação e o sistema mais antigo foi implantado há 24 anos. Ademais, a área média de ocupação total dos sistemas compreende 0,7 hectares, destacando-se que a menor área ocupa 0,4 hectares e a maior 1,5 hectares.

Notadamente ao aspecto de implantação de um SAF, segundo Santos e Silva (2020), a mesma é tida como uma estratégia que conduz os agricultores não apenas ao uso e ao desenvolvimento de práticas sustentáveis, mas também ao aprendizado acerca das possibilidades de solução dos seus próprios problemas, uma vez que, através desta experiência e de todos os processos envolvidos, o agricultor também aprende a trabalhar de forma organizada e solidária, desenvolvendo competências que vão além das técnicas produtivas, resgatando antigas formas de trabalho que se realizavam com o enfoque da solidariedade.

No processo de implantação, 75% das famílias agricultoras realizaram a fase de isolamento para acelerar o processo de regeneração das áreas antes degradadas pelos cultivos exploratórios esgotantes e os sobre pastoreios (BARROS JÚNIOR, 2022). Quanto às famílias que optaram por não realizar esta fase, a razão que preponderou, segundo relataram, foi a falta de recurso financeiro, razão esta que obrigou parte das famílias a eliminar o plantel de animais. Abaixo, as Figuras 18 e 19 mostram o isolamento de algumas áreas de SAF's:

Figura 18 – Isolamento de área do SAF: comunidade rural do Sítio Engeitado, Triunfo-PE.



Fonte: pesquisa de campo aos SAF's agroecológicos, 2021.

Figura 19 – Isolamento de área do SAF: comunidade rural do Sítio Retiro, São José do Egito-PE.



Fonte: pesquisa de campo aos SAF's agroecológicos, 2021.

De acordo com Barros Júnior (2022), um dos processos mais decisivos na implantação de um sistema agroflorestal e que garante a produção de alimentos saudáveis, consiste em avaliar a possibilidade de isolamento da área para tornar possível a regeneração das espécies vegetais. Ao isolar uma área agroflorestal em um ambiente Semiárido, viabiliza-se a regeneração natural das espécies espontâneas trazendo de volta as micros fauna e flora, através do reaparecimento de plantas naturais que não conseguiam se desenvolver e que agora estão protegidas da ação de animais pastando, comuns na área do Semiárido.

Atestou-se, pelo depoimento das famílias agricultoras agrofloresteiras, que antes de os SAF's serem implantados, em todas as áreas o modelo agrícola desenvolvido não estava em equilíbrio com o meio ambiente e com o Bioma Caatinga, e as atividades/manejo na unidade de produção e em todo o seu entorno eram realizadas/desenvolvidas com base em:

- Realização de queimadas: 92% das famílias agricultoras.
- Extensas áreas plantadas com uma mesma cultura: 92%.
- Muitos animais sobre a área: 83%.
- Plantio morro a baixo: 75%.
- Uso de agrotóxicos: 67%.
- Uso de fertilizantes químicos: 42%.

- Uso de mecanização pesada: 33%.

Especialmente sobre o modo como desenvolviam a agricultura antes da implantação dos SAF's, apenas 8% declarou que realizava a prática diversificada de cultivos; as demais famílias, declararam que realizavam o cultivo de uma mesma cultura (ou apenas milho, ou apenas feijão, ou apenas fava, ou apenas o café), associadamente ao criatório de animais, mas especificamente de bovinos.

No tocante ao uso de mecanização todas elas declararam que “só era o arado”; dentre as famílias que realizavam queimadas, em unanimidade declaram realizar “subindo de ladeira acima” e que o plantio sempre foi realizado no sentido morro abaixo “de todo jeito” (THIES e MELO, 2013); o uso de agrotóxicos era massivo e imperativo, exaustivamente utilizado para exterminar formigueiros - “só fazia as coisas com veneno”, mesmo com a presença de animais sobre a área. Em decorrência a isto, o relato é de resistência e “quando a praga vinha, levava tudo, mesmo usando veneno”. “Foi quando percebemos que o modo como desenvolviam a agricultura estava errado”.

Após a implantação dos SAF's, todas as famílias passaram a manejar a área com base em procedimentos sustentáveis fundamentados nos princípios da Agroecologia. A partir de então, a unanimidade do grupo declarou que já não é feito o uso de agrotóxicos e sim, o uso de produtos naturais para o controle entomológico, associados a práticas de fertilização orgânica dos solos, dentre elas, a cobertura com folhas, uso de esterco e restos de silagem de milho.

Em seus depoimentos as famílias relataram de forma enfática que não fazem o uso de agrotóxicos “para mais nada” ou que “jamais” voltarão a usá-los. Este aspecto, que aborda uma dependência histórica do uso de agrotóxicos, mas que se transforma em uma mudança radical para a eliminação total desta prática, é bastante significativo e também fortemente identificado em variados relatos de agricultores familiares em Pernambuco, segundo apresentam autores como Silva et al. (2016); Souza e Silva (2016); Thies e Melo (2013); Lima (2012), e Carvalho (2009).

3.1.2 Sistema Agroflorestal e unidade de produção trabalhada pela família

No que se refere à função dos SAF's na unidade produtiva, constatou-se que, como se esperava, o cultivo agrícola prepondera em 100% das famílias entrevistadas e, em 83% delas a função do SAF também está relacionada à criação de animais. Enfatiza-se

ainda que, embora sendo uma ação propulsão e dependente da família agricultora, os SAF's também têm a função de aumentar e proteger áreas de proteção permanente (SOUZA et al., 2016), função esta se constatou em 100% das unidades produtivas, sendo que, em 92% delas, a função de recuperação de áreas degradadas também se encontra presente.

Os SAF's são sistemas produtivos de imensurável valor, haja vista o potencial diverso que o mesmo tem e que infunde de diversas maneiras sobre as diferentes famílias agricultoras. Segundo Cardoso et al. (2018), os SAF's são estratégias de uso do solo que encarnam a natureza, onde prevalecem boas práticas de agricultura para instaurar consórcios de espécies alimentares e não alimentares que se consumam no espaço e no tempo, de tal modo que estas comunidades complexas são capazes de gerar bens para os cultivadores (alimentos, fibras e combustíveis), restaurar o ambiente e fornecer serviços ambientais essenciais para a saúde do planeta.

Ainda, sobre a função dos SAF's relacionada à proteção de áreas permanentes e florestas nativas, segundo Santos e Silva (2020), as áreas com plantios agroflorestais têm grande potencial para o aumento da biodiversidade e contribuem para diminuir a pressão humana sobre as florestas nativas, em razão da sua multifuncionalidade no nível da propriedade e da paisagem.

Também sobre a função do SAF, as famílias entrevistadas fizeram menções relevantes, dentre elas a importância de que este é um “sistema que também alimenta os animais”; quanto às “áreas de proteção permanente, estas eram descampadas, bem cansadas, e agora foram recuperadas” em função de que este “sistema é uma técnica de proteção”, inclusive “serve para proteger o rio e os poços”; este é um “sistema onde não se perde nada” e ainda favorece “a criação de abelhas, também” (LIMA, 2012). Ainda, ressalta-se que 95% das áreas de proteção permanente foram recuperadas e 75% das áreas degradadas foram reflorestadas a partir da introdução dos SAF's agroecológicos. Dentre os relatos, sobressaiu-se a menção de que a “área era degradada e hoje não é mais”.

Complementando a discussão que essa modelagem expressa, agregada a estas relações fundamentais que definem o sistema agroflorestal, tudo só é possível de ser gerenciado e manejado em razão da unidade de produção representada pela família agricultora, na qual seus membros são os responsáveis desde o processo de implantação, até a manutenção e a constante gestão (SOUZA e SILVA, 2016).

A relação dos SAF's com as unidades de produção é peculiar, pois é neste espaço que se estabelece a organização produtiva. Segundo Stamberg (2022), as unidades de produção são caracterizadas pela complexidade e diversidade de organização da produção, em que, a complexidade origina-se dos modos de utilização do espaço agrícola diante das potencialidades e limitações dos ecossistemas onde os agricultores estão inseridos, e a diversidade é revelada por um conjunto de aspectos ambientais, sociais e econômicos.

Relativamente à faixa etária, os membros familiares entrevistados declaram apresentar idade entre 20 e 74 anos, com a maioria dos adultos a partir dos 30 anos de idade. Em duas famílias constatou-se membros familiares com idade entre 01 a 10 anos e em outros dois casos, idade entre 16 e 29 anos de idade. Isto significa dizer, que embora as famílias agricultoras sejam constituídas sobretudo por adultos, os jovens também estão presentes nestes núcleos familiares, aspecto este, que pode ser um fator crucial para o funcionamento futuro dos SAF's, haja vista que são um público que muito é afetado pelas dificuldades enfrentadas no campo.

De acordo com organizações não governamentais como o Centro de Desenvolvimento Agroecológico Sabiá e a Associação de Desenvolvimento Rural Sustentável da Serra da Baixa Verde, a falta de políticas públicas no campo reflete o êxodo rural das juventudes, as quais acabam mudando para as áreas urbanas das cidades em busca de oportunidades. A construção da Agroecologia passa pelas mãos da juventude e além de fortalecê-la, também a aproxima cada vez mais do campo.

Dentre os agricultores agrofloreiros entrevistados nesta pesquisa tem-se um bom nível de instrução, com 58% destes agricultores familiares possuindo o Segundo Grau completo e os 42% restantes, o Primeiro Grau. É importante ainda salientar que três agricultores possuem Cursos Técnicos nas áreas de Agroecologia, Agroindústria e Informática, e dois possuem o Ensino Superior nas áreas de Ciências Biológicas e Pedagogia.

Em meio a esta abordagem, destaca-se que, além da principal atividade realizada pelos agricultores familiares na agropecuária, muitos deles também declararam desenvolver atividades secundárias, dentre as quais: brigadista do Ibama, cozinheira, freteiro, pedreiro, técnica educacional, viveirista/ produtor de mudas, e gestor responsável da sementeira, sendo cada uma destas atividades secundárias relacionadas a um agricultor ou agricultora familiar, individualmente.

O núcleo familiar é fundamental na implantação de um SAF, acima de tudo quando o que se busca com o mesmo é uma boa organização do trabalho. São os membros familiares que conhecem as condições do solo, as plantas que conseguem crescer com maior facilidade em suas propriedades, entre outras condições particulares à cada família. Estes aspectos são cruciais uma vez que, normalmente, para se implantar uma agrofloresta se começa a partir da área que as famílias agricultoras já trabalham e aproveitam o que já existe, ou seja, o que elas já costumam cultivar (SOUZA e SILVA, 2016).

3.1.3 Problemas ambientais existentes desde antes a implantação dos SAF's

A família agricultora declara que busca equacionar problemas ambientais existentes desde antes a implantação do SAF, parte dos quais ainda persiste no quadro atual. Sobre estes, foram constatadas as seguintes categorias de problemas:

- Desmatamentos e brocas – provocados pelo corte de madeira e pela exploração de mata de Caatinga para o consumo de lenha e a fabricação de carvão;
- Incidência de populações descontroladas de insetos e infestações de doenças – a única forma de controle utilizada ocorria pelo uso de agrotóxicos;
- Degradação, solo pobre, desgastado, exposto, com pedras e acidentado – ocasionados pelo monocultivo;
- Erosões no solo e na superfície, escoamento rápido da água e erosão hídrica – ocasionados pelo monocultivo e pela insistência em manter o solo descoberto;
- Esgotamento da fertilidade natural dos solos – ocasionado pela monocultura exploratória e pelas queimadas;
- Contaminação do solo, da água e da vegetação, e morte de animais – ocasionadas pelo uso indiscriminado e intensivo de agrotóxicos;
- Escassez hídrica – ocasionada pelos desmatamentos e cultivos exploratórios.

Constatou-se que em 58% das unidades produtivas das famílias agricultoras, os problemas ambientais que existiam desde antes a implantação dos SAF's foram solucionados e já não existem. Mas, nas demais famílias ainda existem problemas ambientais que permanecem sem solução, mesmo depois da mudança para o modelo agroecológico. Dentre os problemas não minimizados estão os desmatamentos, as queimadas, o uso de agrotóxicos no entorno da propriedade, erosão, perda de solo, perda

de água (assoreamentos mananciais), além da destinação do lixo e a inexistência de esgotamento sanitário.

De acordo com Guerra e Barros Júnior (2011), estes processos de degradação e problemas ambientais ocorrem muito em função da forma como é feito o manejo do recurso natural e da percepção, importância e técnicas que se tem sobre a sua conservação. Sobre a forma como se dá o manejo, segundo Costabeber e Paulus (2009), os monocultivos, baseados nas práticas e tecnologias da chamada Revolução Verde, têm sido responsáveis por um conjunto de externalidades que levaram a uma crise socioambiental sem precedentes na história da humanidade.

3.1.4 Ações de preservação ambiental realizadas nas unidades de produção

No Sertão do Pajeú, o equacionamento de problemas ambientais está intrinsicamente ligado à unidade de produção agroflorestal, a qual é reconhecidamente caracterizada por ser uma potencializadora de ações de preservação ambiental (SOUZA et al., 2016). No momento da realização da presente pesquisa, os agricultores agrofloresteiros declararam que em apenas 33% das comunidades rurais onde os SAF's estão estabelecidos, existem trabalhos em prol da preservação do meio ambiente, dentre os quais destaca-se a existência de ações ou de estruturas como a casa de sementes, cercas vivas, barramentos de pedra, áreas de preservação permanente e multiplicação de espécies de plantas em extinção.

Nas demais comunidades (67% delas), os trabalhos em prol da preservação do meio ambiente ainda não existem ou são insipientes, mas, por outro lado, também existe um movimento em curso de outras famílias na direção de adotarem ações de proteção através dos caminhos propostos pelos sistemas agroflorestais.

As ações de preservação ambiental condicionam benefícios como a proteção de áreas de preservação permanente e a recuperação de áreas degradadas (MARTINS, 2013). Na pesquisa, constatou-se que as unidades produtivas fortalecem as ações de preservação ambiental e, acerca destas percepções, sobressaem-se, a partir do levantamento realizado junto às famílias agricultoras que foram entrevistadas, os avanços de que em todas as unidades de produção, mais da metade das áreas de proteção permanente foram recuperadas e mais da metade das áreas degradadas foram reflorestadas.

3.2 Modelagem conceitual: princípios do Sistema Agroflorestal Agroecológico – Dinâmica Vegetal

Na modelagem conceitual dos princípios dos SAF's agroecológicos e da dinâmica vegetal, ilustrada na Figura 20, os mesmos são representados pela modelagem da dinâmica vegetal que diz respeito ao cultivo agrícola, o qual é direcionado tanto para a alimentação da família agricultora, quanto à alimentação de rebanhos. Assim, a dinâmica vegetal abrange a conjuntura das espécies vegetais pioneiras, espécies colonizadoras, espécies de clímax arbóreas nativas da Caatinga, e as culturas agrícolas.

A respeito das espécies da mata nativa, estas possuem características relacionadas ao funcionamento dos SAF's, e no que concerne às culturas agrícolas, particularmente no Sertão do Pajeú, contemplam o conjunto de cereais, frutas, hortaliças, tubérculos e temperos.

Foi identificado que nos SAF's agroecológicos do Sertão do Pajeú, a dinâmica vegetal considera as particularidades do Bioma Caatinga e também as espécies arbóreas da região. Este método reforça o uso de espécies nativas da região e o potencial destas, quando consorciadas com as culturas agrícolas, de propiciar a diversificação da produção e, com isso, beneficiar o pequeno produtor rural em termos de qualidade de vida, mas primordialmente, sua faculdade em garantir a sustentabilidade ambiental do sistema e da área ao seu entorno (STEENBOCK e VEZZANI, 2013).

Figura 20 – Modelo conceitual: Dinâmica vegetal do SAF agroecológico.



Fonte: elaborado pela Autora, 2022/2023.

3.2.1 Introdução de espécies de leguminosas

Nesse processo é preciso considerar, acima de tudo, que a implantação de um SAF constitui diferentes etapas que estão interconectadas e cuja gestão necessita acontecer constantemente, pois isso favorece o progresso conjunto e paralelo das funções do sistema produtivo (SILVA et al., 2016). Assim, após as etapas antecedentes de escolha da área e de isolamento, quando necessário, a implantação dos SAF's agroecológicos no Sertão do Pajeú é caracterizada pelas etapas de introdução de espécies de leguminosas, introdução de espécies vegetais arbóreas nativas, e introdução de espécies vegetais cultivadas para a alimentação da família agricultora e também dos animais. A seguir, no Quadro 2, apresentam-se as principais espécies de leguminosas da Caatinga cultivadas nos SAF's.

Quadro 2 – Principais espécies de leguminosas da Caatinga cultivadas nos SAF's agroecológicos no Sertão do Pajeú.

Nome vulgar	Nome científico	Quantitativo de SAF's
Catingueira	<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.	8
Feijão-bravo	<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J.Presl	8
Marmeleiro	<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	6
Mororó	<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	2
Pau-ferro/jucá	<i>Caesalpinia leiostachya</i> (Benth.) Ducke	7

Fonte: dados primários.

Outras espécies citadas pelas famílias agrofloresteiras cultivadas nos SAF's que se enquadram no grupo das leguminosas: amarra-cachorro (*Jacquemontia pentanthos* (Jacq.) G.Don ou *Convolvulaceae* sp.), espinheiro (*Acacia glomerosa* Benth.), feijão de porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC), feijão de rolinha (*Macroptilium lathyroides* (L.) Urb), e jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir).

Ainda sobre as espécies de leguminosas, é reforçado que elas são potencialmente fixadoras do nitrogênio presente na atmosfera e que passa a ser disponibilizado para os demais vegetais do sistema a partir da existência de rizóbios presente nas raízes (RIBASKI et al., 2001), ressaltando-se que a utilização desses adubos verdes permite, além da fertilização do solo, a melhoria de suas características físicas e biológicas e o auxílio de forma eficiente no controle das plantas espontâneas. Conquanto, o mais importante é que no processo de revegetação as plantas com capacidade de fixar o nitrogênio do ar e de condicionar o surgimento de material orgânico sempre são recomendadas, mas sob o requisito de considerar as características regionais.

Na medida em que o sistema agroflorestal agroecológico tem como premissa o baixo uso de insumos externos associado às ações sustentáveis que não agridem o meio ambiente, a etapa de introdução de espécies leguminosas preconiza uma relação de uma importante harmonia com o meio ambiente. De acordo com Martins (2013), não se pode esquecer que as espécies possuem suas peculiaridades e nem todas têm potencialidade de atender a critérios de composição de matéria orgânica, favorecimento de fertilidade, promoção do crescimento radicular das plantas, entre outros.

3.2.2 Espécies vegetais arbóreas nativas da Caatinga ou adaptadas

Em sistemas agroflorestais é imprescindível voltar o olhar para as espécies preferencialmente nativas do Bioma em questão, mas também aquelas que são adaptadas, pois isso favorece a manutenção da área restaurada, ou seja, coopera para uma recuperação íntegra dos ecossistemas. Segundo Martins (2013), especialmente no que concerne a plantar espécies nativas com ocorrência em florestas da mesma bacia hidrográfica ou da mesma região, a escolha de espécies nativas regionais é importante porque essas espécies são adaptadas às condições ecológicas locais. O Quadro 3 expõe as espécies vegetais arbóreas nativas da Caatinga cultivadas nos SAF's agroecológicos no Sertão do Pajeú.

Quadro 3 – Espécies vegetais arbóreas em desenvolvimento em áreas da Caatinga e cultivadas nos SAF's agroecológicos no Sertão do Pajeú.

Nome vulgar	Nome científico	Quantitativo de SAF's
Angico liso e de caroço	<i>Leguminosae-mimosoideae spp.</i>	8
Aroeira brava	<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	5
Aroeira mansa	<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	8
Barbatimão	<i>Stryphnodendron barbatiman</i> Mart.	2
Baraúna	<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engler	5
Burra-leiteira	<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> (L.) Small	2
Canafistula	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	4
Carabeira	<i>Tabebuia caraiba</i> (Mart.) Bureau	6
Ingazeira	<i>Inga edulis</i> Mart.	3
Ipê	<i>Bignoniaceae spp.</i>	7
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	2
Juazeiro	<i>Zizyphus joazeiro</i> Mart.	7
Jurema preta	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir	4
Mororó	<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	2
Pajeú	<i>Triplaris gardneriana</i> Wedd.	3
Pereiro	<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart. & Zucc.	1

Tamboril	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	3
Umburana de cambão	<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B. Gillett	6
Umburana de cheiro	<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A. C. Sm.	3
Umbuzeiro	<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Cam.	6

Ainda, foram citados quatro espécimes de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.), três espécimes de Gliricídea (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.) e moringa (*Moringa oleifera* Lam.), dois de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.) e um espécime de cada uma das árvores relacionadas a seguir: aveloz (*Euphorbia tirucalli* L.), barriguda de caroço (*Ceiba glaziovii* (Kuntze) K.Schum.), cajarana (*Spondias cytherea* Sonn.), carrancudo (*Fabaceae* sp.), cedro (*Cedrela fissilis* Vell.), Ciribú (*Spondias* spp), frei-jorge (*Cordia* sp), mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), maniçoba (*Manihot glaziovii* Müll.Arg.), manjola (*Acacia polyphylla* DC.), mulungu (*Erythrina mulungu* Mart. ex Benth.), pau-piranha (*Guapira graciliflora* (Mart. ex Schmidt) Lundell), pitáia (*Hylocereus* sp.), pitomba (*Talisia esculenta* (A. St. Hil) Radlk), quinaquina (*Rubiaceae* sp.), quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium* (Humb. ex Roem. & Schult.) T.D. Penn.), sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.), tatajuba (*Bagassa guianensis* Aubl.), e umbu-cajá (*Spondias bahiensis* P. Carvalho, Van den Berg e M. Machado). Nos SAF's também aparecem de forma generalizada forrageiras como a palma (*Opuntia cochenillifera* (L.) Mill.) e capim (*Poaceae* sp.) de diferentes espécies.

De acordo com Silva et al. (2016), frente à agricultura convencional as espécies vegetais arbóreas introduzidas nos sistemas agroflorestais agroecológicos apresentam como principais vantagens a fácil recuperação da fertilidade dos solos, o fornecimento de adubos verdes, o controle de ervas daninhas, além de promover benefícios econômicos e ecológicos.

Em um sistema agroflorestal agroecológico que não utiliza irrigação e depende da água da chuva, a capacidade de retenção de água do solo e sua disponibilidade para as plantas aumentam com a matéria orgânica produzida pelas folhas das espécies arbóreas, depositadas em serrapilheiras abaixo das copas das árvores e que caem ciclicamente entre uma seca e outra (SOUZA e SILVA, 2016). Esta característica contribui para a diminuição do escoamento superficial da água e aumenta a sua infiltração para as camadas internas do solo, onde fica disponível para as raízes das plantas (SILVA et al., 2016).

3.2.3 Espécies vegetais cultivadas nos SAF's agroecológicos no Sertão do Pajeú: cereais, hortaliças, frutas, tubérculos e espécies destinadas à alimentação de rebanhos

A introdução de espécies vegetais cultivadas deve estar direcionada ao interesse, tanto alimentar, quanto econômico das famílias agricultoras. Estas espécies são de ciclo curto, entre elas a abóbora, feijões de arranca e de corda, mandioca e milho e as frutíferas caju e pinha, estas últimas reconhecidamente resistentes ao déficit hídrico comum na região. Os autores Souza e Castilho (2022) mencionam que a disponibilidade e a atratividade de alimento é um fator de grande relevância quando se pensa na implantação de SAF's. Adiante, o Quadro 4 elenca os cereais cultivados nos SAF's agroecológicos, o Quadro 5 apresenta as hortaliças cultivadas e o Quadro 6 exhibe as frutas cultivadas.

Quadro 4 – Cereais cultivados nos SAF's agroecológicos no Sertão do Pajeú.

Nome vulgar	Nome científico	Quantitativo de SAF's
Fava	<i>Vicia faba</i> L.	3
Feijão de arranca	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	9
Feijão guandu	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.	2
Feijão de corda	<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	3
Milho	<i>Zea mays</i> L.	9

Foram citados um espécime de cada um dos cereais: arroz (*Oryza* sp.), gergelim (*Sesamum indicum* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).

Quadro 5 – Hortaliças cultivadas nos SAF's agroecológicos no Sertão do Pajeú.

Hortaliças	Nome científico	Quantitativo de SAF's
Abóbora	<i>Cucurbitaceae</i> sp.	3
Alface	<i>Lactuca sativa</i> L.	3
Cebolinha	<i>Allium fistulosum</i> L.	3
Coentro	<i>Coriandrum sativum</i> L.	5
Couve	<i>Brassica oleracea</i> L.	2
Pimenta	<i>Capsicum</i> L.	3

Também foram citados um espécime de cada uma das hortaliças: arruda (*Ruta graveolens* L.), cebola (*Allium cepa* L.), erva cidreira (*Melissa officinalis* L.), hortelã (*Mentha spicata* L.), mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.), pimentão (*Capsicum annum* L.), rúcula (*Eruca sativa* Mill.), tomate-cereja (*Solanum lycopersicum* L. var. *cerasiforme*).

Quadro 6 – Frutas cultivadas nos SAF's agroecológicos no Sertão do Pajeú.

Frutas	Nome científico	Quantitativo de SAF's
Abacate	<i>Persea americana</i> Mill.	3
Acerola	<i>Malpighia emarginata</i> DC.	8
Atemoia	<i>Annona cherimola</i> Mill.	2
Azeitona	<i>Olea europaea</i> L.	3
Banana	<i>Musa</i> spp.	7
Cajá	<i>Spondias mombin</i> L.	2
Cajarana	<i>Spondias cytherea</i> Sonn.	2
Cajú	<i>Anacardium occidentale</i> L.	11
Ciribú	<i>Spondias</i> spp	2
Ciriguela	<i>Spondias purpúrea</i> L.	7
Coco	<i>Cocos nucifera</i> L.	4
Goiaba	<i>Psidium guajava</i> L.	10
Graviola	<i>Annona muricata</i> L.	9
Laranja	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	7
Laranja-lima	<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swingle	2
Limão	<i>Citrus limon</i> L. Burmann f.	9
Mamão	<i>Carica papaya</i> L.	6
Manga	<i>Mangifera indica</i> L.	12
Mexerica	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	2
Pinha	<i>Annona squamosa</i> L.	12
Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i> L.	3
Pitomba	<i>Talisia esculenta</i> (A. St. Hil) Radlk	6
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	2
Umbu	<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Cam.	5

Também foram citados um espécime de cada uma das frutas: amora (*Morus* L.), cacau (*Theobroma cacao* L.), café (*Coffea* sp.), carambola (*Averrhoa carambola* L.), cereja (*Prunus avium* L.), jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.), maçã (*Malus domestica* Borkh.), manguito (*Mangifera indica* sp.), maracujá (*Passiflora* sp.), morango (*Fragaria* sp.), oiticica (*Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch.).

Dentre as culturas que aparecem no Quadro 6, merecem destaque o caju, a goiaba e a pinha, espécies reconhecidamente menos sensíveis à escassez hídrica e a baixos índices de fertilidade no solo, condições inerentes ao ambiente Semiárido brasileiro (CARVALHO, 2009). Destaca-se o cajueiro como uma planta originária da região do nordeste brasileiro e que oferece uma boa cobertura vegetal ao solo, como também uma excelente cobertura morta proveniente das folhas secas.

Ainda, em conformidade com estes autores, essa cultura possibilita ainda realizar o consórcio com outros cultivos, ou seja, com outras espécies vegetais cultivadas no sistema de agrofloresta, seja para destinação de consumo familiar, seja para comercialização.

Nos Quadros 07 e 08 a seguir, estão relacionadas, respectivamente, as espécies vegetais que são cultivadas e colhidas nos SAF's e que podem ser inclusas no grupo das tuberosas e das forrageiras.

Quadro 7 – Tubérculos cultivados nos SAF's agroecológicos no Sertão do Pajeú.

Tubérculos	Nome científico	Quantitativo de SAF's
Batata doce	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	5
Inhame	<i>Dioscorea</i> spp.	5
Macaxeira/macaxeira	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	8

Quadro 8 – Espécies dos SAF's agroecológicos destinadas à alimentação de rebanhos no Sertão do Pajeú.

Espécie	Nome científico	Quantitativo de SAF's
Cana-de-açúcar	<i>Saccharum</i> L.	2
Capim elefante e cameroon	<i>Cenchrus purpureus</i> Schum / <i>Pennisetum purpureum</i> Schum	8
Gliricídea	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	12
Leucena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	11
Palma	<i>Opuntia cochenillifera</i> (L.) Mill.	12
Pinhão-bravo	<i>Jatropha molíssima</i> (Pohl) Baill.	2

Além destas espécies, também foram citados ainda um espécime das seguintes plantas, cujos produtos e subprodutos são destinados à alimentação dos animais: algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) DC); emibiratanha (*Pseudobombax marginatum* (A.St.-Hil., Juss. & Cambess.) A.Robyns.); restos culturais do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.); feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.); mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.); maniçoba (*Manihot glaziovii* Müll.Arg.); milho triturado (ração, passa na forrageira); moringa (*Moringa oleifera* Lam.); pau-piranha (*Guapira graciliflora* (Mart. ex Schmidt) Lundell); pinhão-bravo (*Jatropha molíssima* (Pohl) Baill.); sorgo (*Sorghum bicolor* L., Moench) e uma

família declara que destina todo o resto de culturas ou materiais provenientes da poda para fabricação de silagem. As Figuras 21 e 22 representam o aproveitamento de restos de culturas e de poda usados em processos diversos e de forma sustentável:

Figura 21 – Aproveitamento de restos de culturas.



Fonte: pesquisa de campo aos SAF's agroecológicos, 2021.

Figura 22 – Aproveitamento de restos de podas.



Fonte: pesquisa de campo aos SAF's agroecológicos, 2021.

Dentre algumas espécies destinadas à alimentação de rebanhos, destacam-se as seguintes particularidades relacionadas às formas como são utilizadas, a saber: (i) duas famílias aproveitam os restos de cultivo da palha do milho; (ii) a gliricídea é utilizada em forma de forragem; (iii) as folhas e frutos do mamão são utilizados por duas famílias para fazer ração para as galinhas; (iv) quatro famílias destinam as folhas e frutos da banana para alimentação de pequenos animais. Destaca-se, também, que a espécie endêmica da caatinga, o pinhão bravo, é uma planta rústica que nasce naturalmente.

Segundo Souza e Silva (2016), o princípio da agrofloresta é fazer com que a produção seja a mais diversificada possível e que o solo seja produtivo durante todo o ano. Normalmente se planta no roçado o milho, o feijão, a fava, a abóbora, mas, além destas

culturas, também se pode plantar espécies produtoras de forragem para os animais, como a palma forrageira, conjuntamente a espécies que viabilizam a adubação do solo como o feijão-guandú, o feijão-de-porco, a leucena, a gliricídea, entre outras plantas que têm a capacidade de fortalecer o solo tornando-o mais orgânico e produtivo.

No sistema agroflorestal, em consórcio com todas estas espécies, também deve-se plantar as espécies arbóreas do Bioma da região (SOUZA e SILVA, 2016), como a aroeira, o mulungu, a umburana, entre outras, além de espécies frutíferas que sejam adaptadas à região. Ante tudo isso, ressalta-se que leva tempo para alcançar uma floresta produtiva e diversificada, de modo que a realização de uma agricultura que não destrói os recursos naturais (solo, água, flora e fauna), é um fator chave que precisa ser seguido ano após ano até atingir esta condição em definitivo (SILVA et al., 2016).

Em toda essa dinâmica vegetal do SAF's, considerando-se primordialmente os princípios da agroecologia, evidencia-se um fator crucial que caracteriza os SAF's agroecológicos do Sertão do Pajeú, onde 58% das famílias agricultoras declararam que não fazem o uso de insumos externos, uma vez que não precisam importá-los de ambientes externos, pois tudo é gerado na dinâmica do sistema.

No caminho da sustentabilidade, também se averiguou que 17% das famílias têm a cultura de guardar a própria semente, possuindo sempre um estoque das principais culturas que cultivam. Por outra perspectiva, 42% das famílias utilizam insumos totalmente advindos dos recursos da natureza como o esterco de animais, dejetos dos biodigestores, folhas de essências que são repelentes e incorporam restos de culturas das áreas adjacentes. Seguidamente, apresenta-se uma representação da dinâmica vegetal dos SAF's.

Figura 23 – Detalhe da combinação de espécies leguminosas, arbóreas e agrícolas: comunidades rurais do Engeitado, Triunfo-PE e de Poço Grande, Flores-PE.



Fonte: pesquisa de campo aos SAF's agroecológicos, 2021.

3.2.4 Sobrevivência e o crescimento de mudas das espécies nativas da Caatinga

Em termos de sobrevivência, as famílias relataram que as plantas nativas apresentam um índice de sobrevivência maior do que as frutíferas, as quais apresentam uma performance muito abaixo em relação às nativas. Relativamente ao crescimento das mudas de nativas tido como forte, 67% das famílias assim consideram e relataram que esta performance se dá em razão da terra ser fértil. Por outro lado, constatou-se que nos casos em que o crescimento das mudas é razoável (25% das famílias assim declaram), ainda sim, a sobrevivência das espécies em campo é forte. O solo raso é o principal motivo apontado por 8% das famílias que consideram a sobrevivência e o crescimento das mudas como fraco, todavia, apesar deste índice se apresentar frágil, essas famílias complementaram que todas as mudas plantadas vingam e se desenvolvem após o transplântio.

Detectou-se que estas constatações estão relacionadas às ações de aumento de conservação e aumento da fertilidade do solo, associadas a práticas sustentáveis que são aplicadas desde a implantação dos SAF's, especialmente na introdução das espécies. Dentre elas, detectou-se em todas as famílias a prática de uso de insumos totalmente advindos dos recursos da natureza como esterco de animais e restos de culturas das áreas adjacentes, ambos associados ao produto das podas, quando o SAF já permite esta condição, de modo que favoreceu ainda mais o crescimento e a sobrevivência das mudas, conferindo estabilidade aos SAF's.

Estas práticas estão em harmonia com o que Souza e Silva (2016) indicam, isto é, a adição de esterco curtido em torno de cada cova, para aumentar a fertilidade e a retenção da água no solo, proporcionam um crescimento mais rápido das mudas transplantadas, com destaque à execução desta prática especialmente no primeiro ano de implantação, haja vista que garante um avanço muito positivo no desenvolvimento da agrofloresta. Ante isto, relativamente à sobrevivência e ao crescimento das mudas identificou-se que, tanto a prática de introduzir esterco é indispensável, quanto o plantio das adubadeiras também o é, uma vez que proporciona uma quantidade suficiente de sombra que espécies como as frutíferas e as nativas necessitam para se desenvolverem no primeiro ano, além da produção síncrona de matéria orgânica (RIBASKI et al., 2001; SOUZA e SILVA, 2016).

3.2.5 Processo de poda das plantas e também das plantas daninhas invasoras

Outro fator primordial que preconiza os princípios dos SAF's agroecológicos diz respeito ao processo de poda das plantas e às ervas espontâneas (TAVARES et al., 2003).

Esta técnica tem o objetivo de renovar estruturalmente e fisiologicamente as plantas a fim de que elas se tornem ainda mais produtivas e também estimulem a vegetação ao seu entorno a se desenvolver. Assim, nos SAF's das famílias agricultoras constatou-se que a poda segue o manejo de cada espécie e é realizada através das seguintes técnicas:

- Poda anual realizada nas frutíferas, a partir da qual é feita a eliminação dos galhos debilitados (secos, raquíticos, doente ou mortos) e que apresentem geotropismo positivo;
- Poda de seis em seis meses, ou em menor tempo, quando uma planta já está sombreando outra (raleamento), principalmente as plantas de elevado porte. Elimina-se a sobreposição para a passagem/abertura da luz;
- Poda de produção, ou seja, podas realizadas estrategicamente em frutíferas para melhorar a distribuição da luz dentro da copa e induzir a planta a voltar a produzir;
- Poda espontânea conforme a intensidade do crescimento das espécies associada à limpeza e roço das plantas espontâneas. Neste sentido, a mesma acontece em períodos não regulares ou quando necessário.
- Em períodos chuvosos as podas passam a ser feitas pelo menos uma vez por mês, ao contrário do período seco, no qual a poda de limpeza é mais espaçada e pode esperar por até três meses.

Ainda, sobre a técnica de podas, os agricultores familiares utilizam os seguintes instrumentos para a execução desta atividade: tesouras; facão e foices de tamanho convencional e pequenas, as quais, segundo eles, proporcionam em algumas situações um corte melhor. Comumente, são podadas as seguintes culturas agrícolas: (i) as frutíferas, principalmente goiabeira, acerola, laranjeira e banana; (ii) as espécies moringa, a leucena e gliricídea, destinadas para alimentação dos animais.

Além disso, os materiais da poda são reaproveitados dentro dos SAF's e nas unidades produtivas das seguintes maneiras:

- Na cobertura do solo, próximo à área sombreada pela copa das árvores;
- Restos culturais são triturados e depositados ao solo favorecendo a incorporação da matéria orgânica;
- Parte dos galhos são reutilizados nas cercas dos chiqueiros e nos apriscos para os bodes.

3.3 Modelagem conceitual: Sistema Agroflorestal Agroecológico em áreas degradadas

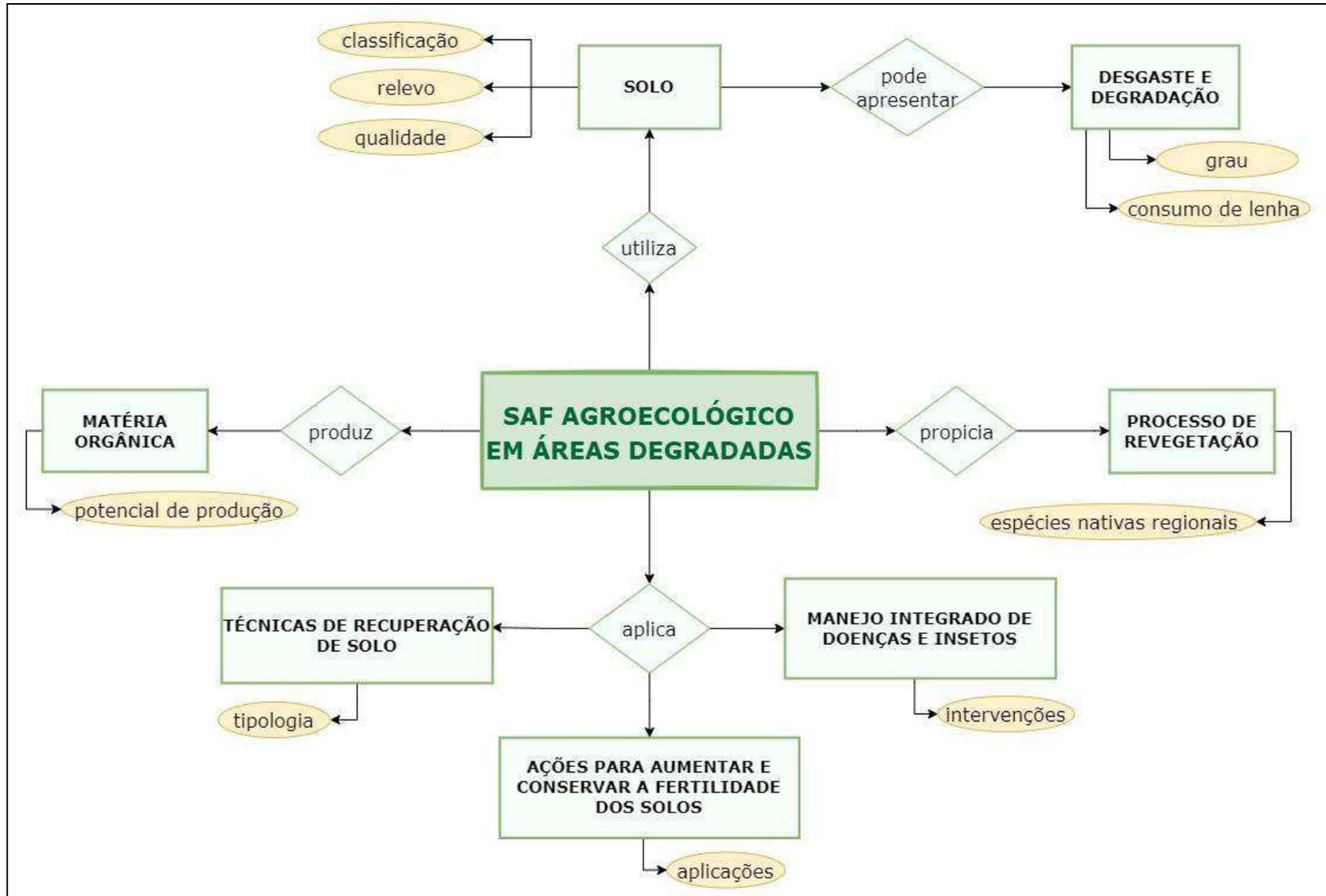
Em áreas degradadas, os solos apresentam desgaste e degradação, mas, ao serem introduzidos os SAF's, estes passam a produzir matéria orgânica e propiciam os processos de retenção de água, fertilização e revegetação (MARTINS, 2013). E, associadamente a estas atividades, nos SAF's aplicam-se técnicas de recuperação da biodiversidade, em ações que visam melhorar a fertilidade e os atributos físico-hídricos dos solos, além de favorecer um manejo integrado de doenças e insetos (ALTIERI e NICHOLLS, 2010).

Neste sentido, a Figura 24 que representa a modelagem dos SAF's agroecológicos em áreas degradadas é fundamental para possibilitar a compreensão acerca da evolução destes sistemas produtivos em condições ambientais que apresentam fragilidades e limitações e que dificultam o desenvolvimento vegetal, como é o caso do Semiárido brasileiro. Portanto, a partir dos elementos constituintes deste modelo foi possível caracterizar as formas de sobrevivência e superação dos SAF's agroecológicos em áreas degradadas.

Os solos dos SAF's apresentam particularidades como classificação, relevo e qualidade, ou seja, atributos que definem muitas circunstâncias onde os modelos produtivos estão implantados, e que são abordados associadamente ao grau de desgaste e degradação. Por outro viés, ressalta-se a potencialidade dos SAF's em produzirem matéria orgânica e a sua capacidade de favorecer o processo de revegetação a partir do uso de espécies nativas regionais (GONÇALVES, 2020).

Nos SAF's agroecológicos pesquisados, foram identificadas três ações essenciais que são manejadas continuamente e que concorrem para o desenvolvimento e para a manutenção dos mesmos, sendo elas: a) as técnicas de recuperação de solo, as quais podem ser de vários tipos; b) as ações para aumentar e conservar a fertilidade dos solos, dentre as quais várias são aplicadas pelos pequenos agricultores familiares e; c) o manejo integrado de doenças e insetos, o qual possui variadas formas de intervenções que também são aplicadas.

Figura 24 – Modelo conceitual: SAF agroecológico em áreas degradadas.



Fonte: elaborado pela Autora, 2022/2023.

3.3.1 Sistema Agroflorestal Agroecológico em áreas degradadas

Os solos do Semiárido brasileiro, em sua grande maioria, apresentam um embasamento cristalino que aflora à superfície, condição que não favorece a retenção da água no subterrâneo. Além dessa característica natural, particularmente no Sertão do Pajeú, ao longo dos anos a ação de ocupação e uso dos solos se deu de forma insustentável, o que favoreceu o surgimento de muitas áreas degradadas.

Ao se tratar destas áreas degradadas, nas quais é preciso estimular a regeneração florestal natural, existem certas técnicas que aceleram o processo e que podem ser adotadas, entre as quais está o estímulo ao crescimento arbóreo que favorece a chamada auto recuperação que é vigorosamente impulsionada pelo ecossistema natural (MARTINS, 2013). É sob esta perspectiva, também, que os SAF's agroecológicos são implantados.

No Sertão do Pajeú, inserido dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú, uma parte considerável é ocupada pelos Neossolos, caracterizados por serem solos que têm uma menor capacidade de retenção hídrica. Apesar de serem encontrados casos que apresentem boa fertilidade e adaptação à irrigação, na sua grande maioria são solos pedregosos ou rochosos, com baixa capacidade de drenagem (GUERRA e BARROS JÚNIOR, 2011 in ROCHA et al., 2011). As Figuras 25 e 26 retratam como o cristalino aflora, constituindo os solos rasos e pedregosos em algumas áreas dentro dos SAF's.

Figura 25 – Cristalino aflorando nos solos dos SAF's.



Fonte: pesquisa de campo aos SAF's agroecológicos, 2021.

Figura 26 – Cristalino aflorando nos solos dos SAF's.



Fonte: pesquisa de campo aos SAF's agroecológicos, 2021.

Relativamente ao solo das áreas de cultivo dos SAF's aqui estudados, 75% das famílias agricultoras declararam que os consideram bom, 17% os consideram razoável e 8% os consideram fraco. Associadamente a esta característica, no que condiz ao relevo, em 33% das unidades produtivas onde os SAF's foram implantados, as famílias declararam ter solos acidentados; 50% identificaram as áreas como possuindo relevo ondulado, e 17% declararam serem planos.

Após a implantação dos SAF's, as famílias avaliam que até mesmo em casos onde os solos são ondulados, a área encontra-se em repouso e em franca regeneração. Mesmo em casos onde os solos são acidentados, já é possível detectar condições de boa fertilidade. No momento atual, muitas famílias consideram o solo bom quando comparado com o passado onde o mesmo se apresentava muito degradado.

Associadamente a isso, sobre a condição (nível) de desgaste e degradação do solo, em 17% das propriedades os agricultores declaram que o solo não apresenta nenhum grau de degradação; para 75% destas famílias o nível de degradação é tido como de baixa gravidade, sendo que 8% das famílias declaram que os solos de suas áreas são fortemente degradados. Apenas uma família relatou que os solos ainda possuem algumas partes expostas ao intemperismo.

Ao esclarecer o conceito de degradação de terras, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura – FAO o define como sendo a “deterioração ou perda total da capacidade dos solos para uso presente e futuro”. Trata-se de um problema alarmante considerando-se que muitas vezes a sua reversibilidade é difícil, entendendo-se

por este aspecto, que o mesmo é proporcional às mais adversas mudanças e às decorrentes perdas da qualidade ambiental do solo.

3.3.2 Desgaste e degradação ambiental

Acerca dos problemas ambientais constatados no entorno da comunidade rural e que além de incidirem em desgaste e/ou degradação no meio ambiente, também influenciaram negativamente na implantação e no desenvolvimento, ou ainda influenciam na manutenção do SAF's agroecológicos, foram constatados nas seguintes proporções declarados pelos agricultores agrofloresteiros:

- Erosões dos solos provocadas pelas águas: 83% das famílias agricultoras;
- Desmatamentos: 60%;
- Queimadas: 60%;
- Erosões de camadas superficiais do solo: 58%;
- Destruição e morte de matas ciliares: 33%;
- Destruição e morte de rios e riachos: 33%;
- Sistemas agrícolas incompatíveis com o ecossistema local: 25%;
- Uso de agrotóxicos: 17%.

Segundo os agricultores, as erosões de camadas superficiais do solo e a erosão hídrica estão associadas à destruição e morte de matas ciliares, sendo estes um dos problemas mais difíceis de conter. Associadamente a isto, duas famílias relataram que a destruição e morte de rios e riachos ocorreu devido à infestação e ao crescimento desordenado da algaroba, ao ponto de se “criar uma mata” exclusiva desta espécie ao longo de todo o Vale do Pajeú, conjuntamente com a presença de muito capim ocupando a grande maioria das áreas do ecossistema local.

Parte destes problemas ambientais são causados pela ação humana em busca da sobrevivência ou pela exploração indiscriminada dos recursos naturais e em decorrência disso, no mundo inteiro acontece um processo contínuo de degradação e perigosamente acelerado de desertificação, fenômeno este que tem influência direta nas mudanças climáticas (CARVALHO, 2009).

O autor ainda faz menção aos indicadores mais importantes de desertificação, os quais são bem visíveis às observações não apenas por cientistas, estudiosos e

pesquisadores, mas também por pessoas simples e populares, e especialmente por uma parte da população composta de pessoas humildes e sem muito estudo escolar, não obstante, muito ligadas às observações da natureza. Tais indicadores são: (i) redução significativa da fertilidade dos solos; (ii) aumento da escassez de água; (iii) diminuição da biodiversidade; (iv) aumento do êxodo rural. Na realidade das comunidades rurais do Sertão do Pajeú, majoritariamente é constatada a redução significativa da fertilidade dos solos e o aumento da escassez de água.

A redução significativa da fertilidade dos solos é um fator diretamente responsável pela redução dos índices de produtividade (GUERRA e BARROS JÚNIOR, 2011). Sobre este aspecto, constatou-se que o mesmo pode ser um problema com potencial de ameaçar a segurança alimentar e a renda das pequenas famílias agricultoras, uma vez que algumas famílias relataram que influencia diretamente na produtividade agrícola dos seus SAF's. Ressalta-se, notadamente a esta questão, que são justamente as práticas inadequadas de uso e manejo do solo, como monocultivos, desmatamentos, queimadas, uso de agrotóxicos, excesso de pastoreio, entre outros, que aceleram e agravam este tipo de problema (HA-JOON, 2004).

Com os solos descobertos, as enxurradas aumentam e ocasionam problemas de erosão e a conseqüente diminuição da infiltração da água no solo, rebaixando os níveis das águas subterrâneas e assoreando os reservatórios como açudes, barragens e barreiros, além dos rios e riachos tributários (HA-JOON, 2004). Segundo Carvalho (2009), o período de estiagem anual que antes era de seis a oito meses, agora se prolonga entre nove e dez meses.

3.3.2.1 Consumo de lenha na unidade de produção

Ao investigar o consumo de lenha, na unidade de produção, para o cozimento de alimentos, detectou-se que o mesmo faz parte da tradição e prática em 92% das famílias. Em um caso, o consumo está relacionado especificamente à fabricação de doce, e nos demais casos, esta relação tem ligação com o elevado preço do botijão de gás, que em média custa R\$ 120,00 na região do Pajeú (VASCONCELOS et al., 2021). A complementar este aspecto, sobre a intensidade e/ou frequência do consumo de lenha, 75% consideram este consumo fraco, 15% o consideram razoável, e 8% o consideram forte e crescente. Nas famílias em que a frequência do consumo de lenha é forte, o mesmo se dá

em razão da existência de atividades para fabricação de doces, mas, nestes casos é feita uma compra extra da lenha.

Constatou-se que nos casos em que a frequência do consumo de lenha é razoável a fraca, a mesma se dá em virtude de a família utilizar mais o biodigestor e/ou fogões agroecológicos, os quais requerem lenha no modelo deles, ou seja, lenhas em pequenas quantidades e na forma de gravetos (MAZORRA et al., 2019). Dentre estas famílias, uma relatou que não compra gás há cinco anos porque utiliza a tecnologia do biodigestor.

Os autores ainda evidenciam que estes fogões ocasionam benefícios como a diminuição na quantidade de lenha necessária para a preparação de alimentos, diminuição de emissões de gases poluentes provenientes da queima da lenha, diminuição dos impactos sobre a saúde, uma vez que diminuem a poluição do ar no interior dos domicílios, mas, especialmente, proporcionam maior preservação da mata.

Particularmente no meio rural, Mata e Souza (2000) apontaram a necessidade de estudos visando compreender um quadro de estoques e de produção de lenha para as comunidades a partir de florestas energéticas, principalmente considerando-se que nas áreas rurais existe um enorme esforço associado à obtenção de lenha. A complementar, Vasconcelos et al. (2021) identificaram um menor consumo de lenha com o uso da tecnologia social fogões ecoeficientes em residências rurais do Semiárido nordestino, além de outras vantagens como a melhoria de condições socioeconômicas.

Aqui, ressalta-se a capacidade do SAF no que condiz ao cultivo de espécies arbóreas ou arbustivas que podem ser destinadas à lenha, via um sistema sustentável, contribuindo para a preservação ambiental e para a minimização de problemas ambientais na propriedade rural, especialmente no que se refere à conservação das matas e florestas nativas, as quais são alvo de desmatamento em razão do consumo de lenha (SILVA et al., 2010).

Mas, evidencia-se aqui, que o uso de lenha na região do Sertão do Pajeú não é feito apenas pelos agricultores rurais, os quais direcionam este recurso para o uso em suas propriedades. Este recurso, segundo Barros Júnior (2010) e Barros Júnior (2022), é ferozmente explorado de forma indiscriminada em sem nenhuma supervisão por pessoas que atendem a diversos segmentos do mercado, o qual procede com o desmatamento de forma indiscriminada para a exploração da madeira ou a implantação de empreendimentos.

Sobre esta questão, é salientada a discussão que Andrade et al. (2018) expressam sobre o uso racional dos recursos naturais ao manifestarem que o uso sustentável pode ser a maior garantia da proteção à natureza e da continuidade de um sistema. Utilizar de forma racional não está relacionado apenas ao meio ambiente e ao aspecto social, mas também é a garantia da manutenção da dimensão econômica para o desenvolvimento sustentável como foi postulado pela Conferência do Rio 92.

3.3.3 Produção de matéria orgânica dentro do SAF

Os SAF's foram implantados em áreas muito degradadas, entretanto, ressalta-se hoje a existência de áreas nos SAF's onde as famílias agricultoras consideram que a produção de matéria orgânica já é autossuficiente. Registre-se, ainda, que parte das famílias compartilha a matéria orgânica para produção destinada à alimentação de animais.

O aumento da fertilidade do solo, além de melhorar a nutrição das plantas, também pode ser um fator importante para aumentar a resistência e a proteção de espécies vegetais dentro de um ecossistema. Percebe-se, portanto, que a biodiversidade estimula interações ecológicas que não existiriam sem ela, através de inúmeros mecanismos (complementaridades, mutualismos e sinergias) e que é possível potencializar a fertilidade e a produtividade natural nos ecossistemas, a regulação natural de insetos, dentre outros benefícios (CANUTO, 2017).

3.3.4 Uso de espécies nativas regionais no processo de revegetação

No Quadro 9 são apresentadas as principais espécies nativas utilizadas pelas famílias no processo de revegetação de áreas degradadas e no incremento de seus SAF's:

Quadro 9 – Espécies nativas usadas para revegetação de áreas degradadas e no incremento dos SAF's.

Nome vulgar	Nome científico	Quantitativo de SAF's
Angico	<i>Mimosoideae</i> spp.	3
Aroeira	<i>Anacardiaceae</i> spp.	4
Catingueira	<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.	2
Ipê	<i>Bignoniaceae</i> spp.	3
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	2
Marmeleiro	<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	2
Umbuzeiro	<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Cam.	2

Também foram citados um espécime de cada uma das espécies nativas: barriguda (*Ceiba glaziovii* (Kuntze) K.Schum.), carrancudo (*Lonchocarpus guilleminianus* (Tul.) Malme), cedro (*Cedrela fissilis* Vell.), xique-xique (*Pilosocereus polygonus*), feijão-bravo (*Cynophalla flexuosa* (L.) J.Presl), jurema branca (*Chloroleucon tenuiflorum* (Benth.) Barneby & J. W. Grimes), jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir), mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), moringa (*Moringa oleífera* Lam.), mulungu (*Erythrina mulungu* Mart. ex Benth.), mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.) e umburana de cheiro (*Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Sm.).

Os agricultores destacaram, ainda, particularidades relacionadas à introdução das espécies nativas no processo de revegetação das áreas degradadas, dentre elas a importância da catingueira em formar serrapilheiras pela derrubada volumosa e constante de folhas, como também a capacidade da jurema-preta em devolver ao solo a massa verde/seca e adubar o solo, e o uso do roço de leguminosas quando estão na florada. Também ressaltaram que a moringa e o mulungu não são introduzidos na unidade produtiva como um todo, e sim, apenas dentro da área do SAF.

No processo de revegetação, o êxito depende das espécies que são adaptadas ao meio, principalmente no que se refere ao clima e ao solo. Por esta razão, as espécies nativas têm função relacionada à recuperação das áreas, inclusive as áreas degradadas, mas também é um fator-chave no que diz respeito a cumprir as funções ecológicas desejadas e as funções relacionadas à biodiversidade e à interação com a fauna (SOUZA e CASTILHO, 2022). Isto porque o SAF se trata de um sistema que também funciona interligado com o que está ao seu redor.

Em conformidade com os autores, as combinações de espécies vegetais são muito importantes, principalmente aquelas que conseguem trazer incremento à biodiversidade e proporcionam clima e microclima favorável, pois, além de favorecer a revegetação, também auxiliam significativamente no controle do aumento da diversidade de inimigos naturais, como o controle biológico da população de insetos em desequilíbrio.

3.3.5 Técnicas de recuperação de solo

Afim de superar os problemas ambientais que ainda existem ou as consequências deixadas pelo uso e manejo equivocados das áreas ao longo dos anos antes da implantação dos SAF's, os agricultores familiares declaram que aplicam técnicas de recuperação

ambiental que impactam positivamente nos solos, na retenção da água e na recomposição vegetal de suas áreas, as quais são apresentadas no Quadro 10, a seguir.

Quadro 10 – Técnicas de recuperação ambiental.

Técnicas	Finalidade	Quantitativo de SAF's
Barramento de pedras	Retenção de sedimentos carregados pela erosão hídrica com favorecimento à infiltração e ao armazenamento da água no solo.	2
Barreiras de contenção com galhos secos, restos de culturas (talos de bananeiras) e uso de tapumes de madeira.	Retenção de sedimentos carregados pela erosão hídrica com favorecimento à infiltração e ao armazenamento da água no solo.	2
Cobertura morta	Incorporação de matéria orgânica, diminuição da evaporação da água estocada no solo e inibição da germinação de ervas espontâneas.	6
Cordões de pedra em nível	Retenção de sedimentos carregados pela erosão hídrica com favorecimento à infiltração e ao armazenamento da água no solo.	2
Plantio em curva de nível	Quebra da energia gravitacional dos cursos da água sobre os solos durante e após as chuvas, aumentando a infiltração e evitando erosões.	2
Adição de esterco animal	Fertilização dos solos, aumento da matéria orgânica, favorecimento à infiltração e retenção da água no solo.	10

Além destas práticas apresentadas no Quadro 10, uma das famílias informou que também emprega as seguintes técnicas em seu SAF:

- Faixas de cordões vegetados;
- Cobertura viva com plantio de leguminosas;
- Cordões de madeira em nível;
- Reflorestamento permanente com as plantas nativas de caroá (*Neoglaziovia variegata* (Arruda) Mez), agave (*Agave* L.), macambira (*Bromelia laciniosa* Mart. ex Schult. & Schult.f.), favela (*Cnidocolus quercifolius* Pohl), jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir), sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.), aroeira (*Anacardiaceae* spp.) e umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.).

3.3.6 Ações para conservar e aumentar a fertilidade do solo

As famílias agricultoras também executam ações para conservar e aumentar a fertilidade dos solos, dentre as quais é evidenciada a prática de uso de matéria orgânica a partir do aporte de esterco dos animais dos criatórios das propriedades associado ao produto das podas, ações estas, que são praticadas por 67% das famílias, as quais também fizeram referência ao uso de restos de cultivos e da poda da própria vegetação.

Além da adubação orgânica, outras práticas foram citadas, entre as quais destacam-se: a) o uso da cinza a lançar nas áreas de cultivo; b) a aplicação da serrapilheira em decomposição advinda da mata (“terra vegetal”); c) uso da folhagem seca em cobertura na projeção da copa das plantas; d) aproveitamento do biofertilizante como subproduto dos biodigestores.

Em conformidade com Collier e Araújo (2010), nas áreas onde são implantados os SAF's existe uma maior sustentabilidade ambiental do que nas áreas onde o sistema de produção é baseado na monocultura. Segundo estes autores, isto se atribui ao fato de que nos SAF's existem uma maior diversidade de espécies, de modo que, semelhantemente às florestas, mantém a fertilidade do solo através da ciclagem de nutrientes. As famílias cujos SAF's são mais desenvolvidos relataram que apenas inicialmente à implantação destes sistemas era necessariamente utilizado o esterco com frequência, de modo que esta prática é totalmente dispensável na atualidade em função do material orgânico proveniente das podas sistemáticas, cujo material gerado fica à superfície do SAF, proporcionando uma fonte permanente de fertilização.

3.3.7 Manejo para controlar o ataque de insetos e doenças às culturas

Ao elencar elementos que contribuem para uma menor colonização e reprodução de insetos considerados “pragas”, dentre estes, alguns autores destacam a repelência química e as barreiras físicas (ALTIERI e NICHOLLS, 2010), o manejo diversificado de plantas de coberturas (GONÇALVES, 2020), a intensidade de manejo e o tipo de insumo utilizado (LOPES et al., 2019), além da importância em o agricultor decidir sobre quais as melhores práticas desenvolvidas em sintonia com as condições ambientais (ALTIERI et al., 2007).

Nestes aspectos, são relatados pelos agricultores agrofloreiros os seguintes manejos visando buscar o equilíbrio ambiental para manter sob controle a população de insetos e a presença de patógenos nas áreas cultivadas:

- Uso de defensivos naturais: extrato das folhas de maniçoba (especialmente para as formigas), da mamona, manipoeira (lavagem da mandioca), urina de gado, extrato das folhas de piã de molho, extratos das cascas e folhas de angico, extrato de folhas de nim;
- Aplicação de pimenta (só quando introduz uma hortaliça);
- Aplicação de calda de detergente (óleo vegetal) e calda de fumo para controle do pulgão em frutíferas;
- Plantio de plantas medicinais no meio da agroecologia;
- Aplicação de chorume do biodigestor e de sal de cozinha;
- Aplicação de detergente com óleo mineral para controle da cochonilha da palma);
- Aplicação de essências de cravo e cidreira diluídas em álcool;
- Confeção e uso de armadilhas físicas;
- Eliminação mecânica da população descontrolada de insetos através de limpezas de parte das plantas afetadas;
- Diversificação dos cultivos.

Três famílias relataram que não têm um sistema para controlar problemas fitossanitários porque eles não existem, pois até o momento desta pesquisa não foram registradas ocorrências que necessitassem de uma intervenção direta.

3.4 Modelagem conceitual: A Agroecologia e os Sistemas Agroflorestais

Os SAF's agroecológicos dizem respeito aos sistemas agroflorestais consolidados sobre os princípios da agroecologia, ou seja, eles primam por uma forma de agricultura sustentável a partir da qual incorporam questões que vão além da agricultura, englobando questões sociais, políticas, culturais, ambientais e éticas que, inclusive, incluem a agricultura familiar (CAPORAL, 2009).

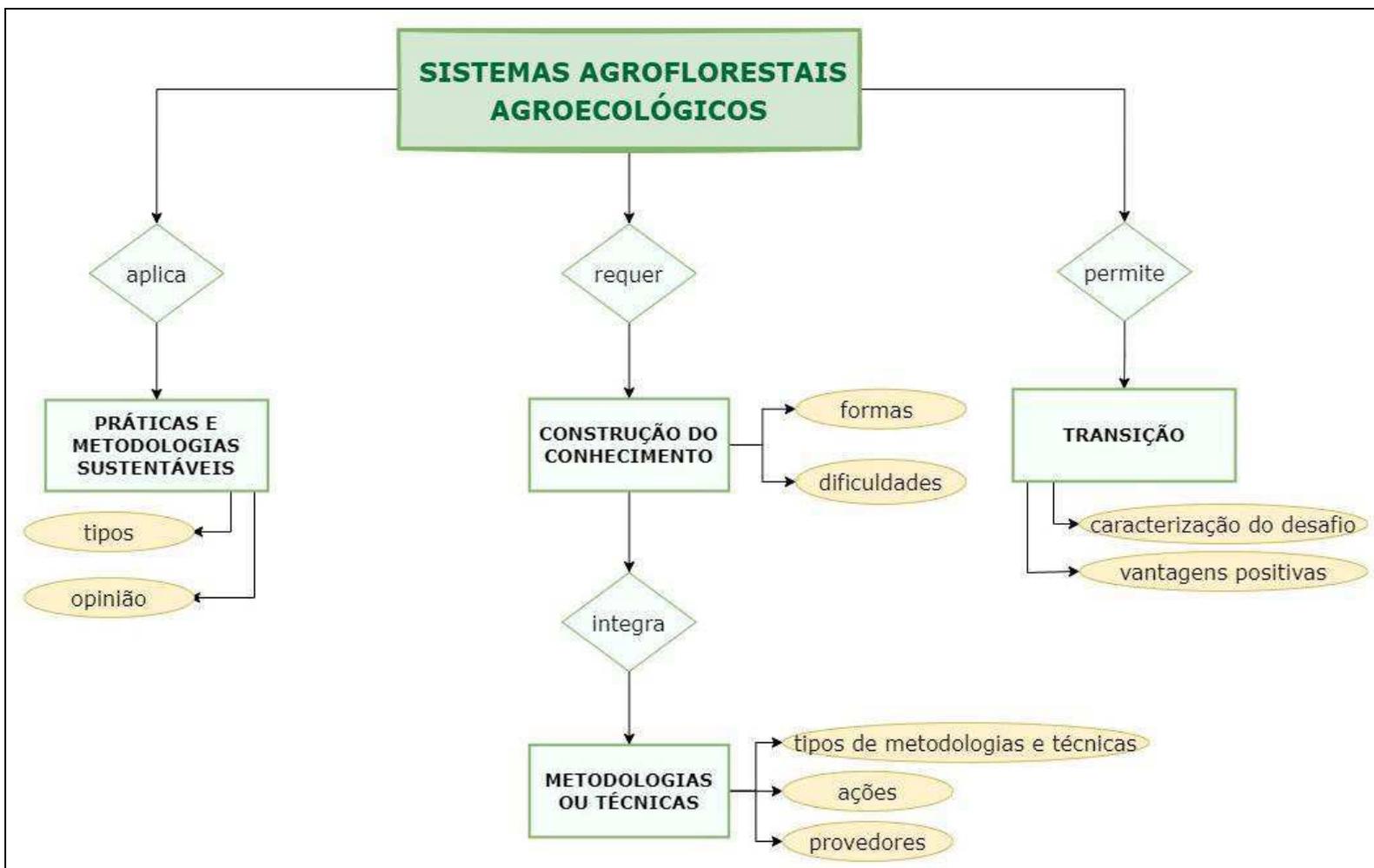
Para se concretizarem, os SAF's agroecológicos requerem a construção do conhecimento e esta, por sua vez, integra metodologias ou técnicas específicas da agroecologia, as quais são transmitidas para os pequenos produtores rurais. Na prática efetiva, aos SAF's agroecológicos são aplicadas práticas e metodologias sustentáveis

(CAPORAL e AZEVEDO, 2011). Neste contexto, é que os SAF's propiciam a transição do convencional modelo de produção agrícola que usa agrotóxicos e práticas insustentáveis, para um modelo de produção sustentável.

A construção do conhecimento acontece de diferentes formas e também é caracterizada por dificuldades que podem impedir o seu desenvolvimento. Mas, ela conta com tipos diferenciados de metodologias e técnicas, além de instrumentos que possibilitam a sua execução (SIDERSKY et al., 2010). Em meio a isso, no Sertão do Pajeú as práticas e as metodologias sustentáveis também são caracterizadas por variados tipos e cada qual é compreendida peculiarmente ao ponto de vista do pequeno produtor rural.

No que concerne à transição, a mesma diz respeito ao processo de implantação do SAF e à mudança de práticas antrópicas negativas para práticas sustentáveis norteadas e fundamentadas nos princípios da Agroecologia e efetivadas por meio dos processos de construção do conhecimento. Ela é essencialmente caracterizada por desafios, não obstante, também por vantagens positivas. Adiante, a Figura 27 apresenta a modelagem conceitual da conjuntura dos SAF's agroecológicos e da construção do conhecimento.

Figura 27 – Modelo conceitual: SAF's agroecológicos.



Fonte: elaborado pela Autora, 2022/2023.

3.4.1 Formas de construção do conhecimento sobre SAF's

No universo das famílias dos pequenos agricultores familiares os conhecimentos sobre SAFs agroecológicos foram sendo construídos ao longo do tempo através de três formas: a) os saberes tradicionais, os quais consubstancializaram o processo de construção em 8% das famílias agricultoras; b) a assistência técnica rural, cuja presença foi constatada em 58% das famílias e; c) através de cursos de formação, vivenciados por todas as famílias.

O estilo de vida das populações tradicionais era e permanece até hoje com base nos saberes passados de geração em geração sobre o meio natural em que habitam, com consumo apenas para subsistência e pequena acumulação de capital, além do uso de tecnologias simples não ofensivas e pouca divisão técnica e social do trabalho (DUARTE, 2005).

Dentre as famílias cujo processo contemplou os saberes tradicionais, uma delas afirmou que os antecedentes “ensinaram a gerenciar e prevenir pra não faltar o grosseiro” e o sentimento que tem sobre isto é “felicidade e orgulho”. Enfatiza-se, ainda, o distinto reconhecimento da chefe de família sobre o potencial do SAF e o quanto “transformou a sua vida”, sendo esta “uma consciência peculiar enraizada em seus antepassados”.

Por outro lado, nas famílias em que os conhecimentos sobre SAFs agroecológicos construídos ao longo do tempo não contemplaram os saberes tradicionais, as mesmas enfatizam, com pesar, que estes saberes não existiram.

De acordo com Souza e Silva (2016), o conhecimento é muito valioso e, uma vez que ele é constituído pela experiência dos agricultores, ele se torna fundamental desde a construção da proposta de uma agrofloresta. A mesma, deve ser feita de forma coletiva, com as opiniões de toda a família, dos técnicos e até mesmo das famílias vizinhas.

Complementando esta discussão, Raimundo e Simões (2016) fazem menção à relação que os sistemas agrofloretais têm em oportunizar a preservação dos conhecimentos tradicionais das comunidades que habitam o interior e o entorno das unidades produtivas. Este aspecto transcende questões relacionadas aos conhecimentos que fundamentam os SAF's e atingem uma relação mais profunda que é estabelecida entre o homem e a natureza.

3.4.2 Dificuldades que ainda impedem o aprendizado sobre os SAF's

As dificuldades que os agricultores e suas famílias ainda sentem para aprender sobre os SAFs estão relacionadas às seguintes questões:

- Emprego de tecnologias mais complexas: dificuldade em conseguir fazer enxertos; em manejar podas e produzir “sementes”;
- Aumentar a oferta de mais produtos orgânicos agroecológicos: formulação de novos processos e produtos que acelerasse a melhoria do ambiente agrícola. Aqui enfatizam a importância da presença dos assessores técnicos;
- Armazenamento dos alimentos processados (frutas e doces): dificuldade de manter em temperatura ambiente o que é produzido;
- Acesso ao conhecimento técnico e à assessoria presencial para ensinar: as famílias relataram o afastamento das ONG's, com o passar do tempo; e o difícil acesso a equipes e projetos de assistência técnica, na atualidade, principalmente para prepará-las para a implantação e orientá-las com estudos;
- A resistência de alguns membros da família antes do processo de implantação dos SAF's: algumas famílias relataram a existência de “um olhar de valorização” e a falta de espírito coletivo da própria família e de todos da comunidade, de forma que isto muito influenciou e influencia no processo de aprendizado. Ressaltam as famílias que, posteriormente à implantação do SAF's, isto foi se convertendo e a mudança de comportamento foi sentida, e estes membros que antes não valorizavam, passaram a apoiar e a trabalhar juntos no processo de desenvolvimento das áreas.
- Duas famílias relataram que a maior dificuldade está no avanço da idade dos agricultores agrofloresteiros e na diminuição constante do número de membros do conjunto familiar.

Tais dificuldades anteriormente elencadas, perpassam pela falta de acesso da família agricultora à assessoria técnica rural. Apesar, de modo geral, as respostas revelaram que as famílias receberam a prestação deste serviço em algum momento da estruturação de seus SAF's, mas no contexto dos últimos cinco anos este serviço tornou-se irregular ou desapareceu por completo, fato este, que tem agravado a evolução da capacidade produtiva e de conservação dos recursos naturais pelos sistemas implantados.

Esta dificuldade que prepondera sobre as demais e que ao mesmo tempo tem potencial de encaminhar soluções para todas as outras questões, é especialmente enfatizada em outras realidades de diversas comunidades em Pernambuco, em conformidade com Lima (2012), ao abordar metodologias de assessoria técnica para a transição agroecológica de agroecossistemas familiares. O autor também identifica esta limitação associada ao tempo de trabalho da equipe de assessoria ou ao tempo total de permanência nos assentamentos, concluindo que a expectativa dos assentados era de que os profissionais dos serviços de assessoria técnica tivessem uma presença mais sistemática e duradoura.

No âmbito da construção dos conhecimentos sobre SAF's, segundo Sidersky et al. (2010), a aprendizagem requer orientar as ações e seus instrumentos para a geração participativa de conhecimento a fim de que as famílias se apropriem de novos processos, conhecimentos, tecnologias e inovem na elaboração, execução, monitoria e avaliação de seus projetos e, inclusive, das políticas públicas. Mas, para que aconteça a geração participativa de conhecimento é preciso que assessoria técnica, pesquisa e ensino estejam próximos e em ação continuamente.

3.4.3 Metodologias ou técnicas usadas

Anteriormente a este processo, as famílias agricultoras já tinham alguns entendimentos sobre SAF's adquiridos por outras formas, segundo apontado anteriormente à atual discussão. Dentre eles, revelaram de forma enfática que a tecnologia do SAF agroecológico não usa veneno e não pratica queimadas. Mas, evidencia-se que, principalmente no processo de transição ao modelo agroflorestal agroecológico, o entendimento sobre princípios e métodos usados no SAF's se deu por meio das metodologias ou técnicas fundamentadas em educação ambiental, a qual abrangeu 75% das famílias, e também fundadas na assessoria técnica rural que compreendeu 92% das famílias.

No processo de educação ambiental e de assessoria técnica rural, membros de todas as famílias evidenciaram a vontade que tinham em implantar o SAF, mas também afirmaram que a assessoria técnica não resolve a demanda do agricultor e que é preciso um apoio para os arranjos produtivos dentro do SAF.

Assim, a partir da educação ambiental e da assessoria técnica rural, a construção do entendimento sobre princípios e metodologias usados no SAF's se deu através das

seguintes formas: intercâmbios, encontros e reuniões do coletivo de agricultores e técnicos e, em todos estes, as organizações não governamentais como a Casa da Mulher do Nordeste, Centro Sabiá, Diaconia, CECOR e ADESSU, todas estabelecidas e atuantes em todo o Vale do Pajeú, bem como as associações rurais e os sindicatos, foram os provedores.

Os agricultores agroflorestais relataram que a partir dessa articulação que promoveu a construção do entendimento sobre princípios e metodologias usados nos SAFs, passaram a perceber que “o modo como estavam trabalhando até então era errado e, em diante, passaram a agir diferente”. Igualmente, relataram a importância das metodologias e instrumentos variados para a construção desse entendimento ressaltando que “tudo junto e misturado é educação ambiental”.

Associadamente a isto, os instrumentos e/ou metodologias através dos quais esses conhecimentos foram ensinados, encontram-se registrados a seguir: (i) assistência direta e visitas técnicas, através das quais os agricultores receberam os conhecimentos na prática; (ii) capacitações coletivas; (iii) dias de campo; (iv) minicursos e cursos, especialmente de manejo de abelhas, preparação de ração animal, e também para a produção de derivados da produção vegetal como bolos de abóbora e de macaxeira; (v) oficinas coletivas, principalmente de produção de mudas variadas, produção de flores e de defensivos naturais e; (vi) palestras técnicas.

Notadamente aos intercâmbios, os agricultores relataram que fizeram várias viagens em conjunto com outros agricultores, abrangendo tanto outros sítios, quanto outros Estados da federação e, a partir disso, levavam e traziam experiências para realizar as práticas nos SAF's. Duas famílias agricultoras relataram que os intercâmbios também se expandiram, de modo que receberam visitas em seus SAF's, envolvendo organizações nacionais e internacionais vindas de Lyon - França e da Nigéria - África.

Por tudo isso, compreende-se que a construção do entendimento sobre princípios e metodologias usados no SAF's perpassam por agentes que atuam nas comunidades para interagir com os agricultores familiares e facilitar os processos de trabalho no campo. Particularmente à assessoria técnica rural, em conformidade com o MDA (2004), a Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural – PNATER, estipula que os serviços públicos de Assistência Técnica e Extensão Rural - ATER sejam realizados por meio de

metodologias participativas, nas quais os agentes atuem como animadores e facilitadores de processos de desenvolvimento rural sustentável.

Antes da PNATER, a relação entre o técnico e o agricultor era caracterizada por uma superioridade na qual o primeiro retinha o saber e o segundo apenas recebia as orientações para o aprimoramento do seu trabalho produtivo (SIDERSKY et al., 2010). Tratava-se de uma relação de dependência que historicamente foi vivenciada pelas populações rurais do Brasil, além de uma abordagem excludente na qual as famílias agricultoras não participavam com os seus saberes. Mas, foram justamente as críticas a esta abordagem que propiciaram os rumos que a ATER veio a tomar (GALINDO, 2008).

Aqui, faz-se menção à estratégia de assessoria técnica do Projeto Dom Hélder Câmara, o qual é uma referência no Semiárido brasileiro, essencialmente por desenvolver uma proposta de assessoria técnica caracterizada por ações multidisciplinares, contínuas, sistêmicas e, prioritariamente, pautada pelas demandas, interesses e necessidades das famílias agricultoras, além de referenciar um posicionamento técnico baseado nos princípios da Agroecologia. Esta forma inovadora de conceber apoio às famílias rurais do Semiárido pode ser uma referência para a formulação de políticas públicas para esta região, ao passo em que, desta mesma possibilidade, surge a necessidade de sistematizar as experiências (SIDERSKY et al., 2010).

3.4.5 Práticas e tecnologias sustentáveis realizadas pelos agricultores agrofloresteiros

Acerca das práticas e tecnologias consideradas sustentáveis, como o SAF agroecológico, as famílias agricultoras relataram as seguintes percepções:

➤ *Certeza da escolha de transição*

“Faria tudo novamente!”.

A escolha da transição é um elemento que abrange muito mais a mudança de um modelo produtivo degradante para um modelo produtivo sustentável, com ênfase aos aspectos de cunho ambiental. A partir do momento que a família agricultora toma o SAF como uma escolha de vida, os elementos sociais e também econômicos passam a tomar lugar e destaque, mudando radicalmente a conjuntura familiar (THIES e MELO, 2013).

Autores como Souza e Silva (2016) abordam os benefícios da transição agroecológica apontando, além da diversificação da propriedade agrícola e dos diversos

benefícios para o agroecossistema, também a mudança de vida dos agricultores familiares. Trata-se de um benefício, não apenas no que concerne à restauração das áreas degradadas, mas que também oportuniza geração de renda e soberania alimentar das famílias agrícolas.

➤ ***Rótulo de “louco”***

“Me chamaram de doido e besta, mas hoje sirvo de espelho pra quem degrada e queima, porque eles vêem que estou fazendo o certo”.

Notadamente a este aspecto, é enfatizado que todas as famílias agrofloresteiras relataram e discutiram sobre o mesmo, de modo que se compreendeu que o processo de mudança ao modelo agroecológico ocasionou este apontamento sobre os agricultores que fizeram a escolha da transição. Este rótulo de “louco” é comumente conhecido em ambientes de debate como Encontros, Seminários, Congressos, programas de rádio, primordialmente e exclusivamente, quando à frente destes estão os próprios agricultores, os quais, sempre em sua maioria expressam que passaram por esse apontamento. Ainda, exprimem que a grande razão de assim serem chamados se baseia em fatos como os agricultores tradicionais e/ou pessoas da sociedade civil ainda não conhecerem o potencial transformador e revolucionário dos SAF's, seja no âmbito social, começando pela vida da família agricultora, seja no âmbito ecológico e econômico.

➤ ***Segurança alimentar e geração de renda***

“Hoje o SAF garante todo o sustento da família. Antes quando era um cultivo convencional, não garantia!”.

“Para a agricultura familiar é uma forma de conduzir a terra. Em uma área pequena a diversidade é tudo, é minha segurança alimentar”.

“Tomamos as medidas corretas. É de onde a pessoa sobrevive. Fazendo direitinho, o ‘caba’ sobrevive”.

“Sempre tivemos opção de alimento, principalmente naqueles anos de seca. No auge da seca, as famílias tradicionais, não tinham mais nada. Também dava água para os vizinhos. E mesmo com a seca, os Programas PAA e PNAE também garantiam a comercialização do alimento.”

A soberania alimentar é o direito que cada povo e cada comunidade tem de planejar e produzir seus próprios alimentos, ou seja, é a total independência que eles, principalmente as populações locais têm, de produzir o que desejam consumir sem

dependem de sementes produzidas pelas empresas transnacionais e dos pacotes tecnológicos para a agricultura (ARAÚJO et al., 2011).

Quando se estabelece a segurança alimentar, a família agricultora depende de poucos insumos de fora, pois, a construção da sustentabilidade no sistema produtivo ocasiona a diversidade de produtos, melhorando significativamente desde os hábitos alimentares até à geração de renda. De acordo com Silva et al. (2016), além de pensar em ter uma agrofloresta para a produção de alimentos para a família e para os animais, também deve-se pensar na produção para comercializar e gerar renda para a família.

Tal comercialização sempre foi um desafio e dependeu, e em alguns casos ainda depende, de atravessadores que compram por preços baixos e vendem para feirantes ou atacadistas nos centros urbanos das cidades. Mas, muitas famílias já perceberam que elas mesmas podem vender seus produtos e estão comercializando sua produção nas feiras tradicionais da cidade e nas feiras agroecológicas ou orgânicas (ANDRIONI e CAETANO, 2019; STRECHAR et al., 2021).

➤ ***Conhecimento e reconhecimento da sustentabilidade dos SAF's***

“Tenho certeza que é sustentável porque ele se adapta às condições de qualquer agricultor. Não é uma receita de bolo e se adapta às necessidades, especificidades. Frutíferas, hortaliças, madeira de lei. É versátil, diverso e se adapta”.

“Fizeram melhorar. Coco, laranja, fruteiras que morreram na seca, e o SAF ajudou com pouca irrigação. A comida dos animais permaneceu. E ainda forneceu alimentos para os vizinhos e para os animais dos vizinhos.”

“Nossa Senhora, demais. Se eu vejo tantas outras experiências... se todo mundo fizesse! O que eu já vi! A gente vivia uma vida muito difícil, não podia sonhar. A gente começou a sonhar depois da Agroecologia. Mas, também, ninguém de Jatobá acreditou na proposta. Ela partiu de Barreiros.”

“Significou e significa o melhoramento das terras degradadas. Significa uma renda porque mesmo que não venda, mas consome e é... comida para os animais o ano inteiro. E com o Reuso da Água Cinza, no sistema, diminuiu ainda mais a carga de trabalho. Sementes, desde o tempo dos avós. Eu tenho uma vida menos dura. Eu tenho uma felicidade maior. São 40 famílias na Gameleira e só três participam do grupo de agroecologia e fizeram a opção agroecológica.”

Os SAF's são fundamentados na ideia de sustentabilidade, portanto eles viabilizam um melhor uso da terra, maior produção e produtividade, menor intensidade de manejo do ecossistema, manutenção/aumento dos níveis de biodiversidade, melhoria da fertilidade dos solos, criando, com isso, condições de inserção no mercado ou maior autonomia dos agricultores envolvidos (RAINTREE e WARNER, 1986).

Além disso, os SAF's agroecológicos são uma forma de orientar as diferentes estratégias de desenvolvimento rural sustentável e, segundo os ODS's, são parte das diretrizes centrais de desenvolvimento rural sustentável, tendo em vista suas vantagens socioeconômicas e ambientais, com destaque à restauração de áreas degradadas ambientalmente.

➤ ***Resgate de culturas***

“A gente tinha deixado muito de lado essa cultura de plantar. Deram uma sacudida em tanto da gente voltar na nossa cultura de plantar. Transformou a agricultura e a vida da família.”

Em se tratando da cultura na vida do ser humano, Leff (2010) exemplifica esse elemento através das sociedades tradicionais, muitas das quais sobrevivem ainda hoje reconstruindo suas culturas atreladas aos territórios onde vivem e, inclusive, aos ecossistemas. E, infelizmente por causa das imposições do mercado, essa relação intrínseca entre o homem e a natureza com base em suas culturas, vem se rompendo.

Nesse caminho entre a insustentabilidade econômica à sustentabilidade ambiental, nos resta redirecionarmos as ações para caminhos que reconheçam e valorizem a natureza em toda sua diversidade, para só assim termos condições de pensar e construir outra economia que não seja baseada no consumo destrutivo da natureza (BECK, 2001; PALUDO e COSTABEBER, 2012). Associadamente, também é imprescindível respeitar, valorizar e considerar as culturas, as quais dão sentido à vida dos seres humanos.

➤ ***Consciência ambiental e ações***

“Mudou tudo na vida, porque antes destruí tudo e se envenenava com as próprias mãos.”

“Com reuniões, intercâmbios, oficinas e cursos, passei a ser multiplicadora. Fui para Recife, Piauí e Brasília (Congresso Latino-Americano), logo no início, quando estava fazendo barramentos.”

“A minha família foi referenciada e premiada. Teve reportagem, filmagem, fiquei me sentindo uma artista de cinema de tão referenciado que foi o nosso SAF.”

As ações antrópicas reproduzem sobre o meio ambiente uma simultaneidade de circunstâncias (CAPORAL, 2009) como contaminação dos solos, desmatamento da vegetação nativa para uso da terra em monocultura, degradação da qualidade ambiental do lençol freático, entre outros resultados decorrentes das atividades realizadas pelo homem (COSTABEBER e PAULUS, 2009). São uma série de ações historicamente constatadas nas propriedades das famílias agricultoras, não obstante, as consequências adversas subsidiaram uma mudança de atitude, a partir da qual as famílias agricultoras passaram a ter consciência ambiental e mudar as suas ações.

Essa consciência consiste em conhecer que existem recursos naturais que são renováveis, mas também existem os recursos naturais que são limitados, sobre os quais o uso deve ser controlado e também limitado, diferentemente do que aconteceu por muito tempo na história da humanidade e ainda persiste, ou seja, o uso desenfreado destes recursos. Esta discussão, ainda, encontra-se em harmonia com os preceitos que definem o pilar ambiental da sustentabilidade.

➤ ***Empoderamento e autonomia da mulher no campo***

“Meu pai não me via para criar uma vaca, existia essa coisa maior, a questão de gênero”.

A luta das mulheres pela igualdade de direitos não é de hoje e quando se fala de mulheres pobres, negras e camponesas, essa situação se agrava em função de todo um conjunto de desigualdades e relações de injustiça e opressão também existentes (SALES, 2007; Centro SABIÁ, 2018). As ONG's que acompanham as famílias agricultoras, como o Centro Sabiá, ressaltam que a agroecologia, que pressupõe relações justas, tem fortalecido esse movimento na medida em que oportuniza o debate sobre a construção de uma sociedade diferente, em que homens e mulheres do campo e da cidade tenham uma alimentação saudável, com respeito ao meio ambiente, e tenham direitos iguais e relações justas.

A agroecologia reconhece as mulheres como seres que trabalham e que são capazes de produzir, articular, organizar, participar e contribuir em espaços de decisão política. Sem elas, a agroecologia perde o seu sentido e a sua essência (Centro SABIÁ, 2018).

3.4.6 Desafios da transição ao modelo produtivo agroecológico

A transição ao modelo produtivo agroecológico é caracterizada por desafios. Antes da transição agroecológica, existem famílias agricultoras que já praticavam uma agricultura fundamentada em conhecimentos tradicionais, todavia, ainda não eram agroecológicas. E, também existem as famílias que ainda realizavam uma agricultura fundamentada no tradicional modelo de produção baseado em práticas como o monocultivo, o uso de agrotóxicos, a mecanização pesada e o excessivo de pastoreio (SOUZA e SILVA, 2016).

Além destes, na realidade do Sertão do Pajeú constatou-se um caso em que, antes da transição agroecológica, a família agricultora tinha parado de cultivar qualquer espécie em razão de o solo ter perdido a fertilidade devido ao monocultivo seguido por anos e ao uso abusivo de agrotóxicos.

Na transição agroecológica, dois elementos surgem como decisivos no que concerne a facilitar o processo, sendo eles as organizações locais e as redes de agricultores ou camponeses (SIDERSKY et al., 2010). Ambos potencializam a capacidade das famílias e dos atores da sociedade civil para, efetivamente, se engajarem em práticas produtivas sustentáveis, tanto ambiental, quanto social e economicamente.

Além disto, a transição agroecológica depende de vários fatores inter-relacionados e um deles é a assistência técnica não oficial, ou seja, a assistência que é desenvolvida por organizações da sociedade civil. Esta mesma tem se manifestado como um elemento facilitador indispensável da transição por duas razões: porque ela chega aonde o Estado não está presente e, essencialmente, porque ela se baseia em princípios e metodologias que cooperam e enriquecem para a auto-organização dos agricultores familiares, para a participação social e política nos territórios, para a consequente luta por um acesso às políticas públicas e, com destaque, para a inovação tecnológica dentro das próprias comunidades e famílias envolvidas (CETRA, 2014).

No Sertão do Pajeú, os agricultores caracterizaram o desafio da transição ao modelo produtivo agroecológico como “*enorme, difícil e complicado*” devido a um conjunto de razões que concorreram para isso. Segundo Thies e Melo (2013), anteriormente à implantação dos SAF's no Sertão do Pajeú, os agricultores relataram que as práticas de queimar e de usar venenos prevaleciam, pois visavam o alcance de lucro sem se preocupar com a sustentabilidade de seus cultivos. Com o tempo, mudar essas práticas

dificultou a transição porque foi um fator que esteve associado à resistência de alguns membros da família.

Aqui, reflete-se que os desafios se tornam ainda maiores quando o pequeno agricultor familiar não tem o apoio das organizações locais nem das redes de agricultores no processo de transição, o que acaba por inviabilizar o mesmo. Por outras palavras, a família agricultora precisa destes elos para realizar a transição agroecológica.

De acordo com Sidersky et al. (2010), as organizações locais podem ser entendidas como a associação rural e todo um conjunto de instituições, entidades e organizações não governamentais, enquanto que as redes de agricultores compreendem um conjunto mais amplo formado por todas as associações rurais, por exemplo, de um município, ou até mesmo de outras regiões. São elos que sustentam cada família agricultora no processo de transição agroecológica, pois nenhuma família realiza este processo sozinha, especialmente a considerar que, dentre os princípios da agroecologia, aplica-se à presente discussão, a dimensão coletiva e a troca de experiências.

Associadamente aos desafios que as famílias agricultoras enfrentaram antes da implantação dos SAF's, também existiram desafios após a implantação, dentre os quais, um deles também citado por Silva et al. (2016), consiste na falta de conhecimento sobre a tecnologia sustentável que é o SAF e a dificuldade em compreendê-lo na prática, ante o fato de que o mesmo compõe muitas informações, atividades e processos.

Este desafio foi expressado através de relato como “*o maior medo é a falta do conhecimento sobre SAF*”. Outro desafio consistiu e ainda persiste na dificuldade que algumas famílias têm em chegar com a produção de seu trabalho na feira. Nesse processo, ainda, os agricultores familiares que não têm SAF's associados a Tecnologias Sociais de Convivência com o Semiárido, em especial as tecnologias cuja função é o armazenamento e a disponibilidade de água, relataram que a transição poderia ter sido mais fácil se as tivessem em suas unidades produtivas.

No entanto, as famílias agricultoras também afirmaram que a transição ao modelo produtivo agroflorestal foi ótima e que, apesar das dificuldades, se sentem realizadas e, especialmente a esta afirmativa, os agricultores familiares demonstraram essa realização através do registro dos seguintes relatos:

“O desafio é enorme e difícil. Desafiador. No começo é bem cansativo e deu vontade de desistir. O pessoal, além de chamar de doido e desvalorizar o trabalho, não

deu apoio. Mas depois via que funcionava e o que era. Quando vai começar um trabalho desse, muitas vezes é criticado, dizem que não tem futuro. Fui pressionado pela grande maioria que desacreditou. Sei que antes era um trabalho errado, mas hoje a gente trabalha pouco, produz mais e tem mais saúde. O agricultor trabalha para produzir e viver. Hoje, isso está junto a essa visão de mudar para um sistema que seja racional, para um sistema que seja produtivo. Hoje, além da consciência e a vontade, temos ganho e renda”.

“Existiu resistência por parte de alguns membros da família. Dentro da família, o desafio maior foi o pai, tirar ele da agricultura convencional, e o próprio esposo. Além dos vizinhos que me chamaram de louca, mangaram e disseram que não acreditavam. As pessoas são incomodadas no sentido de querer tudo fácil e por isso que as pessoas não mudam para o SAF. A verdade também é que muita gente não quer se esforçar porque são muitas coisas envolvidas. São muitas tomadas de decisão. Não é pra qualquer um. Tem gente que diz que ter esse trabalho todinho, é melhor ir lá na rua e comprar um pacote de veneno. Mas é fácil ser agroecológico. Os vizinhos acham que é difícil, mas não é. O natural é mais devagar, mas tem a sua compensação que é a saúde. Com veneno é mais rápido, mas, depois é difícil enfrentar as consequências dos problemas de saúde e problemas ambientais na área”.

“Uma mudança de vida pra mim e para o meio ambiente. Foi a sustentação alimentar, o que mudou. Tem muito mais segurança e diversidade. Tenho o sentimento de gratidão por tudo o que eu aprendi. Existiu resistência dos nossos bisavôs e pais que têm a cultura da queimada. Chamou a gente de doido por plantar no seco. Mas, é uma loucura boa. Hoje eu não voltaria mais atrás”.

“Foi tanta coisa, a gente desanimou, mas a gente nunca chegou a desistir. São muitas realizações. Em primeiro lugar é você acreditar que é possível, e junto com esse acreditar você pode perceber que a natureza é nossa mãe. Depois disso, tudo é possível”.

3.4.7 Vantagens que a transição proporcionou aos agricultores familiares

A transição para o modelo produtivo agroflorestal agroecológico, bem como o que ela trouxe de positivo, foi retratada pelos agricultores familiares por meio dos seguintes narrativas:

➤ **Relação com a natureza**

“O mais positivo foi o conhecimento sobre as plantas e as maneiras de plantar, a relação com a agricultura. Minha família parou de degradar os recursos naturais”.

“Felicidade. Orgulho de ter mudado aquela rotina de destruir a natureza. Em primeiro lugar, Deus. Em segundo, a minha mãe natureza”.

“Vi uma oportunidade para não degradar. A monocultura estava em declínio. Os produtores foram se animando com o que o SAF tem de positivo (renda, condição de vida, ter alimento em casa e não precisar comprar no mercado).”

Devemos constituir nossa compreensão sobre o meio ambiente e os recursos naturais dentro de uma perspectiva das relações nas sociedades. É preciso entender as relações entre o homem e o meio ambiente para poder promover uma mudança efetiva das ações degradantes para ações de preservação (DUARTE, 2005; JONAS, 2006). Em nossa relação com a natureza podemos nos perguntar o que nos cabe fazer, e podemos responder em torno do desenvolvimento de estratégias que considerem o desenvolvimento sustentável no centro das preocupações.

É difícil construir esse caminho, principalmente considerando as desigualdades sociais e econômicas que existem no país, em específico a realidade dos problemas de injustiça estruturais para com os pequenos agricultores, quando muitos deles têm dificuldades de produzir, em comparação aos agricultores mais capitalizados que estão inseridos nos mercados (MACHADO, 2014).

Mas essa é uma luta constante, é uma luta que deve permanecer e se fortalecer, e nela, os SAF's agroecológicos são o caminho para transformar realidades, pois, por si só, eles são uma estratégia funcional que tem condições de mudar quadros de injustiça social associadamente à preservação ambiental.

➤ **Atores sociais disseminando o conhecimento**

“Me tornei um educador, multiplicador e instigador do SAF.”

Os atores sociais são elementos vivos da chamada dimensão local. Em se tratando de estratégias sustentáveis, a dimensão local lança um papel central como portadora de um potencial endógeno, ou seja, é através da articulação do saber local com o conhecimento científico, que acontecem as implementações de agriculturas alternativas potencializadoras da diversidade ecológica e da diversidade sociocultural. Portanto, é reconhecido que isso

surge como a base de um potencial endógeno capaz de impulsionar um modelo de desenvolvimento rural sustentável (CAPORAL e COSTABEBER, 2004).

➤ **Reconhecimento e gosto pelo SAF**

“O esposo não acreditava e falava que não tinha futuro. Quando ele viu que tinha futuro, começou a ajudar e hoje é o mais interessado. Trabalhava na várzea do açude e veio para a área do SAF. Hoje não tem mais resistência daqueles que tinham no início, porque viu que é algo que dá certo.”

Os SAF's agroecológicos e, em particular seus princípios baseados na agroecologia, exaltam a importância do pequeno produtor rural familiar agir, escolher, tomar decisões e influenciar por intermédio e atuação política (Centro Sabiá, 2018).

As famílias agricultoras reconhecem isso e passam a tomar gosto pelos SAF's, não apenas porque estes sistemas produtivos lhes provêm o alimento diversificado e saudável, ou renda, mas também porque lhes abre as portas para ocupar o espaço público a partir do seu direito de pertencer à uma comunidade política, quando a maioria fica às margens da sociedade, sem falar às margens do modelo de desenvolvimento capitalista e excludente.

A essência política da agroecologia preconiza o manejo ecológico dos recursos naturais, através de formas de ação coletiva para enfrentar a atual crise civilizatória (SEVILLA-GUZMÁN, 2006). Dentro desta perspectiva, ao mesmo tempo em que os agricultores e camponeses realizam um manejo sustentável dos recursos naturais, forma-se uma ação política de organização social. Trata-se, não apenas de práticas agrícolas sustentáveis, mas também de como os sistemas sociais, culturais, político e econômico se encaixam nesta conjuntura (LIMA e FIGUEIREDO, 2006).

➤ **Acreditar na proposta**

“O que ajudou nisso veio lá de trás, o espírito coletivo da associação. Dentro desse processo já tinha pouca orientação, mas eu acreditei na proposta. Eu vi que era algo que vinha para crescer a vida da gente. Quando perguntaram: – O que você precisa? Qual a sua primeira necessidade? Eu respondi: – são todas as necessidades. Pra me ajudar, o que você tem pra me oferecer? Me responderam: – SAF e água: escolhi de primeira. Se eu começar com água, já tenho coragem para trabalhar. Se eu começar com horta: já tenho tempero para minha cozinha”.

É diante deste cenário que é necessário promover as condições para um movimento de organização e mobilização da sociedade local, de modo que esse movimento seja capaz de explorar as suas capacidades e potencialidades próprias, especialmente com uma maior participação nos serviços e alimentos produzidos localmente (SANTOS e MITJA, 2012).

Não somente os agricultores familiares precisam acreditar na proposta, mas também a sociedade, especialmente a sociedade local começando pelas próprias comunidades rurais. Para tanto, é importante que se compreenda acerca do conceito de agricultura familiar, para só assim, tornar-se ciente do enorme potencial que a mesma possui. De acordo com Abramovay (1992), o conceito de agricultura familiar não deve ser confundido equivocadamente com produção de baixa renda, pequena produção ou agricultura de subsistência, conceitos esses que carregam uma carga de preconceito. Mas, deve remeter a um conceito de agricultura social, ambiental e economicamente viável e competitivo.

➤ **Transformação de vida**

“Agricultura não é fácil e não dá pra se sustentar, realmente, se você ficar só naquela coisa (cultura) ali. E eu não me identificava na escola onde trabalhava. Mas também não acreditava que era possível viver de agricultura até conhecer a cultura agroflorestal. Um dia numa reunião falaram do SAF, me encantei e me apaixonei. Larguei tudo. Foi uma mudança no estilo de trabalho. No ano seguinte eu já vendia produtos”.

“A alimentação saudável e o trabalho do modelo do SAF é o mais gratificante, isso é qualidade de vida”.

“O que surgiu de mais positivo foi alimentação boa para o consumo da família e a qualidade da comida, e a família passou a consumir menos coisas externas. Também a renda, a relação de compra e venda justa diretamente ao consumidor. Também foi positivo conhecer muitas pessoas e a felicidade de dar uma palavra por um agricultor que queria entrar no modelo produtivo do SAF - isso foi o mais importante pra mim”.

“A dificuldades foram conjuntas. A pessoa trabalha desmotivado porque já não tem o apoio. E como as terras eram muito degradadas, trabalhamos muito pra chegar ao que temos hoje. Os vizinhos caçam na área. O lixo deles também vem pra cá. A agroecologia trouxe, além da natureza, conhecimento, mais auto estima, principalmente

alimentação de qualidade. Não é somente o que a gente vê e cuida. Também tem a questão das mulheres, o fortalecimento. Junta tudo com a natureza e é igual a harmonia”.

É preciso criar uma racionalidade ambiental firmada nos potenciais ecológicos, sobre os conhecimentos, culturas e saberes que permitam promover uma nova realidade caracterizada por uma nova ética, por um pensamento criativo e por sociedades sustentáveis (LEFF, 2010).

Os SAF's transformam as vidas dos pequenos produtores rurais e o meio ambiente e, apesar dos desafios na transição, muitos agricultores conseguiram e seus SAF's encontram-se em desenvolvimento, transformando suas vidas e contribuindo para a solução de problemas no uso dos recursos naturais, dentre outras problemáticas ambientais.

Ao abordar os sistemas agroflorestais como um sustento da vida e um sustento de vida, Müller et al. (2004), apontam o potencial que esses sistemas têm em beneficiar muitos serviços ambientais, especialmente o balanço de carbono, entre outros como a recuperação de áreas degradadas e a conservação de Biomas, além de questões de cunho político e socioeconômico.

4. CONCLUSÕES

Singularmente aos modelos conceituais, o conjunto de atividades e inter-relações representaram os aspectos de caracterização, manejo e produtividade de SAF's agroecológicos. À vista disto, concluiu-se que os instrumentos finais ajudam na disseminação do conhecimento sobre SAF's agroecológicos porque contemplam os aspectos primordiais das metodologias e práticas dessa alternativa sustentável de produção, bem como dialogam com o papel estratégico dos SAF's ante a importância dos recursos naturais existentes na região Semiárida brasileira e em áreas degradadas.

Concluiu-se que, notadamente em uma região onde a grande maioria dos solos são rasos, pedregosos, degradados e têm limitações para o armazenamento de água, o SAF agroecológico é uma tecnologia sustentável que prova que é possível produzir alimento diversificado concomitantemente ao uso equilibrado dos recursos naturais.

O SAF apresenta-se como uma tecnologia viável para solucionar a maioria dos problemas ambientais dentro da unidade de produção recuperando áreas degradadas, cursos e fontes de água.

A auto-organização dentro dos SAF's e o seu equilíbrio comum com o ambiente externo são alcançados à medida em que os sistemas progridem em matéria orgânica, fertilidade e recuperação dos solos degradados, mas, para atingir esta condição os SAF's dependem de práticas adotadas e construídas diariamente por meio das tomadas de decisão que se fazem necessárias em cada realidade. Notoriamente a isto, concluiu-se que:

➤ A alocação e o uso equilibrado e eficiente dos recursos naturais são primordiais no que concerne à sustentabilidade e são garantidos por meio das práticas sustentáveis e dos modos de trabalho paralelos: (i) o uso de insumos naturais; (ii) as técnicas de controle a doenças e ataque de insetos; (iii) e as técnicas de recuperação ambiental.

➤ A integração das espécies vegetais nos SAF's favorece a relação solo-água-vegetação-atmosfera desde a sua implantação e valida o manejo contínuo.

Os agricultores que construíram os conhecimentos agroecológicos também com base nos conhecimentos tradicionais, têm maior percepção das problemáticas ambientais e da necessidade de mudança radical das práticas degradantes para práticas sustentáveis. Tal percepção tem seu basilar não apenas na mudança a um modelo produtivo sustentável, mas também na garantia da disseminação do conhecimento agroecológico para as futuras gerações e o acesso destas aos recursos naturais.

CAPÍTULO III - MODELAGEM CONCEITUAL DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS AGROECOLÓGICOS: AGRICULTOR FAMILIAR, MEIO AMBIENTE E SOCIEDADE

1. INTRODUÇÃO

Todo o fluxo de mudanças ocorridas na sociedade moderna levou à necessidade de estabelecer uma nova dinâmica de atuação social, não somente do Estado, mas também de outros atores (sociedade civil organizada, organizações não-governamentais, movimentos, entidades de classe, entre outros), que podem e devem atuar como protagonistas quando o assunto é a degradação do meio ambiente e o quanto ela impacta diretamente o homem e os ecossistemas, além de carregar em suas características o caráter da possibilidade de ser irreversível (GOLDBLATT, 1996).

O grande ápice nas relações entre o homem e o meio ambiente diz respeito à necessidade urgente de pensarmos novos caminhos para práticas sustentáveis, na contemporaneidade, e tomarmos consciência de que a degradação ambiental incorre em situação social de ameaça. A reflexão sobre como a sociedade está se movendo para dinamizar esse risco coloca o homem diante da busca pela superação de que, cada vez mais, a conservação ambiental precisa estar articulada ao campo econômico, cultural, político, institucional, e acima de tudo ao social (BECK, 2001).

O tema da natureza é enfatizado pelo aspecto social, ou seja, como se vive em um lugar social e a indispensabilidade que existe em compreender as relações entre a sociedade e a natureza a fim de que se possa apossar-se de uma postura mais crítica frente aos debates sobre o ambiente. Compreender essas relações nos possibilita o amadurecimento das posturas a serem assumidas em defesa da sociedade, ainda mais no mundo em que vivemos e onde, já há muitas décadas, a questão ambiental se tornou um dos impasses mais valiosos para a humanidade enfrentar (DUARTE, 2005).

Ao discutir os aspectos da relação entre o homem e o meio ambiente, Jonas (2006) expõe que desde o princípio das sociedades até a atualidade, as transformações ocorridas em nossas capacidades e que estruturaram nossos conhecimentos acabaram por influenciar e modificar a natureza do agir humano. Somos levados a refletir a nossa relação com a natureza, isto é, como nosso conhecimento construído ao longo dos tempos, afetou e tem afetado o nosso modo de agir no meio ambiente.

Segundo Duarte (2005), a sociedade capitalista contemporânea não foi a primeira a alterar o meio natural com ações destrutivas. O aparecimento da agricultura e da criação de animais, o surgimento das cidades e, depois, das grandes civilizações, certamente alterou paisagens. Mas, é na nossa sociedade contemporânea que a ação antrópica é feita em uma amplitude nunca antes existente, devido ao aumento populacional, à demanda crescente de fontes de energia, minérios e papel, ao incremento do plantio e consumo de alimentos, ao aumento impetuoso de geração de resíduos, ao lançamento de poluentes na atmosfera, entre outros, que atingiram um grau de destruição antes impensável.

Complementa-se a isso, uma simultaneidade de uma série de circunstâncias sobre o meio ambiente como contaminação dos solos, desmatamento da vegetação nativa para uso da terra em monocultura, uso de fertilizantes, degradação da qualidade ambiental do lençol freático, entre outros decorrentes da ação antrópica sobre a natureza (HA-JOON, 2004).

Em conformidade com Jonas (2006), no decorrer de um contexto histórico a modernidade técnica causou uma alteração na natureza, levou o homem a introduzir ações de uma ordem nunca antes vista, que não poderia acontecer no passado, e que não tem condição de se repetir no futuro. É a intervenção técnica do homem que torna a natureza cada vez mais vulnerável e sujeita a danos irreparáveis. Por outras palavras, estamos diante do que o autor expõe como sendo a violação da natureza e a civilização do homem que andam de mãos dadas.

E assim, segundo Machado (2014), entramos no século XXI já marcados pelo modo de exploração dos recursos naturais, inaugurado na Revolução Industrial, e acelerado surpreendentemente no século XX. O que se percebe é uma racionalidade na qual o modo de produção se dá via as tecnologias mais variadas que, por sua vez, têm como característica estrutural a geração de riquezas materiais.

Se a degradação do meio ambiente impacta diretamente o homem e os ecossistemas, para trilhar caminhos certos em busca de uma mudança das ações degradantes para ações de preservação, é preciso entender as relações entre o homem, o meio ambiente e a sociedade. Compreender as relações existentes entre estes elementos, bem como as transformações ocorridas sobre o meio, é uma base fundamental para atuar como protagonista em um cenário cuja mudança depende de atitudes.

Nessa sociedade, está presente uma categoria especial que possui relações de vivência direta com a natureza e com o uso dos recursos naturais, sendo ela a agricultura familiar a qual produz, primeiramente, para a sua subsistência. No entanto, muitas famílias agricultoras não conseguem produzir para garantir a segurança alimentar, ou seja, assegurar o acesso aos alimentos para toda a família e a todo momento, em quantidade e qualidade suficientes para garantir uma vida saudável e ativa.

Segundo Caporal et al. (2007), nesse contexto evidencia-se a importância de uma agricultura que produza alimentos básicos, com adequada qualidade biológica e livre de contaminantes. Ao mesmo tempo, trata-se de uma conjuntura que exige estratégias e formas de produção que assegurem a viabilidade de produção continuada dos agroecossistemas ao longo dos anos, de forma a garantir que as futuras gerações também possam utilizar a mesma base de recursos naturais necessária para a produção dos alimentos que irá precisar para a sua sobrevivência.

É a partir desta compreensão que no âmbito do estudo e pesquisa sobre sistemas agrofloretais, o trabalho buscou identificar as relações existentes entre estes sistemas produtivos, os pequenos produtores rurais familiares e a sociedade em que estão inseridos, a fim de compreender o potencial que esta tecnologia sustentável tem no que condiz a promover uma agricultura sustentável concomitantemente ao uso equilibrado dos recursos naturais e a melhoria da qualidade de vida da população rural que tem, na agropecuária, a sua principal atividade para sobreviver.

Ante isso, fundamentado em variados SAF's implantados no Sertão do Pajeú, foram investigadas as principais atividades que definem as relações entre o agricultor agroflorestral, a sociedade e estes sistemas produtivos. Por sua vez, por meio do Modelo Entidade-Relacionamento, a modelagem conceitual representou de forma unificada as atividades, as características que as definem, e as interações que se estabelecem entre si.

2. METODOLOGIA

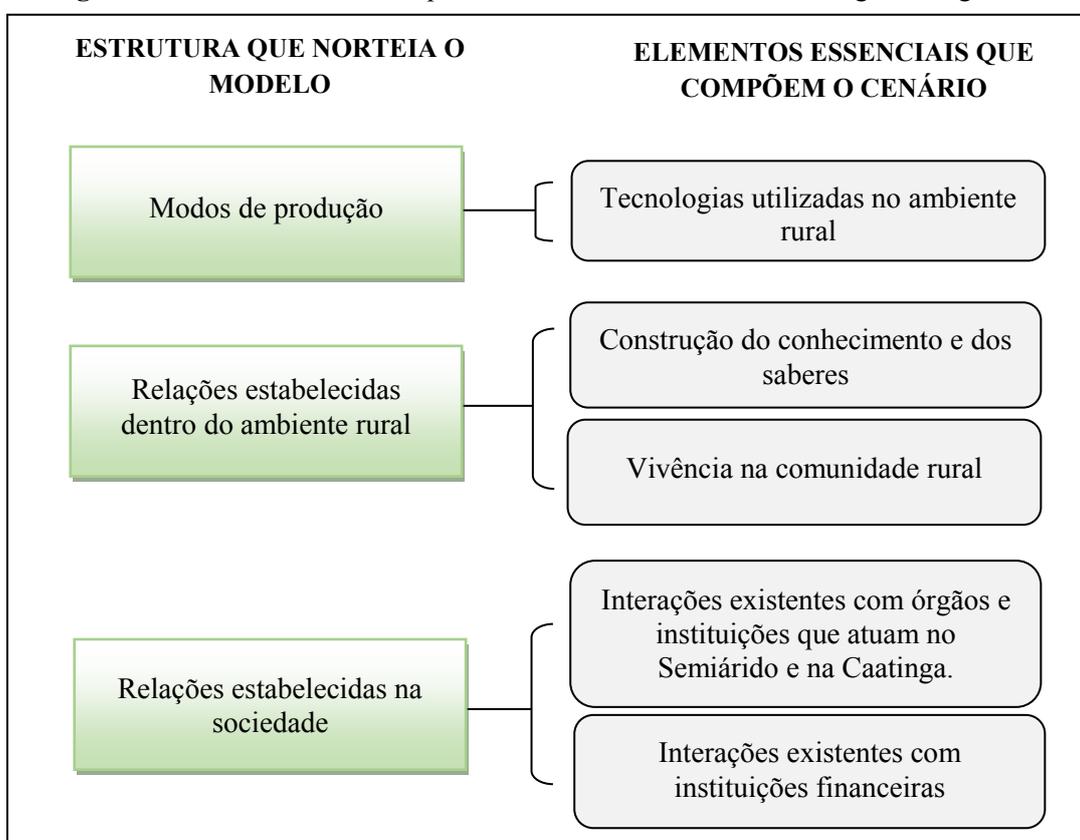
2.1 Modelo estrutural: SAF's, agricultor familiar, meio ambiente e sociedade

Os modelos que abordam esse cenário temático representam os SAF's agroecológicos no contexto das relações entre os produtores rurais e a sociedade, com ênfase às relações com o meio ambiente.

Notadamente a esse cenário, em função do que a literatura aborda e como os autores tratam essas relações específicas, buscou-se verificar o modo de produção e as tecnologias utilizadas antes e após a implantação do sistema. Isso foi primordial a fim de melhor entender quais fatores foram e são determinantes para possibilitar ou dificultar/impedir a concretização das relações do produtor rural no campo e na sociedade. Os modelos também representam as instituições que, dentro da sociedade, estabelecem relação direta com o agricultor agroflorestal.

Adiante, a Figura 28 apresenta a estrutura e os elementos que comporam esse cenário.

Figura 28 – Modelo estrutural que caracteriza o cenário dos SAFs agroecológicos.



Fonte: elaborado pela Autora, 2020.

A modelagem conceitual desse cenário foi abstraída a partir de um conjunto de informações e dados que caracterizam o SAF agroecológico na conjuntura do meio ambiente rural e da sociedade, sendo o produtor rural agroecológico o elemento de interconexão entre todos. Os assuntos que este conjunto integrou foram os seguintes:

- i. Organização produtiva: relação entre os SAF's e o meio ambiente;
- ii. Organização social: articulação entre o SAF e órgãos/entidades/movimentos;

- iii. Relações entre o homem e o meio ambiente: relações de trabalho;
- iv. Articulação entre o SAF e a economia;
- v. Produção agropecuária no SAF agroecológico.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Modelagem conceitual: O homem e a sua relação com o meio ambiente

Os SAF's agroecológicos possuem uma organização produtiva que os caracteriza e os diferencia de demais formas de produção da agricultura e, igualmente, possuem uma organização social a qual é a mola propulsora para que o seu funcionamento seja garantido segundo os princípios da agroecologia. A natureza faz a sua parte e em se tratando dos SAF's agroecológicos, eles possuem uma capacidade peculiar de se desenvolverem, no entanto, esta vantagem depende exclusivamente da constante gestão e manutenção que a família produtora realiza no sistema.

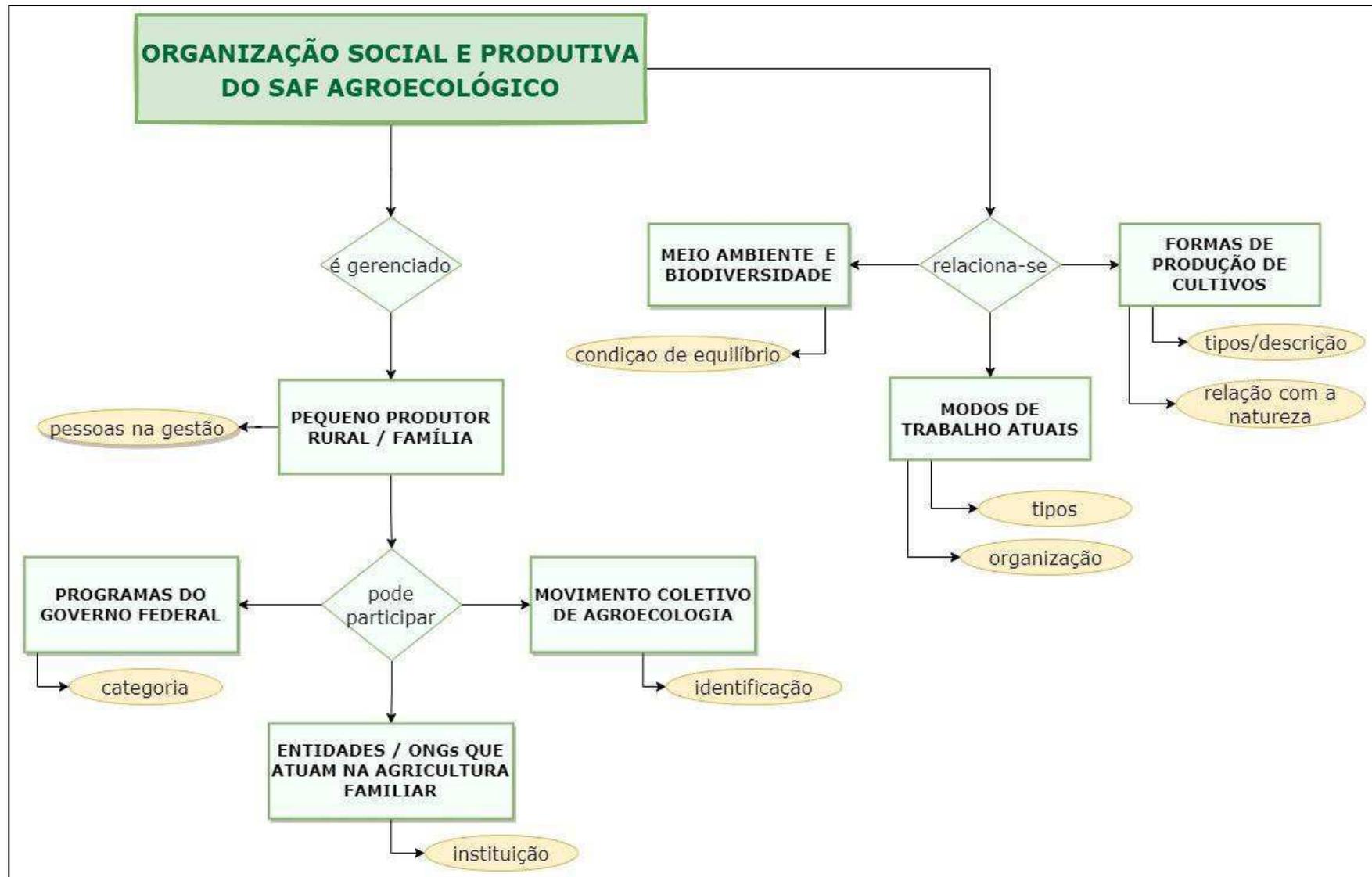
Diante disso, a organização social e produtiva dos SAF's é gerenciada pelo pequeno produtor rural e por sua família, ou seja, eles constituem o conjunto de pessoas que atuam na gestão dos SAF's. Também, é nesta conjuntura específica que se manifesta a necessidade e a importância da família produtora poder participar de Programas do Governo federal, em específico as categorias de Programas para a agricultura familiar; de entidades ou organizações não governamentais que atuam na agricultura familiar, e de movimento coletivo de agroecologia.

Ao mesmo tempo, a organização social e produtiva está relacionada a três segmentos através dos quais surgem as relações com a sociedade e com o meio ambiente, sendo eles o meio ambiente, a biodiversidade, e os modos de produção de cultivos.

O meio ambiente e a biodiversidade são caracterizados por uma condição de equilíbrio e os modos de trabalhos desenvolvidos na atualidade, dentro dos SAF's e nas unidades produtivas como um todo, podem ser de diferentes naturezas e podem ter diferentes formas de organização, cada qual de acordo com a realidade das famílias agricultoras e em conformidade com as particularidades dos seus SAF's.

Em meio a estas relações de atividades diferenciadas, as formas de produção de cultivos, além de serem variadas, também têm uma relação específica com a natureza. A Figura 29 apresenta a modelagem deste cenário.

Figura 29 – Modelo conceitual: organização social e produtiva do SAF agroecológico.



Fonte: elaborado pela Autora, 2022/2023.

3.1.1 Articulação entre os SAF's, família agricultora e Programas do Governo Federal

De acordo com Ferraz (2017), a família camponesa deve ser considerada de forma integral, envolvendo todos os sujeitos: mulheres e homens, idosos/as, crianças e jovens.

Notadamente às famílias agricultoras agrofloresteiras entrevistadas na pesquisa, estas são caracterizadas por um núcleo familiar composto, em média, por três pessoas. Neste aspecto detectou-se, em apenas duas famílias agrofloresteiras, a existência de cinco e de seis membros familiares e, em outros dois casos, o núcleo familiar é formado apenas pelo casal de agricultores. Com exceção de uma família agricultora, em todas as demais, o trabalho produtivo do sistema agroflorestral é feito por toda a família. Destaca-se, ainda, que em 50% das famílias agricultoras, as mulheres são chefe de família e estão à frente da gestão dos SAF's, aspecto este, muito relevante e também citado por Philippi e Pelicioni (2014), o que evidencia o potencial transformador que os SAF's propiciam em suas vidas, considerando-se que antes estas mesmas mulheres não eram chefes de família.

Dentre as famílias estudadas no Sertão do Pajeú, nenhuma delas participa de um programa do Governo municipal, estadual e/ou federal especificamente voltado para SAF's. Este fato é evidentemente discutido por Neto (2022) ao abordar que historicamente, o Estado brasileiro se orientou por modelos de desenvolvimento muito mais preocupados com o crescimento econômico. Mas, nos últimos anos, a incorporação da agroecologia na agenda de políticas públicas tem sido um dos temas a propulsionar mudanças rumo a um desenvolvimento sustentável. Não obstante, destaca-se que ela só foi incluída na agenda de políticas públicas do Estado brasileiro muito recentemente e quando se trata de formulá-las, apesar de ser levado ao conhecimento da população brasileira, mas ainda é um desafio.

3.1.2 Articulação entre o SAF, família agricultora e entidades/ONG's

Apesar da constatação de uma realidade desprovida de apoio à agricultura familiar pelo poder público, mas, no que concerne à implantação de SAF's existem instituições, entidades e organizações não governamentais que atuam na agricultura familiar com projetos de SAFs e, neste contexto, 92% das famílias possuem alguma relação com as mesmas, sendo elas as seguintes:

➤ **Associação de Desenvolvimento Rural Sustentável da Serra da Baixa Verde – ADESSU:** organização não governamental que há 27 anos trabalha o modelo de

produção sustentável e agroecológico no campo, investindo na educação ambiental e cultural, e envolvendo toda a família agricultora.

➤ **Casa da Mulher do Nordeste:** Organização da Sociedade Civil – OSC que há 42 anos contribui para a igualdade de gênero no nordeste do Brasil, buscando fortalecer a capacidade das mulheres para a auto-organização, gestão do sistema produtivo, participação política e direito à cidade tendo como base o feminismo, a igualdade racial, a agroecologia e a economia solidária.

➤ **Centro de Desenvolvimento Agroecológico Sabiá - Centro Sabiá:** ONG que há 30 anos realiza processos formativos como estratégia de construção de um modelo de desenvolvimento agrícola ecologicamente sustentável.

➤ **Centro de Educação Comunitária Rural – CECOR:** OSC que há 30 anos desenvolve, implanta, sistematiza e difunde formas de produção e comercialização sustentáveis, capazes de promover uma consciência ecológica e produzir os meios necessários para que agricultores/as familiares possam viver no Semiárido com dignidade.

➤ **Diaconia:** uma OSC de inspiração cristã que há 55 anos atua nos territórios urbanos e Semiáridos do Nordeste brasileiro buscando estimular o empoderamento de mulheres, homens, jovens e famílias agricultoras, e mobiliza comunidades, igrejas e outros grupos sociais para defesa e efetivação dos Direitos Humanos.

➤ **Feira Agroecológica de Serra Talhada – FAST:** é a primeira do Sertão do Pajeú e Central no Semiárido Pernambucano, fundada por um grupo de agricultores e agricultoras familiares agroecológicos, e que há 23 anos oportuniza a comercialização de produtos agroecológicos de base familiar.

➤ **Rede de Mulheres Produtoras do Pajeú:** instituição que há 18 anos realiza várias ações no campo através da mobilização das mulheres objetivando a construção da democracia participativa das mesmas por meio de diversos espaços como conselhos municipais, educação e desenvolvimento sustentável; implantação de quintais produtivos agroecológicos em comunidades rurais para segurança alimentar e para comercialização do excedente; promoção de intercâmbios e troca de experiências, dentre outros.

➤ **Sindicato dos Trabalhadores Rurais:** instituição responsável por importantes ações sociais relacionadas à renda do produtor rural, e ao mesmo tempo, importantes Programas específicos para a agricultura familiar.

➤ **Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada:** instituição pública de ensino superior que através da pesquisa e da extensão chega a comunidades rurais do Sertão do Pajeú e outras microrregiões de Pernambuco com projetos e ações, como é o caso do Núcleo de Estudos, Pesquisas e Práticas Agroecológicas do Semiárido – NEPPAS, para fortalecer a agricultura familiar e camponesa, através de tecnologias sociais orientadas para a agroecologia e para a convivência com o próprio Semiárido através da conservação e do manejo sustentável do Bioma Caatinga.

Além das ações realizadas por essas instituições, especialmente o acompanhamento e a assessoria técnica, distinguem-se outras ações paralelas que são fundamentais para a implantação e manutenção dos SAF's, dentre as quais sobressai a disponibilização de mudas, elemento este, crucial para a implantação e manutenção dos SAF's e que, por vezes, também é razão maior de alguns fatores limitantes como a diversificação desses sistemas produtivos.

Todas estas entidades têm sido protagonistas, principalmente quando se considera que suas ações abrangem e refletem impactos sobre as dimensões da sustentabilidade. Em um cenário onde os agricultores familiares não têm ajuda substancial para implantar suas agroflorestas, Sanson (2012) aborda uma mesma percepção acrescida da questão dos problemas ambientais à qual se refere fazendo uma relação à fragilidade no âmbito das relações políticas e expondo uma necessidade que caminha para uma obrigatoriedade de se definir ações e relações de protagonismo nesse cenário.

3.1.3 Articulação entre o SAF, família agricultora e movimentos sociais de agroecologia

Em meio a estas relações entre SAF's e o pequeno produtor rural, juntamente com sua família agricultora, também existem os movimentos sociais de agroecologia que são um mecanismo operacional social essencial na consolidação da agroecologia.

O desenvolvimento da agricultura sustentável requer mudanças estruturais significativas, além de inovação tecnológica, redes e solidariedade de agricultor. A mudança não é possível sem movimentos sociais, os quais trabalham para criar uma vontade política nas arenas sociais, políticas, culturais e econômicas, de uma mudança ecológica da agricultura (VENTURA et al., 2018).

Dentre todas as famílias, apenas 17% delas participam de seguintes movimentos sociais de agroecologia sediados na região do Pajeú, sendo eles os seguintes:

➤ **Associação Agroecológica do Pajeú – ASAP:** entidade que tem um caráter de agregação muito importante nos movimentos sindicais nos municípios do Pajeú-PE, para fortalecer o trabalho dos agricultores e agricultoras familiares. Com o objetivo de atuar conjuntamente a favor das famílias agricultoras, em sua trajetória a ASAP tem se unido aos sindicatos do Sertão pernambucano e dentre os municípios pernambucanos nos quais estão as unidades de análise pesquisadas, os sindicatos parceiros são de Serra Talhada, Flores, Santa Cruz da Baixa Verde e Triunfo.

Uma vez firmado este elo, as ONG's ajudam a estender as ações da ASAP por meio de projetos e ações. Notadamente na vida das famílias agricultoras estudadas, a ASAP estabeleceu relação em função de projetos realizados com algodão orgânico, os quais são coordenados pela Diaconia em parcerias com ONG's locais e estão relacionados à área de atuação em segurança alimentar, nutricional e hídrica. O projeto busca explorar outros produtos como feijão, milho e gergelim a fim de contribuir para um modelo inclusivo de geração de renda e acesso ao mercado associado à proteção do meio ambiente. O trabalho dos agricultores rurais através do corporativismo é fundamental para fortalecer esta população que por anos enfrenta uma luta contínua em busca de conquistar direitos.

➤ **Comissão de Jovens Multiplicadores da Agroecologia – CJMA:** sem juventude não há agroecologia. A CJMA desenvolve trabalhos com as juventudes, abordando desde a assessoria ao protagonismo infantojuvenil até a construção da sua metodologia de intervenção através de mobilização, formação e articulação das juventudes, para incidência em suas comunidades e territórios, e também buscando sua inserção nas dinâmicas de construção da Agroecologia e, sobretudo, nos espaços políticos.

À frente dos movimentos juvenis estão os próprios jovens das comunidades rurais conjuntamente com os Técnicos das ONG's. Os espaços políticos locais são espaços de formação e a partir do momento em que esses jovens agem como protagonistas nestes espaços, isto provoca uma participação política, mas também edifica uma auto-organização dos mesmos. Segundo Ferraz (2017), o envolvimento das juventudes nas dinâmicas econômicas, políticas e sociais da agricultura camponesa, seja pela abertura dos jovens às inovações, seja pelo seu fundamental papel no processo de sucessão rural e na construção

da Agroecologia nos territórios, é estratégico. São espaços políticos locais que acontecem no campo mas que alcançam territórios.

De acordo com o Centro Sabiá e a ADESSU Baixa Verde, o protagonismo desses jovens é manifestado por meio de vivências diretas nas Agroflorestas, a partir das quais eles aprendem práticas e técnicas e reproduzem em suas áreas produtivas e em suas comunidades rurais, qualidades estas, que os fazem multiplicadores da Agroecologia.

Além desses movimentos sociais de Agroecologia, aponta-se que as ONG's realizam muitas ações de encontro e de mobilização na região, com os agricultores familiares, para fomentar a integração deles com atividades sociais que vão além da construção do conhecimento sobre Agroecologia e a agrofloresta, e abrangem práticas transformadoras como o planejamento da produção, o beneficiamento e a comercialização de alimentos. Por outras palavras, entende-se que o papel e a relevância dos movimentos sociais de agroecologia, como também, as mobilizações propiciadas pelas ONG's são primícias para contribuir na construção de um novo paradigma para a agricultura familiar.

3.1.4 O homem e a sua relação com o meio ambiente, biodiversidade e formas de produção de cultivos

No tocante à relação do homem com o meio ambiente, todas as famílias agricultoras relataram que, exclusivamente no passado, a relação deles estava em desequilíbrio com a natureza e este vínculo era marcado por ações depredatórias como o uso de veneno (“qualquer problema usavam venenos”), desmatamentos (“desmatar, só faziam isso. A região tinha mata ciliar e foi desmatada”), e queimadas (“trabalhavam queimando e botavam serra abaixo”).

Ao discutir as relações entre o homem e o meio ambiente é preciso considerar aspectos basilares que contextualizam a biodiversidade, principalmente a saber que dentre as várias consequências da sua perda, segundo destacou Mittermeier et al. (2011), está inclusa a deterioração e a redução da resiliência dos ecossistemas e das comunidades humanas que dependem dele. Relativamente a isso, Scarano e Ceotto (2016), complementam que a biodiversidade é a garantia da oferta de serviços ecossistêmicos que são vitais para a sobrevivência e o bem-estar humano.

Sobre a mesma discussão, primando notoriamente a conservação da biodiversidade da Caatinga, Coelho et al. (2021), realçam a importância da conservação da

biodiversidade, com evidência à flora, ante a perspectiva do desenvolvimento sustentável da região semiárida.

Em meio a estas relações, também foram investigadas as formas de produção de cultivos realizadas pelos antecedentes das famílias agricultoras, as quais, em conformidade com os relatos dos agricultores familiares eram baseadas pelas seguintes práticas: (i) adubos químicos; (ii) agricultura de exploração; (iii) agrotóxicos; (iv) brocas; (v) coivara; (vi) desequilíbrio; (vii) desmatamentos, produziam carvão; (viii) modelo tradicional de monocultivo de cana e café; (ix) queimadas. Em relação a estas práticas, destaca-se que se sobressaem as problemáticas ambientais inteiramente decorrentes das mesmas e que transformaram o meio ambiente alterando a qualidade dos solos, os quais vieram a ser recuperados tão somente após a implantação dos SAF's. As famílias agricultoras descreveram estas relações através de relatos como:

“Toda e qualquer atividade degradante existia até o momento em que foi apresentada à agroecologia, por minha filha”.

“Nenhum antepassado protegia. Acontecia derrubadas na mata, para cozinhar”.

“Botava abaixo, brocava, queimava, e depois plantava. E no outro ano já ia pra outro canto”.

Dentre todas as famílias, apenas uma delas relatou que a relação dos antepassados com o meio ambiente estava em equilíbrio/harmonia com a natureza. A família agricultora em questão expressou essa relação através do seguinte relato:

“Meus antepassados tinham o hábito de plantar de tudo em diversidade, principalmente meu pai, e na casa dele sempre tinha quantidade abundante de semente. Se tivesse guardado, hoje daria um banco de sementes.

Os fundamentos do conhecimento agroecológico dialogam com o conhecimento milenar da agricultura tradicional (PAIVA, 2019). Aqui, faz-se menção ao conhecimento dos antepassados e aos saberes tradicionais que foram repassados às famílias agricultoras, por serem conhecimentos exclusivos e peculiares sobre práticas sustentáveis, quando se aborda a relação do homem com o meio ambiente, pois, muitas práticas agrícolas antigas já eram harmoniosas com os princípios agroecológicos.

3.1.5 O homem e a sua relação com o meio ambiente: modos de trabalhos atuais

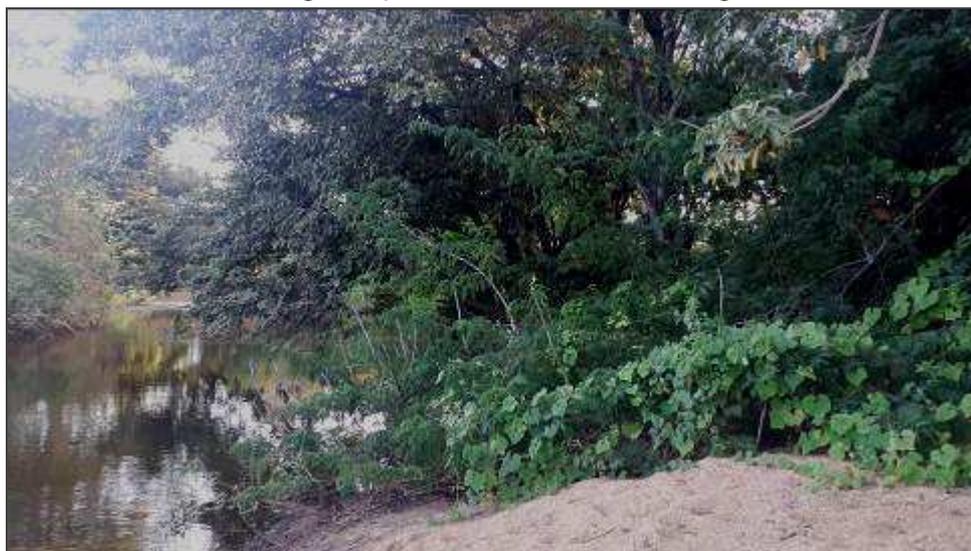
Investigou-se a relação de todas as famílias agricultoras com o meio ambiente, na atualidade, e a mesma é caracterizada por estar em equilíbrio/harmonia com a natureza. Associadamente a isso, os modos atuais de trabalhar são organizados de formas profusas, as quais foram relatadas pelos agricultores e são apresentadas adiante:

➤ Expansão de ações feitas dentro do SAF para a unidade produtiva

“A gente cuida, irriga, planta, aduba, faz podas, cobre o solo, controla todas as pragas e doenças usando materiais da área. Também faz pousio de salvação fora do SAF, deixa a terra um tempo sem cultivo pra ela descansar e recuperar os nutrientes. A gente tenta expandir para toda a área o mesmo trato que faz para o SAF”.

Seguidamente, a Figura 30 ilustra a regeneração de uma mata ciliar em virtude das práticas sustentáveis realizadas concomitantemente às ações de preservação ambiental.

Figura 30 – Mata ciliar em regeneração: comunidade rural de Laginha, Serra Talhada-PE.



Fonte: pesquisa de campo aos SAF's agroecológicos, 2021.

➤ Modos de trabalhar dinâmicos

“Depois que toma o café, cada cá procura uma coisa pra fazer. Prazeroso procurar as tarefas. É livre... porque o SAF permite isso! Não falta trabalho dia nenhum e não falta comida dia nenhum. E se tiver rigor, vende o ano inteiro. Transformação.”

“Sempre trabalha no geral, fica de olho, todo dia vai no SAF para observar o seu estado e fazer intervenções que sejam necessárias”.

“Todo dia a gente faz alguma coisa, um manejo, não há uma predeterminação. São demandas espontâneas, no que dá para atender. Vai fazendo o que consegue, todos juntos. Não há um planejamento”.

➤ **Modos de trabalhar x atividades correlacionadas como o beneficiamento e a comercialização**

“Nos nossos modos de trabalhar, a gente começa o dia pelos animais/rebanho, depois vamos para o sistema convencional, e depois o SAF onde fazemos poda, transplântio e colheita. A gente resume em plantar, colher, beneficiar e vender”.

“A rotina é diferente. Trabalho – comida – comercializar o ano todo. É uma riqueza. Quando não tem um, tem outro. Primeira rotina: ajeitar os animais (organizar o rebanho, precisa comer, beber). Segunda rotina: horta, outro vai pra o roçado (colher, plantar, podar). No momento, geralmente vai virar o milho. Sempre tem colheita.”

“Às vezes pensa, é difícil, mas senta e conversa (combina para ver o que vai acontecer). Nunca faz nada sem combinar.”

➤ **Nos modos de trabalhar x qualidade de vida**

“De primeiro limpava direto e, agora, geralmente só limpa no fim do ano. O companheiro, antes só vivia doente quando trabalhava com adubos químicos. Hoje a gente tem e guarda uma alimentação sadia e sabe o que tá trazendo pra casa. Isso é uma coisa muito gratificante”.

➤ **Modos de trabalhar atuais x relação com a Seca**

“O agricultor convencional, nesse tempo, já vai deixar o solo nu (cortar), para plantar e depois vai esperar meses sem nada”.

“Passamos a seca menos apertado e a comida dos animais também permaneceu. Os vizinhos vinham pegar água e pegar capim para os animais”.

“Fornecemos alimentos para os vizinhos e para os animais dos vizinhos. As famílias tradicionais não tinham mais nada”.

“Nas secas de 2012 - 2018, só não tinha para os animais, mas tinha pra gente porque o SAF deu uma proteção. Os vizinhos tinham que comprar tudo. Eles não tinham nem como alimentar os animais. Os vizinhos passaram mais apertado e a gente tinha a garantia do alimento”.

3.2 Modelo Conceitual: Articulação entre o SAF e a economia

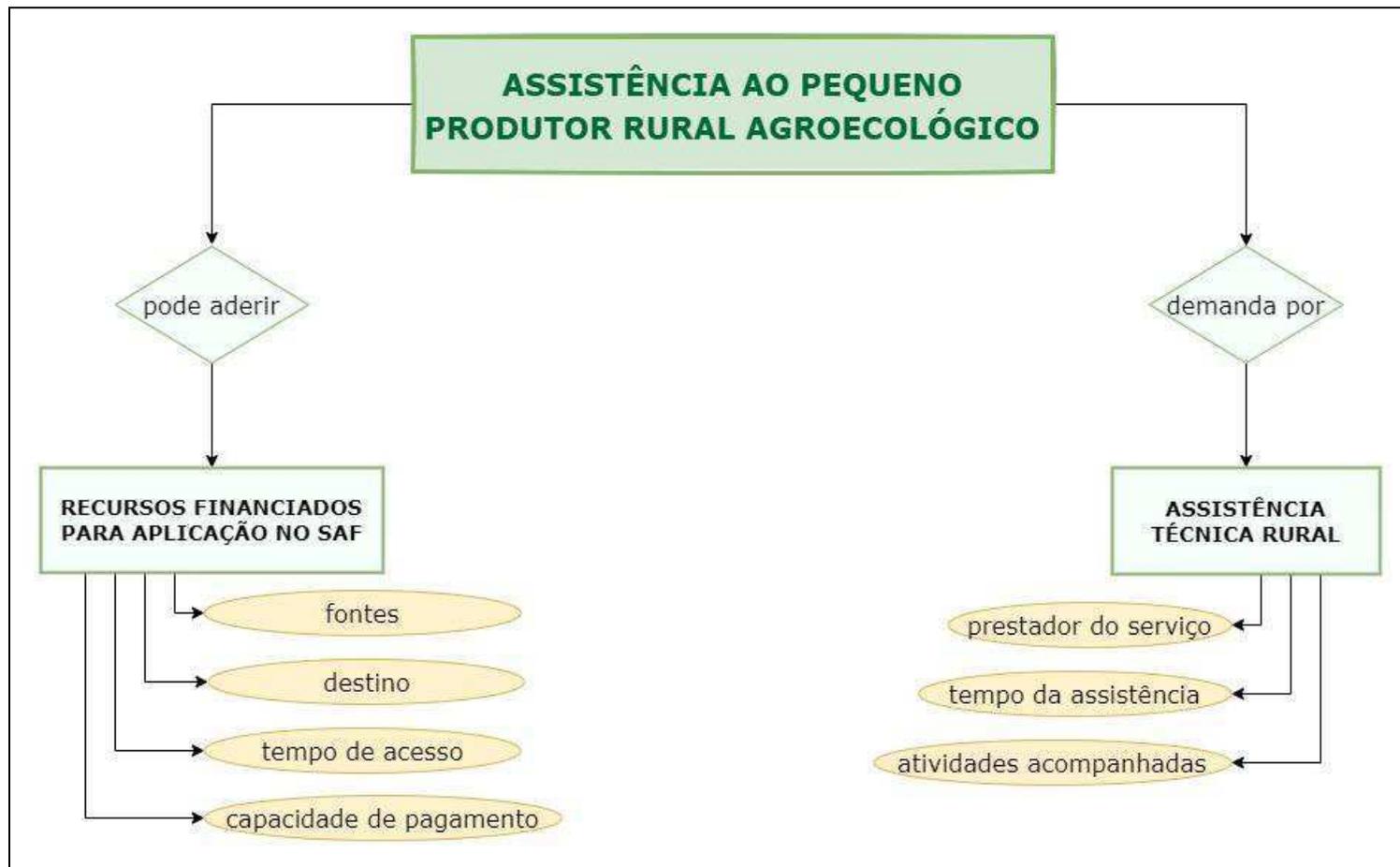
O pequeno produtor rural agroecológico necessita receber assistência técnica de duas naturezas. Uma delas é a assistência técnica rural para lhe auxiliar desde a implantação, até a gestão e manutenção que o SAF agroecológico requer. Esta assistência está associada ao desenvolvimento e à expansão das atividades dentro do SAF. Em decorrência da falta de assistência técnica rural, alguns fatores preponderam, como o próprio impedimento para implantação do SAF, as dificuldades para realizar as atividades de manutenção/manejo, e até mesmo a falta de ânimo para trabalhar no SAF e para investir em atividades como a comercialização dos produtos.

Também a assistência técnica rural, a qual possui como requisitos a entidade ou profissional prestador do serviço, o tempo que a família agricultora recebe ou recebeu a assistência, e as atividades que são ou que foram acompanhadas.

A segunda, trata-se da assistência econômica para aderir a recursos financiados para aplicação no SAF. Esta, por sua vez, oportuniza a família produtora dar início a uma relação econômica, o que é essencial para garantir questões basilares como inicializar os processos de implantação do SAF na unidade produtiva. Um fator impeditivo à implantação dos SAFs diz respeito à falta de recursos para proceder com atividades como o isolamento de área.

No que condiz à assistência econômica, ela é caracterizada pelas fontes que proveem os recursos financeiros, o destino de aplicação dos recursos, o tempo de acesso que o pequeno produtor rural tem ou teve aos recursos, e capacidade de pagamento que ele tem para quitar com o crédito. A referente modelagem se apresenta adiante na Figura 31.

Figura 31 – Modelo conceitual: Assistência ao pequeno produtor rural agroecológico.



Fonte: elaborado pela Autora, 2022/2023.

3.2.1 Recursos financiados para investimento e aplicação no SAF

Ao abordar os recursos financeiros para investimento e aplicação exclusiva nos SAF's, foi identificado que apenas 25% das famílias agricultoras já trabalharam com recursos financiados para investimento e aplicação exclusiva nestes sistemas produtivos, e outros 75% utilizam os recursos próprios. Ainda, as fontes do financiamento para as famílias agricultoras foram o Banco do Nordeste e o Banco do Brasil, e os recursos foram obtidos nos anos 2007 e entre 2012 a 2013, e foram destinados à aquisição de duas bombas, canos e mangueiras, e também à apropriação de árvores.

De maneira generalizada, não apenas em se tratando de SAF's, a agricultura familiar tem pouco acesso ao crédito para custeio. De acordo com Souza e Caume (2008), a política de crédito rural subsidiado teve seu início na década de 1970, mas a agroindústria e os grandes produtores com produção voltada para a exportação foram muito mais beneficiados por essa política do que a agricultura familiar, a qual recebeu menos recursos do Sistema Nacional de Crédito Rural.

Definido ainda nessa mesma década por Guedes Pinto (1978), ao passo em que os grandes produtores e donos de terra com produção direcionada à exportação eram os privilegiados, contrariamente aos pequenos produtores responsáveis pelo abastecimento do mercado interno, o crédito rural foi muito mais um instrumento altamente seletivo, do que um instrumento de acesso ao crédito e de beneficiamento com garantia de preços mínimos para os que mais precisavam.

No tocante ao acesso ao crédito rural para uso exclusivo nos SAF's, apenas 17% têm acesso atualmente. Apurou-se que as razões que concorrem para que 83% das famílias agricultoras não tenham acesso a esse crédito são as seguintes: (i) os agricultores não possuem Declaração de Aptidão do Pronaf – DAP; (ii) eles nunca procuraram informação sobre o assunto; (iii) e nunca recorreram ao crédito rural porque acham “meio difícil”, haja vista que, a considerar as famílias agriculturas ao envolvimento, até a atualidade ninguém conseguiu ou nunca precisaram.

Foi na década de 90 que as pressões do movimento sindical rural levaram o governo a investir novamente em políticas públicas que reduzissem as desigualdades sociais e econômicas. Em 1994 foi criado o Programa de Valorização da Pequena Produção Rural - PROVAP, e um ano depois da sua criação o programa foi totalmente

reformulado e abriu caminho para a institucionalização do PRONAF em 1996 (MATTEI, 2005).

Segundo os relatos das famílias, além do acesso ao crédito para investimento e aplicação exclusivos nos SAF's, existem duas categorias de Programas acerca dos quais até hoje ninguém conseguiu ter acesso ao crédito, sendo eles o Pronaf Mulher, que se trata do financiamento à mulher agricultora integrante de unidade familiar de produção enquadrada no Pronaf, para investimentos em variadas atividades na propriedade rural; e o Pronaf Eco, que permite o financiamento para energia solar.

Por meio do Pronaf, ao longo do tempo os pequenos produtores rurais passaram a ter mais acesso aos contratos e, segundo Schneider et al. (2004), isso está associado às conquistas mais importantes do Programa: (i) o reconhecimento da agricultura familiar como categoria social; (ii) a criação de um diálogo entre os agricultores familiares, as Organizações e o Governo; (iii) o estabelecimento de um enfoque territorial das políticas públicas.

No Sertão do Pajeú, dentre as famílias agricultoras que precisaram de crédito rural, 67% têm conseguido pagar o crédito e, sobre o aspecto da descrição das dívidas atuais das famílias, referentes aos SAF's, elas são relacionadas à compra de equipamentos e máquinas (bomba, canos e mangueiras) e insumos externos para aplicar no poço profundo; recursos para a construção de minhocário, tanque de biofertilizantes e poço amazonas; e à contratação de mão-de-obra para cavação e perfuração. Particularmente ao conjunto de atividades de cavação e perfuração juntamente ao uso das máquinas para a perfuração dos poços, os agricultores familiares precisam do montante médio de R\$ 7.500,00.

3.2.1.1 Mão de obra externa

Em casos extremos, a mão de obra externa é essencial e a sua ausência limita os agricultores no que condiz a incrementar a produção ou, até mesmo, de manter as condições em que as atividades vêm sendo desenvolvidas (SEVERO et al., 2020).

Algumas famílias agricultoras do Pajeú que são constituídas apenas pelo casal ou que têm em seu núcleo familiar pessoas idosas, têm a necessidade da contratação de mão de obra externa para auxiliar serviços nos SAF's em alguns períodos e atividades específicas no ano. Constatou-se que 42% das famílias fazem a contratação e as atividades

que exigem mão de obra externa são as seguintes: capina/roço, silagem (cortar o capim e carregar), poda, colheita, e apoio à irrigação (estirar as mangueiras). Ainda, no contexto em que 58% das famílias agricultoras não precisam contratar por razões variadas, dentre as quais foram relatadas as seguintes: “o casal dá de conta”, “o SAF nunca exigiu mão de obra externa”, “a gente mesmo faz”.

A quantidade de pessoas contratadas são uma a duas pessoas para as atividades individuais de capina/roço; duas a três pessoas para a atividade de silagem (cortar o capim e carregar), uma pessoa para as atividades individuais de poda e de colheita; e duas pessoas para apoio à irrigação - estirar as mangueiras. E, em todas as famílias agricultoras, o valor pago por dia trabalhado/pessoa para a atividade de capina é entre R\$ 40,00 a R\$ 50,00, e para todas as demais atividades o valor pago é de R\$ 50,00.

Os períodos da contratação/dias que estas atividades requerem para serem realizadas são os seguintes:

- Capina/roço: o período de contratação de mão-de-obra para esta atividade depende da necessidade em cada SAF's das famílias agricultoras, podendo variar entre duas a quatro vezes/ano, sendo cada vez, o período de uma semana.
- Silagem (cortar o capim e carregar): uma vez/dois a três dias;
- Poda: duas vezes ao mês;
- Colheita: quatro vezes ao mês, sempre há o que colher;
- Apoio à irrigação (distribuir e alinhar tubos e fitas de irrigação): duas vezes ao ano, com duração de uma semana cada vez.

3.2.2 Assistência Técnica

As famílias agricultoras demandam por assistência técnica rural para desenvolverem atividades no SAF e, a respeito desse serviço, 75% das famílias já o receberam ou ainda recebem, em períodos que se intercalaram entre mais duradouros e/ou pontuais. As entidades ou empresas responsáveis na prestação deste serviço foram a ADESSU, o Centro Sabiá, o CECOR, a Diaconia e a Chapada. Esta última desenvolve projetos que fortalecem o desenvolvimento socioeconômico, político e cultural da agricultura familiar através da recuperação e preservação do meio ambiente por meio da agroecologia.

As atividades acompanhadas foram as seguintes:

- i.** Manejo e cultivos das áreas (plantio; transplante; podas; preparo e cobertura do solo);
- ii.** Adubação orgânica;
- iii.** Implantação/consolidação do SAF de forma diversificada com introdução de uma multiplicidade de espécie;
- iv.** Reflorestamento de nascentes;
- v.** Oficinas de defensivos naturais;
- vi.** Recuperação de áreas degradadas.

O período da assistência técnica rural às famílias agricultoras variou muito nos últimos 25 anos e não foi permanente. Constatou-se que algumas famílias receberam este serviço por sete ou oito anos consecutivos, enquanto que outras famílias receberam o serviço por dois a três anos consecutivos, e outras famílias o receberam por apenas um ano. Em todos os casos, tem-se um suporte de assistência técnica, mas a mesma não foi permanente, ou seja, aconteceu em algum momento seguido de uma descontinuidade, em alguns casos chegando a anos sem acompanhamento.

De acordo com Sidersky et al. (2010), três aspectos são relevantes para a assistência técnica prestada aos agricultores familiares, sendo eles os seguintes:

- i.** A assistência técnica deve ser permanente, ou seja, é preciso superar a descontinuidade, a baixa frequência e a fragmentação das ações de assessoria;
- ii.** Deve ser facilitadora e animadora: as famílias têm demandas e é preciso que os processos de organização sejam facilitados e também animados, utilizando-se de tecnologias de produtos e processos, os mais simples, de fácil apropriação e de pouca dependência de fatores externos, geralmente caros e de difícil acesso.
- iii.** E deve ter gestão compartilhada Estado-Sociedade: descentralizar a supervisão e o acompanhamento, nas áreas governamentais e não governamentais, para facilitar a participação e o controle social exercido pelas famílias agricultoras. Fazer tal esforço para propiciar cooperação e mobilização, especialmente na execução das ações de campo.

3.3 Modelagem conceitual: Produção agropecuária no SAF agroecológico

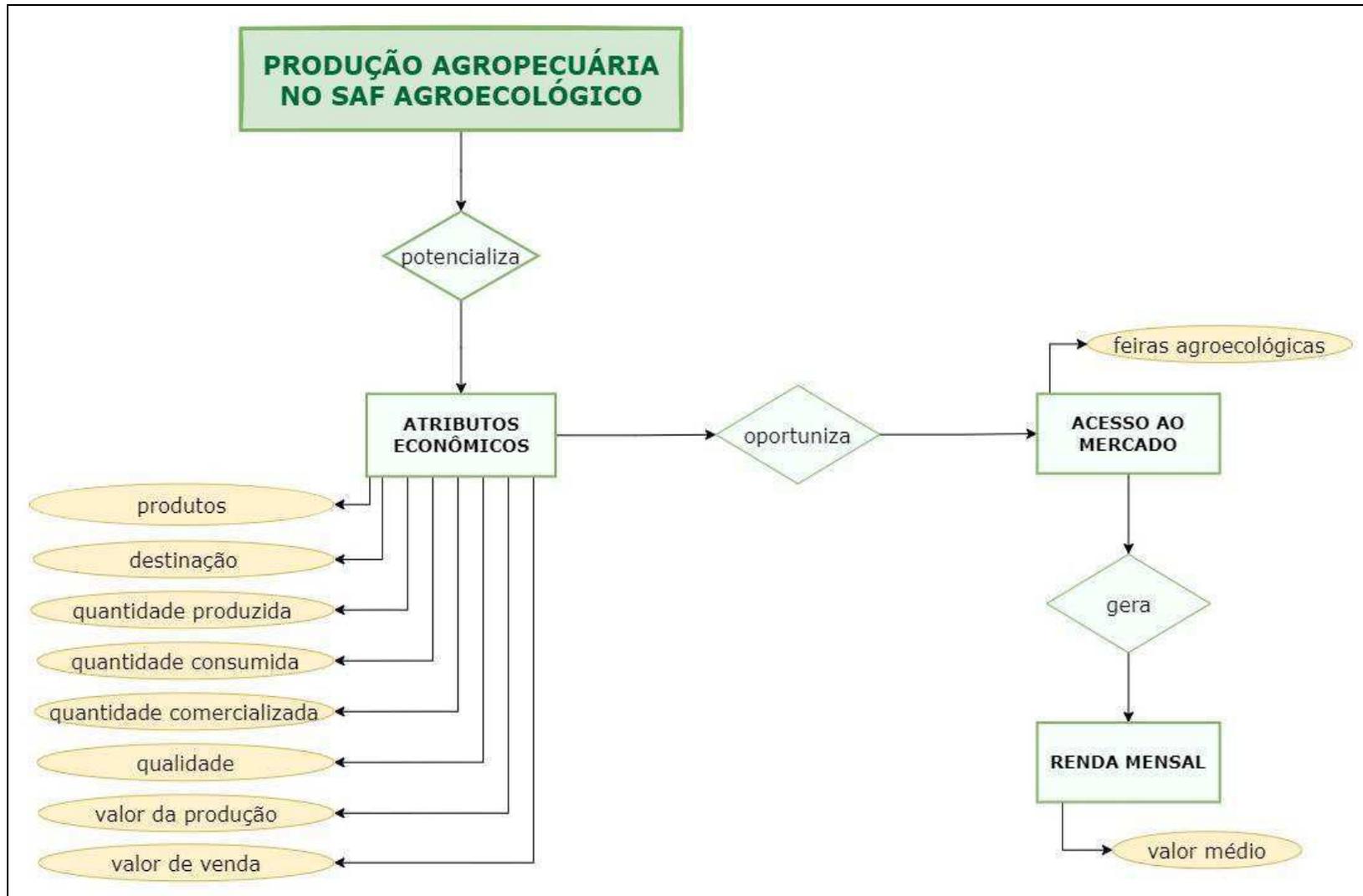
De acordo com Ramos et al. (2007), a impossibilidade de muitas agricultoras e agricultores avançarem economicamente está relacionada a aspectos comerciais e financeiros, consubstancializando-se, estes, como os maiores obstáculos para o desenvolvimento econômico da produção no campo. Por essa razão, dentre os principais problemas que os produtores rurais enfrentam, estes são mais frequentes do que as próprias dificuldades produtivas.

É através destes atributos econômicos que uma renda mensal é gerada para a família agricultora contribuindo, assim, para a melhoria da qualidade de vida, principalmente frente a condições adversas de sobrevivência, nas quais o produtor rural no Semiárido encontra em sua força de trabalho a esperança de garantir a sobrevivência e sustentação da sua família.

A agricultura familiar brasileira é uma entidade heterogênea na qual a diversidade social e cultural dos pequenos produtores define diferentes níveis de infraestrutura e condições de vida, não apenas entre as regiões, mas inclusive dentro de cada região. No entanto, ainda diante uma diversidade de realidades socioeconômicas e ambientais, a agricultura familiar conquistou uma função relevante na produção de alimentos sendo a principal responsável pelos alimentos produzidos para consumo no Brasil.

A produção agroecológica do SAF potencializa atributos econômicos como os produtos agrícolas e pecuários que são produzidos, a destinação deles, a quantidade produzida, a quantidade consumida, a quantidade comercializada, a qualidade dos produtos, o valor de produção e o valor de venda. A seguir, na Figura 32, apresenta-se a modelagem conceitual deste cenário.

Figura 32 – Modelo conceitual: Produção agropecuária no SAF agroecológico.



Fonte: elaborado pela Autora, 2022/2023.

3.3.1 Articulação entre o SAF e a economia - produção agroecológica

De acordo com Souza e Silva (2016), a produção diversificada garante alimentação sadia para a família, além de suscitar a melhoria da renda familiar, principalmente quando o beneficiamento dos produtos e a comercialização se dão em locais apropriados e a preços justos.

A produção agrícola dos SAF's declarada pela totalidade das famílias incluídas na presente pesquisa, tanto é destinada para subsistência familiar, seja para o consumo humano ou animal, e/ou para a comercialização. Notadamente à produção agrícola para a comercialização, tem registro em 67% das famílias, com as demais destinando o produto de seus cultivos para alimentação humana ou de seus animais. Portanto, 33% das famílias destinam os produtos dos seus SAF's exclusivamente para o consumo interno.

A produção aqui declarada, sistematizada e destinada ao comércio refere-se aos anos de 2020 e 2021, tempo de realização da presente pesquisa de campo, caracterizando-se pela diversidade e por produtos que se enquadram no grupo das frutas, cereais, hortaliças, tubérculos, temperos, plantas nativas, cujos os dados mais relevantes são apresentados nas Tabelas de 01 a 06, a seguir.

Tabela 01. Quantitativo médio de produção agrícola advinda da **fruticultura** e respectivos valores médios dos preços declarados/estimados pelas famílias agricultoras – Sertão do Pajeú / dezembro de 2021.

Espécie frutífera	Quantitativo comercializado*	Número de famílias que comercializa	Valores médios de referência para venda* em R\$
Abacate	1500 frutos/ano	1	0,40/un
Acerola	300 kg/ano - in natura	1	0,70/kg
Banana	1500 unidades a cada 15 dias	3	0,18/un
Caju	1.550/ unidades/ano	5	0,50/un
Coco	1.700 unidades/ano	2	1,50/un
Goiaba	25 caixas de 30 kg	4	40,00/caixa
Laranja	450 unidades/ano	2	0,55/un
Limão	2000 unidades/ mês	3	0,14/un
Manga	493 kg/ano	4	1,64/kg
Pinha	1000 unidades/ano	1	1,00/un

Fonte: * dados primários declarados pelas famílias agrofloresteiras.

Tabela 02 - Quantitativo médio de produção agrícola de **cereais verdes** e respectivos valores médios dos preços declarados/estimados pelas famílias agricultoras – Sertão do Pajeú / dezembro de 2021.

Espécie vegetal	Quantitativo comercializado*	Número de famílias que comercializa	Valores médios de referência para venda* em R\$
Feijão de corda	120 litros/mês	2	5,00/litro
Milho verde	400 unidades/mês	3	0,60/un

Fonte: * dados primários declarados pelas famílias agrofloresteiras.

Tabela 03 - Quantitativo médio de produção agrícola de **hortaliças** e respectivos valores médios dos preços declarados/estimados pelas famílias agricultoras – Sertão do Pajeú / dezembro de 2021.

Espécie hortícola	Quantitativo comercializado*	Número de famílias que comercializa	Valores médios de referência para venda* em R\$
Capim santo	192 unidades/ano	1	1,00/un
Coentro	1152 unidades/ano	1	1,00/un
Jerimum	200 unidades/ano	1	5,00/un
Mastruz	4 unidades/semana	1	2,00/un

Fonte: * dados primários declarados pelas famílias agrofloresteiras.

Tabela 04. Quantitativo médio de produção agrícola de **produtos processados** e respectivos valores médios dos preços declarados/estimados pelas famílias agricultoras – Sertão do Pajeú / dezembro de 2021.

Produtos processados	Quantitativo comercializado*	Número de famílias que comercializa	Valores médios de referência para venda* em R\$
Café	1 até 2 sacas/ano	1	600,00/saca
Castanha de caju (torrada)	180 kg/ano	2	8,0/500g
Colorau	8 copos/mês	1	3,00/un
Fubá fresco	4 kg/semana	1	6,00/kg
Massa de cuscuz	3 kg/semana	1	5,00/kg
Mugunzá	1 kg/semana	1	5,00/kg
Polpa de acerola	383 litros/mês	5	2,25/litro
Polpa de caju	500 kg ao ano	2	4,00/kg
Polpa de goiaba	200 kg ao ano	1	7,50/kg
Polpa de graviola	125 kg/mês	2	10,00/kg
Polpa de manga	900 kg/ano.	3	5,50/kg
Polpa de umbu	200 litros/ano	1	2,00/litro
Xerém	1 kg/semana	1	5,00/kg

Fonte: * dados primários declarados pelas famílias agrofloresteiras.

Tabela 05 - Quantitativo médio de produção agrícola de **mudas de espécies nativas e palma** e respectivos valores médios dos preços declarados/estimados pelas famílias agricultoras – Sertão do Pajeú / dezembro de 2021.

Espécies da Caatinga	Quantitativo comercializado*	Número de famílias que comercializa	Valores médios de referência para venda* em R\$
Angico, Caraibeira, Ipê e Umbuzeiro	200 mudas/ano	1	2,5/muda
Palma	3500 raquetes/ano	1	0,75/raquete

Fonte: * dados primários declarados pelas famílias agrofloresteiras.

Identificou-se que duas famílias também comercializam plantas ornamentais, cactos, suculentas e flores.

Tabela 06 - Quantitativo médio de **produção de derivados** e respectivos valores médios dos preços declarados/estimados pelas famílias agricultoras – Sertão do Pajeú / dezembro de 2021.

Produto	Quantitativo comercializado*	Número de famílias que comercializa	Valores médios de referência para venda* em R\$
Mel de abelha italiana	48 litros/ano	1	R\$ 30,00/litro
Ovos	960 unidades/ano.	1	R\$ 0,80/unidade

Fonte: * dados primários declarados pelas famílias agrofloresteiras.

Uma família relatou que “sente dificuldade em organizar toda a sua produção em razão de grande diversidade do que cultiva e produz e em razão disso não acompanha bem os quantitativos produzidos e vendidos”. Esta falta de sistematização contábil na dinâmica da produção reforça ainda mais a necessidade de uma assessoria técnica permanente.

Especialmente sobre a qualidade da produção, ela é caracterizada como boa pelas famílias agrofloresteiras, com destaque a alguns produtos caracterizados como ótimos, como as polpas de frutas - “polpa pura”. De acordo com Melo (2012), os alimentos agroecológicos são mais nutritivos e saudáveis, por serem livres de contaminantes como agrotóxicos e transgênicos, e por serem produzidos em harmonia com a natureza. As famílias comem melhor do que os agricultores convencionais, pois estes compram muitos produtos industrializados para compor sua alimentação.

3.3.2 Acesso ao mercado

A produção agroecológica incorre em uma relação direta com as práticas realizadas pela população rural cuja ocupação principal da força de trabalho é a

agropecuária, ao passo em que propicia condições do pequeno produtor rural de ter acesso a mercados locais e, a partir disso, alcançar uma melhoria de qualidade de vida.

Diferentemente da agricultura convencional, a qual exige uma grande dependência de insumos externos, a agricultura agroecológica tem propiciado o acesso a mercados para pequenos produtores rurais que vivem da agricultura familiar, através das feiras agroecológicas, consubstancializando-se em uma realidade constatada no Sertão do Pajeú. Através do Centro Sabiá, existem 23 espaços de feiras agroecológicas em Pernambuco, dentre os quais, cinco espaços estão presentes na região do Pajeú.

O principal objetivo é levar as famílias a refletirem sobre o padrão de consumo alimentar a partir das experiências locais das feiras agroecológicas que combinam sustentabilidade ambiental, aumento na renda local e saúde para a população consumidora e, ainda, refletir sobre a sustentabilidade dos agrossistemas familiares em transição estando, este objetivo, em harmonia com o que Barros Júnior (2022) mencionou relativamente à preocupação com a produção limpa de alimentos associada à aplicação de práticas de produção agrícola menos degradantes e com potencial de promover a preservação máxima dos recursos naturais.

Dentre as famílias agrofloresteiras, 67% delas comercializam os produtos de seus cultivos. Relativamente a isso, detectou-se que existem SAF's antigos, com destaque ao mais antigo possuindo 24 anos de implementação, com a característica exclusiva de sobreviver em sistema de sequeiro, e com grande diversidade de produtos agrícolas, todavia a família agricultora não faz a comercialização. Por outro lado, opostamente, apurou-se que existem SAF's com menor tempo de implantação (16 anos, 13 anos e até mesmo 3 anos), que comercializam a maior parte do que produzem.

Segundo afirmou Abramovay (2007), a agricultura familiar não pode ser resumida à pequena produção. Este aspecto é melhor compreendido ao observar as categorias de produtos e as variedades produzidas pelos agricultores agroecológicos. Associadamente a isso, Wilkinson (2008) faz referência que o fortalecimento da agricultura familiar, inclusive para mercados globalizados, perpassa pelo investimento nas vantagens que a mesma possui como a agroecologia, entre outras, que têm potencial de minimizar as desvantagens em competição com a produção do agronegócio.

3.3.3 Renda mensal obtida pelas famílias

Com a produção agropecuária do SAF a renda mensal obtida pelos agricultores familiares agrofloresteiros é correspondente, maiormente, a menos da metade de um salário mínimo para 58% das famílias. Outros 17% das famílias conseguem obter a renda relativa à metade de um salário mínimo; 8% obtém entre meio e um salário mínimo; 8% obtém um salário mínimo; nenhuma família agricultora obtém a renda entre um e dois salários mínimos; e 8% das famílias agricultoras obtém a renda correspondente acima de dois salários mínimos.

Foi identificado, segundo os relatos das famílias, que se a produção for razoável elas têm a capacidade de obter renda ainda maior que um salário, dependendo da produtividade. Todavia, alguns fatores ainda são impeditivos a este alcance, com destaque ao difícil acesso aos Programas para comercialização dos alimentos, como também as dificuldades de levar os alimentos às feiras.

A renda da produção agropecuária familiar ainda é sujeita à desigualdade e injustiças, apesar de os produtores familiares exercerem um papel central na economia brasileira. A comercialização de seus produtos por meio de atravessadores concorre para a injustiça de preços e, logo, para a diminuição da renda gerada. Abordado por Saquet (2006), a circulação simples de mercadorias são as redes geográficas às quais os produtores ainda são sujeitos, além de subordinados e explorados pelos agentes do capital.

Complementa-se que as famílias relataram que têm disposição e interesse em comercializar todos os seus produtos possíveis, mas, em virtude de tais dificuldades e empecilhos, as mesmas acabam por ter que escolher o que comercializar e por realizar a comercialização por meio de atravessadores. Isto é o que lhes proporciona perda de ganho de renda, seja por não comercializarem tudo o que têm capacidade, seja por venderem a preços injustos e inferiores.

Apesar disso, um fator positivo foi identificado e diz respeito ao potencial que a comercialização da produção agropecuária do SAF tem, propiciando o alcance de uma renda correspondente acima de dois salários mínimos. Este aspecto possui relação com as discussões de Abramovay (2007), ao argumentar e explicar que a agricultura familiar não pode ser resumida à pequena produção, haja vista todo o seu potencial de produtividade, associadamente às colocações Wilkinson (2008), quando compara a baixa remuneração e o

alto esforço produtivo, dos produtores, junto à transferência dos produtos para atravessadores.

Em meio a estas questões, também é necessário acrescentar que uma questão diz respeito à família agricultora ter segurança alimentar, ou seja, a garantia dos alimentos para a subsistência familiar de forma regular e sustentável, e outra questão diz respeito à família agricultora precisar trabalhar fora para constituir a sua renda. Essencialmente, em 75% das famílias, os valores arrecadados possibilitam as mesmas se manterem e ainda ajudam os vizinhos. Desfavoravelmente a isso, os demais 25% relataram que “é necessário trabalhar fora da propriedade para poder viver”.

3.3.3 Produtividade agrícola no SAF e segurança alimentar

No que diz respeito à contribuição da produtividade agrícola do SAF para garantir a segurança alimentar, 83% das famílias relataram que o SAF é um pilar de sustentação. Particularmente a isso, expuseram que “começaram em uma terra muito pobre e com pouca folhagem”. Mas, reconhecem que “o tempo é a questão e com mais tempo vai alcançar isso”, ou seja, maior potencial de produtividade. Ainda assim, afirmaram que “quando há dedicação, os resultados são melhores”.

A respeito disso, ao avaliar a produtividade de biomassa em sistemas agroflorestais e tradicionais, Martins et al. (2013), afirmaram que a presença de árvores não só aumentou a produtividade total como conferiu maior estabilidade aos sistemas. Efetivamente estes dois fatores funcionam de forma dependente, ou seja, quanto maior a estabilidade nos SAF's, maiores as condições de desenvolvimento e sobrevivência das espécies e, por conseguinte, maior a produtividade.

Notadamente às famílias que afirmaram que a produtividade agrícola do SAF ainda não lhes garante a almejada segurança alimentar, neste quadro estão aquelas famílias cujos sistemas produtivos ainda têm uma variedade muito pequena de culturas e, associadamente a este aspecto, fazem questão de afirmar que esta dificuldade tem relação direta com a falta de assistência técnica contínua para acompanhar as atividades e principalmente ensinar a fazer esta diversificação.

Questionados se a produtividade agrícola do SAF poderia ser melhor, 92% das famílias agricultoras expuseram que sim, em razão das questões adiante apresentadas:

- i. A diversificação de cultivos ainda é considerada baixa nos SAF's.

ii. É necessário aumentar o tempo de manejo e as práticas de cultivo: “se tivessem mais tempo e empenho dedicado ao manejo, ou seja, se aumentassem a intensidade do trabalho, a produtividade das áreas aumentaria. Só precisa um olhar mais para o SAF. Por ser trabalhoso, as pessoas preferem comprar do que cultivar”.

iii. É imperativo aumentar os quantitativos de matéria orgânica incorporada dentro dos SAF's.

iv. É preciso estruturar a irrigação: “os SAF's que estão à margem do Pajeú não têm uma estrutura de irrigação para aproveitar água abundante ali disponível, bem como a água advinda de poços”.

v. A inserção em mercados seguros de aquisição de alimentos da agricultura familiar como o Programa de Aquisição de Alimentos - PAA e Programa Nacional de Alimentação Escolar - PNAE, precisa ser retomada e potencializada.

Dentre os 83% que revelaram estas explicações, uma família cujo núcleo familiar é constituído por um casal e um dos membros é de idade avançada, discorreu que a produtividade poderia ser maior se tivesse “apoio de mão de obra”, ou seja, “se tivesse uma capacidade operacional maior, pois pesa bastante e são muitas coisas”.

4. CONCLUSÕES

Precipuamente sobre os modelos conceituais concluiu-se que a modelagem facultou a compreensão das relações existentes entre os SAF's e o agricultor agroflorestral, a sociedade e o meio ambiente. À face do exposto, revelou-se sobretudo o potencial desta tecnologia sustentável no que concerne a promover uma agricultura sustentável sincronicamente ao uso equilibrado dos recursos naturais outorgando, também, melhoria da qualidade de vida da população rural que tem na agropecuária a sua principal atividade.

No que condiz ao apoio voltado especificamente a Sistemas Agroflorestais Agroecológicos, concluiu-se que os agricultores agroflorestais têm maior suporte das entidades e ONG's que atuam no Sertão do Pajeú, do que do próprio Estado. No conjunto completo das unidades de análises pesquisadas, as ONG's são primordiais porque chegam aonde o Estado não está presente e atuam com Programas, Projetos e Ações, não apenas para a agricultura familiar, mas também, exclusivos à Agroecologia e aos SAF's.

Na relação do agricultor agroflorestal com o meio ambiente e a biodiversidade, as formas de produção agroecológica de cultivos lhes facultam maiores condições de lidar com as dificuldades do Semiárido, seja no que condiz aos aspectos de produção nesse meio, seja no que diz respeito ao enfrentamento às dificuldades intrínsecas à categoria da agricultura familiar. Afirma-se que isto acontece porque os SAF's podem cumprir funções biológicas e funções socioeconômicas.

A assessoria técnica rural e a educação ambiental são primordiais para os agricultores implantarem os SAF's e darem seguimento ao seu desenvolvimento e, ambas, precisam ser exercidas conjuntamente e de forma contínua desde a implantação até o manejo. Não obstante, a descontinuidade do serviço de assessoria técnica é fator que limita o pleno desenvolvimento destes sistemas com proeminência à auto-organização dos SAF's, ao alcance da sustentabilidade, à capacidade de estabelecer sinergia com o ambiente externo, bem como aos fatores associados e dependentes de produção diversificada e de produtividade.

Os SAF's agroecológicos garantem a segurança alimentar e propiciam renda a partir do momento em que as culturas agrícolas atingem o desenvolvimento. Entretanto, algumas famílias agrofloresteiras que têm SAF's mais antigos e com alta diversidade de produtos não comercializam, enquanto famílias com SAF's mais novos e com diversidade ainda pequena comercializam a maioria ou todos os produtos. Não é contraditório, pelo contrário, comprova-se a potencialidade desta tecnologia sustentável em transformar a vida dos pequenos agricultores familiares desde cedo à sua implantação, fomentando-lhes qualidade de vida. É sim, afirmado, que a falta de políticas públicas essencialmente específicas para SAF's, é um fator que dificulta ou limita o acesso ao mercado.

CAPÍTULO IV - MODELAGEM CONCEITUAL DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS AGROECOLÓGICOS: GESTÃO DOS RECURSOS NATURAIS

1. INTRODUÇÃO

A gestão de um sistema objetiva assegurar seu bom funcionamento e melhor rendimento, bem como sua perenidade e desenvolvimento. Logo, uma vez que a gestão de recursos naturais possibilita a interação entre a sociedade e a natureza, ela tem duas tarefas: prioritariamente assegurar uma articulação entre a gestão do espaço e dos meios naturais e assegurar sua boa integração ao processo de desenvolvimento econômico (GODARD, 1997).

Tendo o conhecimento de que ao longo dos dois últimos séculos a ação humana na natureza constituiu um cenário potencializado de degradação ambiental, Vieira (2019) expõe os dilemas do antropoceno ao discutir sobre “os limites biosféricos da dinâmica de crescimento material” e, ainda, utiliza de uma expressão mais forte - “um planeta de recursos finitos” - expressão, esta, que nos lança uma reflexão sobre a capacidade do planeta de suportar a subsistência humana atrelada às transformações aceleradas.

Elementos centrais e indispensáveis à discussão sobre gestão de recursos naturais são delineados por Weber (1997), quando aborda a problemática e os desafios relacionados. Tornou conhecido que grande parte dos dramas humanos são decorrentes da forma como os recursos naturais são usados, na medida em que o homem não respeita o meio ambiente, cria-se e intensifica-se um processo de artificialização do meio dos recursos naturais perdendo substancialmente a biodiversidade.

Assim como Beck (2001), no contexto das relações entre o homem e o meio ambiente menciona riscos eminentes da degradação ambiental, no campo da gestão de recursos naturais, também tratando de riscos, Weber (1997) aponta que os recursos naturais constituem um conjunto de processos de decisão que exprimem a dinâmica do sistema de relações sociedade-natureza.

Em razão disto, é importante construir modelos que viabilizem a simulação de interações sociedades-natureza em função de identificar a natureza dos problemas a serem considerados no tocante à gestão de recursos renováveis e, com isso, entender melhor as

inter-relações entre os homens e os ecossistemas, bem como as dificuldades às quais as populações comumente se submetem (WEBER, 1997).

É a esse ponto, que a visão do antropoceno impulsiona a compreensão do significado das relações que o homem mantém com a natureza, frente à mola que cada vez mais agrava o uso eficiente dos recursos naturais - a industrialização - e, particularmente na agricultura, a mecanização, o uso de agrotóxicos e a intensificação de insumos externos. Diante disso, Vieira (2019) complementa a nossa capacidade de pensar a natureza como um sistema maior do qual fazemos parte, principalmente quando o que se discute é a condição do Planeta Terra de sustentar a vida humana.

Acerca da gestão dos recursos naturais na agropecuária, quando o que se aborda é o uso dos recursos naturais e como isso impacta o meio ambiente, pode-se considerar que as incertezas e as irreversibilidade nas dinâmicas dos sistemas nos faz repensar sobre uma gestão eficiente dos recursos, uma gestão que seja viável e que contemple aspectos como: (i) as comunidades humanas; (ii) a viabilidade dessas comunidades e dos ecossistemas e; (iii) um elemento de caráter diferenciado e que diz respeito à relação de convivência com os ecossistemas, ao invés de uma relação de agressão aos mesmos (WEBER, 1997).

Exclusivamente à produção agrícola, quando se trata de identificar formas de uso sustentável dos recursos naturais incorporadas a uma estratégia de transformação social, identifica-se que muitos dos pequenos agricultores têm dificuldades de produzir, muito em função de injustiça estrutural. E, ao repensar a superação dessa problemática, o autor dá ênfase aos sistemas produtivos tendo em vista a importância da formação de um tecido social que seja cooperativo e perante o quanto o meio rural é prejudicado quando envolto a uma esfera de relações puramente mercantis (VIEIRA, 2019).

Destarte, segundo o autor, em se tratando dessa força motriz representada pelo poder dos mercados, soma-se à discussão que o desenvolvimento local sustentável é um caminho para transformar realidades. Por si só, o desenvolvimento local é uma estratégia funcional que tem condições de mudar quadros de injustiça social. Com isso, podemos constituir nossa compreensão sobre o meio ambiente e os recursos naturais dentro de uma perspectiva das relações nas sociedades.

Segundo Weber (1997), tal desenvolvimento traz a noção de equilíbrio agregando ao seu conceito a gestão de uma biodiversidade centrada na preservação dos meios naturais, isto é, não apenas no aspecto que retrata atender aos custos humanos (elemento

inerente a todo e qualquer desenvolvimento), mas atendê-los baseado no uso equilibrado dos recursos.

Ao mesmo tempo, na contemporaneidade surge o grande desafio de analisar de forma crítica os modelos de produção e propor novas alternativas que sejam mais participativas e interdisciplinares, viabilizando assim, o beneficiamento da conservação da biodiversidade, da diversidade cultural, e dos conhecimentos tradicionais. Muitos modelos são inadaptados à nossa realidade ecológica e social, e não levam em conta a contribuição local, de onde podem surgir novas práticas de conhecimento e de gestão de recursos naturais (DIEGUES, 2019).

É sob esta perspectiva que essa pesquisa objetivou construir modelos conceituais que representam as atividades, características e inter-relações que acontecem no âmbito dos SAF's agroecológicos e da gestão dos recursos naturais neste sistema produtivo e nos espaços onde são implantados. Assim, fazendo uso do modelo Entidade-Relacionamento, foram representadas ações relacionadas à produção sustentável na agricultura e ao uso equilibrado dos recursos naturais no meio ambiente, com destaque ao Bioma Caatinga e ao ambiente onde se insere o agricultor agroflorestal, ou seja, a unidade de produção agrícola. Ainda, é evidenciado que a modelagem conceitual também retratou o ambiente maior onde os SAF's agroecológicos estão implantados e onde se dá a gestão dos recursos naturais, sendo este ambiente a Biosfera.

2. METODOLOGIA

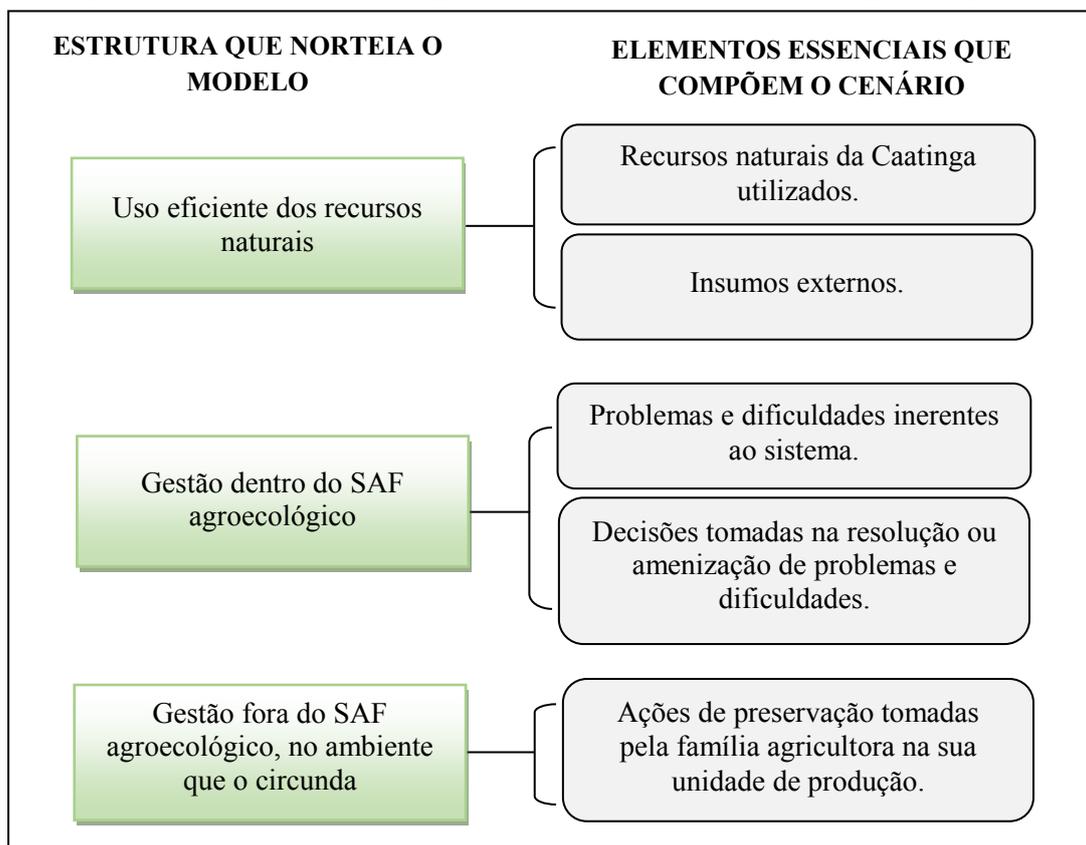
2.1 Modelo estrutural: Gestão dos recursos naturais em SAFs agroecológicos

Os modelos regidos por esse cenário temático representaram os SAF's agroecológicos em referência ao uso e ao manejo dos recursos naturais, com ênfase aos processos de decisão tomados dentro e fora do sistema.

A peculiaridade desse cenário modelado resume-se à capacidade que os sistemas agroecológicos têm de transformar o meio ambiente, tanto do ponto de vista de um sistema fechado (o sistema agroecológico possui um funcionamento e uma auto-organização interna), quanto do ponto de vista de um sistema aberto (a todo instante decisões específicas ao sistema agroecológico são tomadas não exclusivamente dentro do sistema, mas também fora deles, ou seja, no meio ambiente que os circunda).

Por essas razões, faz-se necessário entender o quanto as ações introduzidas pelo homem propulsionaram danos ou, também, conservação e até mesmo recuperação de ambientes degradados. Logo após, a Figura 33 apresenta a estrutura e os elementos que comporam o cenário específico da gestão dos recursos naturais em SAF's agroecológicos.

Figura 33 – Modelo estrutural que caracteriza o cenário dos SAFs agroecológicos.



Fonte: elaborado pela Autora, 2020.

A modelagem conceitual desse eixo que discute os SAF's agroecológicos e a gestão de recursos naturais foi elaborada com base em um conjunto de dados e informações a partir dos quais abstraíram-se os elementos que compõem o modelo. Esse conjunto é essencialmente definido pelas questões:

Modelo conceitual dos SAF's agroecológicos e a gestão de recursos naturais:

- i. Gestão dos recursos naturais nos SAF's agroecológicos e no Bioma Caatinga;
- ii. Processos de decisão dentro dos SAF's e na unidade produtiva;
- iii. Tecnologias Sociais de Convivência com o Semiárido associadas aos SAF's;
- iv. Relações entre os SAF's e a Biosfera.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Modelagem conceitual: Gestão dos recursos naturais nos SAF's agroecológicos

A modelagem conceitual da gestão dos recursos naturais dentro dos SAF's, representada na Figura 34, engloba o elemento Bioma/Biomas. Abstraiu-se que estes estão inseridos em uma região fisiográfica, compõem uma biodiversidade e apresentam, ou não, condições de equilíbrio ambiental.

São os pequenos produtores rurais que realizam a gestão dos recursos naturais nos SAF's utilizando-se, para tanto, dos recursos que estão inseridos no Bioma e na região local. Sobre este atributo, Batista et al. (2018) mencionam que o manejo sustentável é uma das principais alternativas para o uso racional dos recursos naturais do Bioma Caatinga.

A gestão dos recursos naturais nos SAF's agroecológicos também foi representada por meio dos processos de decisão que, por sua vez, são caracterizados pelas formas de gestão realizadas pelos produtores rurais. Ainda, a modelagem conceitual também integra Tecnologias Sociais de Convivência com o Semiárido, as quais são de naturezas diversas e possuem finalidades específicas.

Buscou-se, por meio destes atributos, criar uma modelagem conceitual que representa, não apenas gestão dos recursos naturais nos SAF's agroecológicos, mas, que também enfatiza como se dá a ação humana e quais as decisões que norteiam essas ações. Segundo Costa e Ribeiro (2019), a biodiversidade da Caatinga é influenciada pela forma de atuação da comunidade que utiliza e habita neste ecossistema. Logo, a devastação do Bioma Caatinga, a ausência de preservação de espécies vegetais do Bioma e o uso inadequado dos recursos naturais, são consequências negativas que se dão em virtude da ação humana, fazendo-se necessário criar condições de convivência e sustentabilidade.

Figura 34 – Modelo conceitual: Gestão dos recursos naturais nos SAF's agroecológicos.



Fonte: Elaborado pela Autora, 2022.

3.1.1 Gestão dos recursos naturais nos SAF's agroecológicos e no Bioma Caatinga

O Bioma Caatinga se concentra na Região Nordeste do país, cujo clima é Semiárido. Segundo o IBGE (2004), é uma das seis grandes regiões ecológicas brasileiras e, em conformidade com Tabarelli et al. (2018), entre essas regiões, ela é a única restrita ao Brasil, ou seja, não é compartilhada com nenhum outro país. Os povos nativos a denominaram de mata branca ou nome "caatinga", na língua tupi-guarani, porque especialmente em tempos de estiagem a maior parte da sua vegetação fica sem folhas, com troncos e galhos de cor branco-acinzentada.

Mas, de acordo com os autores, a Caatinga não é homogênea. Mesmo grande parte desse Bioma possuindo clima Semiárido, no qual preponderam temperaturas médias elevadas entre 25°C e 30°C e baixa precipitação média de 400 milímetros, mas também existem planaltos e, nestes, a vegetação é muito distinta, sendo composta por florestas úmidas, cerrados e campos rupestres, e as temperaturas médias podem ser mais baixas e a precipitação mais elevada. No Sertão do Pajeú, a maior ocorrência é a Caatinga arbustiva caracterizada por árvores de menor porte de até 8 metros de altura, associadas a cactáceas.

A Caatinga tem relevância expressiva não apenas por suas características naturais intrínsecas e fortemente marcadas por influências climáticas, mas também tem relevância econômica e social (GARCIA e FARIAS, 2020), contexto este, em que a agropecuária é a principal atividade realizada pelos pequenos produtores rurais. Ainda de acordo com os autores, uma das atividades econômicas de maior atuação na Caatinga, e intensamente condicionada pela irregularidade e tipicidade climática.

Quando juntas abordadas, Agroecologia e biodiversidade, remonta-se à discussão de que a biodiversidade é ferozmente afetada pelo progresso econômico que, às custas de aumentar a sua produtividade, afeta a estrutura ambiental e sociocultural, concorrendo para a perda da biodiversidade e para uma crise ecológica e social global que, em parte, já vivemos (VENTURA et al., 2018). Por outro lado, a Agroecologia é uma alternativa não apenas para a agricultura e enfaticamente a do futuro, conforme elucidou Barrera (2011), mas é uma forma de preservar os Biomas e a biodiversidade.

Ao investigar a gestão e o uso dos recursos naturais do Bioma Caatinga, todas as famílias declararam que, na atualidade, a gestão que fazem é consciente e o uso é controlado. Todas elas também reconhecem que as ações humanas de uso desmedido dos

recursos naturais refletem/comprometem a condição de equilíbrio do meio ambiente e da biodiversidade.

Conforme Costa Júnior et al. (2009), a destruição vertiginosa dos ecossistemas naturais tem colocado em risco tanto a integridade dos ciclos biológicos quanto a própria sobrevivência humana e, em vista disso, faz-se necessário adotar formas de conservar a natureza aliadas a práticas de produção mais sustentáveis.

A este ponto, enfatiza-se a importância de os SAF's serem considerados o modo de produção agrícola mais condizente com a preservação ambiental, visto que nesses agroecossistemas o manejo dos cultivos é feito em harmonia com a vegetação natural, criando-se um ambiente que sustenta maior diversidade de espécies (GEMIM et al., 2017). Na gestão que os agricultores agroecológicos fazem nos SAF's, prevalece o uso dos próprios recursos naturais do Bioma Caatinga. Isso significa dizer que muitos recursos da biodiversidade local, especialmente a flora, são utilizados.

Destacam-se dois relatos que expressam não apenas a consciência sobre a forma como a gestão dos recursos naturais é realizada pelos agricultores agroecológicos no Sertão do Pajeú, mas também, a consciência de que uma gestão em desequilíbrio incide em consequências de tal modo que os agricultores externaram que não voltariam às formas de gestão realizadas antes da implantação do SAF. Acrescentando a tais exposições, eles também expressam que em todas essas coisas existe um pensamento sobre as futuras gerações:

“Quem destrói é o próprio homem. O adubo químico prejudicava a terra e o veneno prejudicava os animais, mas hoje há consciência. Tudo o que fazemos tem uma consequência”.

“Quem tinha que responder essa pergunta era mãe. A mãe vê tudo lá na frente... filhos, netos... de vocês. É muito difícil voltar ao que era.”

“Hoje, nós próprios se autogerencia, como ser humano, para fazer acontecer”.

3.1.2 Gestão dos recursos naturais nos SAF's e os produtores agrofloresteiros

Os recursos naturais que os agricultores familiares reconhecem e declararam fazer uso para o desenvolvimento e a manutenção das atividades da agricultura, nas suas unidades de produção e nos SAF's, são os seguintes:

- Água (de épocas das chuvas e os olhos d'água [água do subsolo]); rios, riachos, (“é igual a água”) e a planta (“é igual a comida e a alimentação”);
- Árvores, vegetação, vegetal, plantas nativas da Caatinga e mudas (produção própria);
- Solo, terra (cobertura, mantém as encostas presas), pedras.

Em se tratando das plantas nativas da Caatinga, alguns agricultores familiares também fazem a produção própria de mudas. Esta prática é muito importante uma vez que para os SAF's se auto sustentarem é necessário alimentar a sua estrutura física e, basicamente, as espécies são instrumentos com papel crucial desde a implantação, seja para criar melhores condições para outras espécies, seja para a produção de matéria orgânica. Reconhecidas como substancial ao desenvolvimento dos SAF's em todos os aspectos, as árvores, segundo evidenciou Martins et al. (2013), aumentam a fertilidade e favorecem a estabilidade dos solos.

Singularmente no Semiárido nordestino, no contexto dos SAF's agroecológicos, além das espécies arbóreas, também têm magnitude as espécies leguminosas, as quais, conforme citou Marin et al. (2006), têm alta capacidade de produzir Biomassa e, conforme referiu Martins (2013), apresentam funções variadas que favorecem a fertilidade.

3.1.3 Gestão dos recursos naturais nos SAF's agroecológicos e os processos de decisão

Todas as famílias declararam que os processos de decisão dentro e fora dos SAF's respeitam o uso controlado dos recursos naturais disponibilizados pelo Bioma Caatinga.

“Hoje a gente só meche nas áreas mortas e quando alguém tenta se exceder, arranca a orelha, porque tem consciência que o sistema dá resposta das ações. A caatinga tem que existir”.

A gestão dos recursos naturais dentro dos SAF's requer que processos de decisão sejam consoantes com o meio ambiente, segundo discutido por Born (2002), ao destacar que as comunidades rurais precisam realizar serviços em prol da conservação do meio ambiente, tanto necessários a uma qualidade de vida sadia, quanto necessários ao gerenciamento adequado dos recursos naturais em seus sistemas de produção.

Os processos de decisão envolvem não apenas a gestão dos SAF's e os recursos naturais, mas um conjunto de práticas que são utilizadas no dia a dia e através das quais, efetivamente se dá o uso desses recursos e, por conseguinte, a gestão e o manejo

sustentáveis. A saber, desde o início da implantação, são aplicadas práticas que requerem tomadas de decisão que assegurem o equilíbrio ambiental. Nos SAF's do Sertão do Pajeú, práticas como o uso de esterco animal são indispensáveis desde a fase inicial de implantação.

Não se pode esquecer que estes sistemas de produção imitam o que a natureza faz. As decisões são variadas e precisam ser tomadas diariamente e, especificamente a essas práticas sustentáveis, além de serem a mola que ajudam os SAF's a funcionarem, elas concretamente promovem resultados e transformações. A respeito dessa última prática mencionada, Santos et al. (2010) mostram o efeito residual da adubação orgânica com esterco ou com Biomassa de gliricídia sobre os nutrientes, ao longo de dois anos.

Isso revela que para cada atividade que existe em um SAF agroecológico, as famílias agricultoras devem tomar decisões quanto às formas de execução. Destarte, constatou-se que nos SAF's das famílias agricultoras essas decisões variam desde os processos específicos de manejo dentro dos SAF's até assuntos correlacionados fora deles e que caracterizam a vida dos agricultores agroecológicos, como as atividades de beneficiamento e comercialização de produtos, as questões ambientais na unidade produtiva e nas comunidades rurais como um todo, a organização social e comunitária, entre outros. Tratam-se de práticas que constituem um conjunto de técnicas de manejo e uso da terra e que são executadas por meio de tecnologias que têm como matéria-prima os recursos naturais.

Em específico à gestão dos recursos naturais, foi identificado que 33% das comunidades rurais, onde os SAF's aqui pesquisados estão inseridos, executam trabalhos em prol da preservação do meio ambiente, os quais são realizados nas unidades de produção e/ou nas áreas coletivas em geral. E como elemento de ampliação, também foi identificado que estes trabalhos objetivam reverter os problemas ambientais que ainda permanecem sem solução, os quais ainda são uma realidade em 42% das unidades produtivas das famílias agricultoras. Dentre os trabalhos executados ou em execução, citam-se os seguintes:

- Manutenção de áreas de preservação permanente;
- Construção de barramentos de pedra para contenção de erosões;
- Construção de estruturas e manutenção de bancos de sementes;
- Introdução de cercas vivas;

- Multiplicação de espécies de plantas nativas ameaçadas de extinção.

Através do levantamento das informações foi possível descobrir que as comunidades rurais que executam trabalhos em prol da preservação do meio ambiente têm o fortalecimento do coletivo como principal fator que promove a execução das práticas de preservação ambiental. Destaca-se, no entanto, que este mesmo aspecto foi identificado mostrando-se um fator que limita a construção para o desenvolvimento de uma produção agroecológica quando as comunidades locais não têm o empenho e a articulação de cooperarem para a preservação do ambiente comum.

3.1.4 SAF's e as Tecnologia Sociais de Convivência com o Semiárido

Os SAF' agroecológicos podem estar associados às Tecnologias Sociais de Convivência com o Semiárido. De acordo com Gualdani e Sales (2016), no Semiárido brasileiro, dentro de um contexto de dificuldade de acesso à água e produção de alimentos, a implantação de tecnologias sociais nas unidades de produção está relacionada ao processo de tomada de decisão de agricultores familiares. Além disso, com essas tecnologias sociais os pequenos produtores podem melhorar a qualidade de vida, a inclusão produtiva, a geração de renda e a cidadania das suas famílias.

As tecnologias sociais são uma das estratégias da convivência com o Semiárido e em relação a elas verificou-se que as famílias agrofloresteiras do Sertão do Pajeú possuem Tecnologias Sociais de Convivência com o Semiárido, primordialmente para a captação e o armazenamento de água das chuvas, para a produção de alimentos e, também para o manejo de fontes de energia renovável.

Constatou-se o total de 24 Tecnologias Sociais de Convivência com o Semiárido, estando 10 delas presentes em duas ou mais unidades produtivas e chegando, algumas, a serem identificadas em todas as unidades produtivas das famílias agricultoras, conforme mostra a Tabela 7. Quanto às demais tecnologias sociais, apresentadas na Tabela 8, cada qual foi identificada exclusivamente em uma unidade de produção.

Tabela 7 – Tecnologias Sociais de Convivência com o Semiárido presentes em duas ou mais unidades produtivas das famílias agricultoras – Pajeú.

TSCS	Finalidade	Número de famílias
Barramento de pedras	Moderação dos cursos d'água para evitar a erosão hídrica.	2
Barreiro	Armazenar as águas da chuva, que se concentram em poucos meses do ano, para matar a sede dos animais e para o agricultor ampliar sua área produtiva.	2
Biodigestor	Reaproveitamento do resíduo orgânico, a produção de fertilizantes e biogás.	3
Cisterna 16.000 litros	Cisterna familiar de água para consumo com captação de água de chuva através do telhado.	12
Cisterna 52.000 litros/Calçadão	Cisterna de água para produção, de uso individual ou coletivo das famílias.	4
Fossa biodinâmica	Tratar o esgoto de uma residência e ainda ter usos posteriores como adubo em diversas situações.	3
Poço amazonas	Fornecer água de qualidade.	4
Reuso de água cinza - RAC	Reaproveitamento da água já utilizada na casa (água cinza) e que, após o processo, podem ser reutilizadas em diversas atividades produtivas dos agroecossistemas familiares.	8
Tanque de pedra	Estruturas naturais, construídas em áreas de serra ou onde existem lajedo, que armazenam água da chuva e são uma tecnologia de uso comunitário.	4 - sendo 3 em uma só família
Viveiro	Criação de vários tipos de mudas em viveiro, para transplantar ou comercializar.	2

Fonte: dados primários declarados pelas famílias agrofloresteiras.

Tabela 8 – Tecnologias Sociais de Convivência com o Semiárido presentes nas unidades produtivas das famílias agricultoras – Pajeú.

TSCS	Finalidade
Açude	Reservas de grande quantidade de água importantes para abastecer as populações rurais.
Apiário	Criação comercial de abelhas e/ou suporte para polinização da flora.
Biofertilizante	Subproduto da degradação da matéria orgânica utilizado na substituição dos adubos químicos.
Canteiros econômicos	Economizar água no cultivo agrícola.
Cerca viva	Delimitar espaços para a plantação e proteção do plantio, sendo estratégica no fornecimento de matéria orgânica ao solo, proteção às altas temperaturas e ao vento, e como espaço de preservação de uma série de espécies nativas e adaptadas ao Semiárido com funções econômicas e ecológicas.
Cisterna 50.000 litros para produção	Uma barreira que armazena a água da chuva que escorre por baixo da terra, deixando a área encharcada.

Cisterna de enxurrada	Captação da água de chuva das estradas e caminhos, que normalmente se perdem por escoamento superficial. Destina-se ao uso na produção de alimentos.
Energia solar	Captar a energia luminosa e transformá-la em energia térmica ou elétrica de forma renovável e sustentável.
Fenação e silagem: confecção e manejo	Estratégico para a estocagem e fornecimento de alimento para os rebanhos em épocas de seca.
Minhocário	Excelente fonte de fertilizante, capaz de melhorar atributos químicos (oferta, retenção e ciclagem de nutrientes), físicos (melhoria na estruturação e formação de agregados) e biológicos do solo (aumento da diversidade de organismos benéficos).
Poço amazonas ou raso	Captação da água que se encontra armazenada no lençol freático.
Poço artesiano	Captação da água de boa qualidade que se encontra no lençol freático.
Projeto de ovino e caprino	Ações integradas e sustentáveis de rebanhos como fonte de proteína para alimentação das famílias.
Sistema de irrigação	Estruturas de captação e distribuição da água às plantas advindas de rios, riachos, barragens e poços.

Fonte: dados primários declarados pelas famílias agrofloresteiras.

É possível perceber que peculiarmente as finalidades das TSCS, como também as práticas sustentáveis que possibilitam a convivência com o Semiárido, estão associadas ao acesso à água e à produção de alimentos, mas também se relacionam com outras funções variadas e que sempre se referem ao consumo da família agricultora e/ou às atividades produtivas. Especificamente, elas constituem um conjunto múltiplo de funções que abrangem aspectos como:

- Armazenamento e produção de água;
- Produção sustentável de fertilizantes;
- Produção sustentável de energia;
- Uso dos próprios recursos naturais para construir estruturas utilizadas para necessidades variadas, como o armazenamento de água, ou a delimitação de espaços para a plantação, ou a proteção do plantio;
- Estruturas de produção de mudas.

Notadamente é enfatizada a autonomia de algumas famílias agricultoras na produção de fertilizantes, os quais são insumos essenciais para a nutrição de todas as espécies cultivadas nos SAF's e concorrem para o aumento da produtividade agrícola. Averiguou-se que quanto mais o SAF se desenvolve de forma sustentável maior é esta autonomia, de tal maneira que alcançam a autossuficiência e a independência de insumos

externos. As Figuras 35, 36 e 37, a seguir, apresentam algumas das TSCS presentes nas unidades produtivas cujas famílias agricultoras utilizam em associação com os SAF's agroflorestais:

Figura 35 – Cisterna 16.000 litros



Fonte: pesquisa de campo aos SAF's agroecológicos, 2021.

Figura 36 – Cisterna 52.000 litros/Calçadão.



Figura 37 – Poço Amazonas.



Fonte: pesquisa de campo aos SAF's agroecológicos, 2021.

3.2 Modelagem conceitual: SAF's agroecológicos e a Biosfera

Os ecossistemas no entorno da biosfera são influenciados por nossas experiências e escolhas e, principalmente em se tratando da nossa existência contemporânea, o que se vê é um ambiente de instabilidade (ROCHA et al., 2022). Os diferentes conjuntos de todos os ecossistemas constituem a chamada biosfera (Krenak, 2019 in Rocha et al., 2022) e, segundo os autores, as relações que se estabelecem nesse espaço, notadamente no meio ambiente ou na natureza, são relações codependentes.

O modelo conceitual apresentado na Figura 38 é fundamentado na teoria e buscou representar atividades, características e relações que existem no contexto dos SAF's

agroecológicos na Biosfera e, para isso, a modelagem contemplou a relação que acontece no sistema água-solo-planta-atmosfera. Esta relação é definida e também acontece em função de um conjunto de fatores que agem de forma dinâmica e dependente, influenciando no funcionamento da Biosfera e dos ecossistemas que nela existem.

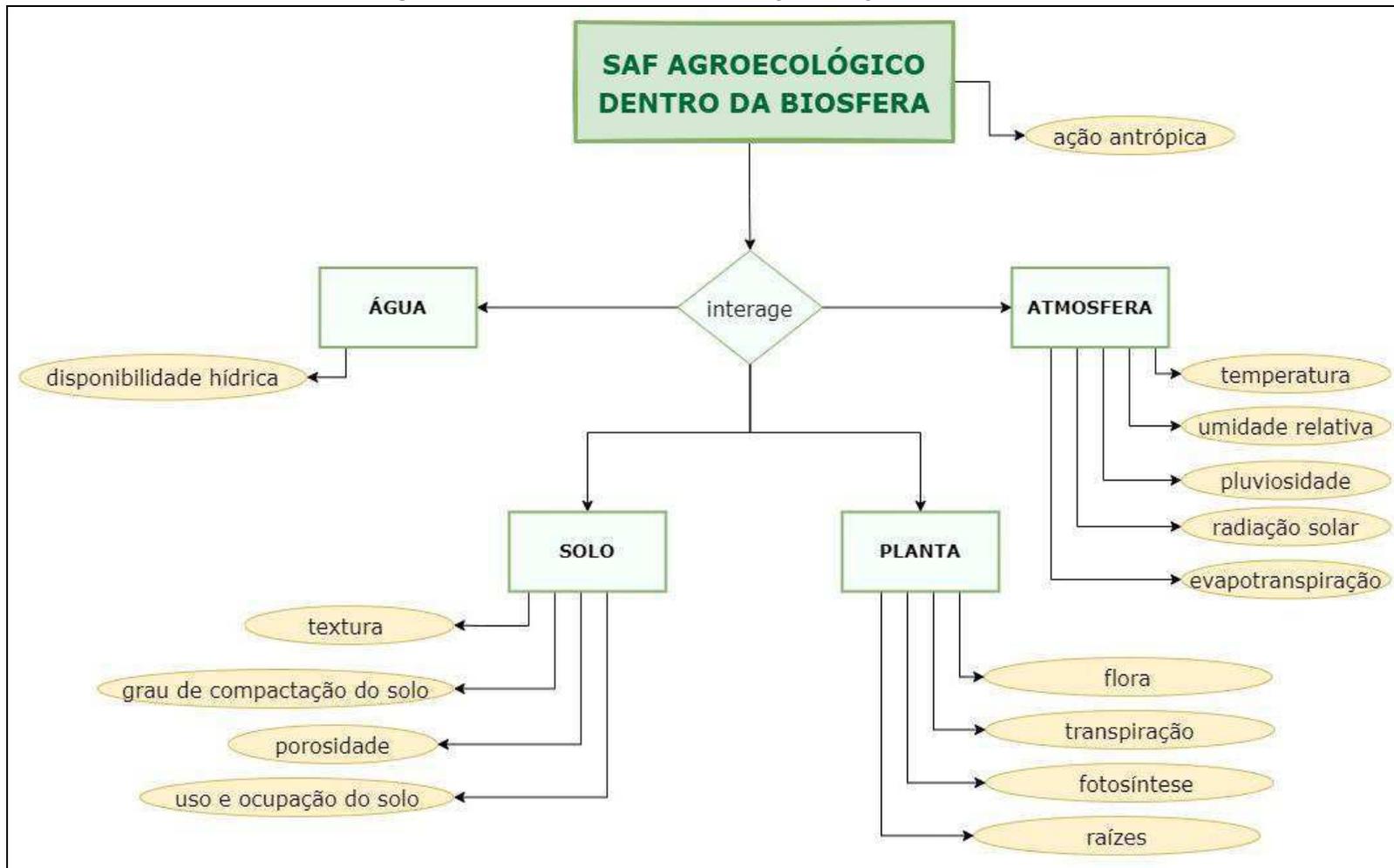
Ante isso, o modelo teórico-conceitual abordou a entidade Água por meio do atributo “disponibilidade hídrica”, com destaque à realidade do Sertão do Pajeú, local onde os SAF’s agroflorestais estão implantados.

Nesse sistema, a entidade Solo foi abordada por meio dos atributos textura, compactação do solo, porosidade, e uso/ocupação do solo. Tratam-se de atributos que permitiram discutir sobre dificuldades e limitações que se estabelecem nos SAF’s agroflorestais na região do Pajeú, no âmbito de características intrínsecas ao solo.

As relações exclusivas à entidade Planta, foram representadas por meio dos atributos flora, transpiração, fotossíntese e raízes. Esta abordagem foi feita com fundamento no Bioma Caatinga, uma vez que os SAF’s agroecológicos dependem das espécies vegetais nativas do Bioma para o seu funcionamento.

Complementando a relação desse sistema, a entidade Atmosfera contemplou em sua representação os atributos temperatura, umidade relativa, pluviosidade, radiação solar e evapotranspiração. Por meio destes, discutiram-se questões relacionadas ao SAF’s agroecológicos, bem como o potencial destes sistemas no que se refere ao enfrentamento às crises climáticas.

Figura 38 – Modelo conceitual: SAF agroecológico e a Biosfera.



Fonte: elaborado pela Autora, 2022/2023.

3.2.1 SAF's e a Biosfera: água

No semiárido brasileiro, uma característica marcante diz respeito ao regime de chuvas na área, a qual é explicada por Guerra e Barros Júnior (2014), ao esclarecerem que existe uma grande variação tanto na distribuição das precipitações, quanto nos totais anuais de precipitação entre diferentes anos em uma mesma localidade ao longo da história. Há anos em que as chuvas se concentram em um curto período da estação chuvosa.

As realidades das famílias agricultoras são em face à distribuição irregular das chuvas ao longo do ano, as quais se concentram em quatro dos doze meses, e em alguns períodos nada chove durante anos sucessivos, refletindo na disponibilidade hídrica. Além dessa dificuldade, associa-se também o escoamento superficial das águas.

Na região onde os SAF's agrofloretais estão implantados há a escassez do Rio Pajeú, o qual deixou de verter água no ano de 1986 e a perspectiva de voltar a ter águas caudalosas permanentes está condicionada às práticas de recuperação. Mas, ainda são constatadas práticas depredatórias e uso desequilibrado dos recursos naturais, não apenas no percurso do Rio Pajeú, mas ao longo de toda a sua bacia hidrográfica.

3.2.1 SAF's e a Biosfera: solo

Os atributos relacionados ao solo são muito importantes porque eles influenciam a distribuição e abundância da flora e fauna.

A geologia do Nordeste é caracterizada por um embasamento cristalino. A região onde os SAF's agrofloretais estão implantados ocupa um considerável espaço onde predomina o Neossolo, ou seja, uma região que não tem elevada capacidade de retenção hídrica e que apresenta textura argilosa e, por decorrência disso, dificuldade de drenagem.

Conquanto, acrescenta-se que neste solo também podem ser encontrados casos que apresentam fertilidade. A grande questão, a qual prevalece nas atividades produtivas das famílias agricultoras no dia a dia, refere-se ao fato de que por conta da presença do cristalino a grande maioria dos solos do semiárido são rasos, o que dificulta ou limita a infiltração de água nos solos. A textura do solo é um tributo indicador da sua capacidade de armazenamento de água e o conhecimento sobre ela é fundamental para melhor compreender outras questões como a capacidade de desenvolvimento das raízes das plantas.

O grau de compactação do solo pode ser influenciado pelas ações antrópicas como a passagem consecutiva de tratores e máquinas agrícolas que provocam perdas anuais da cobertura vegetal e de terra fértil. No Sertão do Pajeú, estas práticas aconteciam em 33% das unidades produtivas antes dos SAF's serem implantados, as quais foram um dos fatores que levaram à degradação dos solos e a outras dificuldades como a capacidade do solo reter água, a matéria orgânica e a fertilidade dos solos.

Todos esses atributos estão relacionados e são condicionantes para que haja um bom manejo no solo. Práticas como a intensa mecanização tornam o solo cada vez mais compactado impossibilitando ainda mais a capacidade de infiltração da água, mas, outras práticas como desmatamentos e queimadas também aceleram e intensificam consequências como perda de matéria orgânica e fertilidade. A realidade em solos compactados, evidencia o quão é difícil armazenar água e desenvolver o sistema radicular. Por essa razão, é importante pensar a funcionalidade desses atributos considerando fatores como as práticas antrópicas e as práticas de manejo do solo, as quais refletem a forma como se dá o uso e a ocupação do solo em uma região.

Utilizando-se a descrição de que o Semiárido está praticamente todo em cima de uma rocha cristalina de origem extremamente dura e que não é porosa, faz-se compreender o atributo porosidade, fazendo menção à dificuldade ou impedimento de absorção de água. Aqui, percebe-se a relevância e indispensabilidade de compreender esse atributo, especialmente na prática, conjuntamente aos atributos textura e compactação, uma vez que, quando avaliados associadamente acusam com clareza as reais dificuldades e limitações que os pequenos agricultores familiares enfrentam na realização da atividade agropecuária.

3.2.3 SAF's e a Biosfera: planta

A flora da Caatinga apresenta um papel importante para o desenvolvimento sustentável da região, onde suas plantas de diferentes potenciais podem ser utilizadas para muitas finalidades, especialmente na introdução das espécies arbóreas nos SAF's agroecológicos. A principal característica da vegetação desse Bioma é a perda das folhas durante o período da estiagem, o que corresponde a um mecanismo que possibilita o maior armazenamento de água pela planta durante o longo período de seca.

A Caatinga possui espécies endêmicas, ou seja, que não são encontradas em nenhuma outra região do mundo (TABARELLI et al., 2018). Segundo Pereira e Baracuhy

(2011), no Bioma Caatinga a vegetação é altamente diversificada e na seca o aspecto comum da vegetação é uma mata espinhosa, ainda assim, algumas poucas espécies não perdem as folhas nessa época. Com as primeiras chuvas, ela deixa esse aspecto e depressa fica verde e florida. Os autores ainda fazem menção à distribuição das espécies vegetais da Caatinga constituindo mais de 4230 espécies, entre as quais 315 são espécies de plantas endêmicas, ou seja, que são encontradas apenas nesse Bioma.

Um dos processos mais relevantes para as espécies vegetais é a transpiração, cujo ponto máximo se dá principalmente nas folhas quando a planta, ao ter a superfície das folhas aquecidas, abre os estômagos e libera água na forma de vapor. Nesse processo da transpiração, que força a perda de água pelas folhas, a água é impulsionada e transportada ao longo das estruturas da planta utilizando-se do xilema, ou seja, o tecido das plantas por onde circula a água juntamente com os sais minerais dissolvidos, da raiz até as folhas, atravessando o caule.

Essa água assume funções fundamentais na termorregulação e na realização do processo de fotossíntese pelas plantas. Nesse processo, a água e os sais minerais são retirados do solo por meio da raiz, percorrendo a planta em forma da chamada seiva bruta, até chegar às folhas. Seguidamente a luz do sol é absorvida através da clorofila, pigmento que dá a elas a cor verde. A fotossíntese é essencial para os ecossistemas sendo responsável, por exemplo, pelo fornecimento de oxigênio.

Principalmente no Bioma Caatinga, os sistemas radiculares das plantas são essenciais porque eles alcançam água até mesmo em camadas mais profundas. Conquanto, além das características intrínsecas aos solos da região, em períodos de seca, o desenvolvimento e a sobrevivência das plantas torna-se um desafio ainda maior, tão logo, as mesmas perdem as folhas para conseguirem armazenar água.

3.2.4 SAF's e a Biosfera: atmosfera

Conforme Souza et al. (2017), o Semiárido localiza-se na região intertropical, caracteriza-se por clima quente, umidade relativa do ar baixa, distribuição irregular da pluviometria, tanto temporal quanto espacial, e alternância entre anos secos e chuvosos, além de taxa de evaporação muito elevada. Em concordância com Pereira e Baracuchy (2011), o principal recurso natural de uma região é o clima e o seu entendimento é elementar para um melhor aproveitamento dos demais recursos, haja vista que o solo, a vegetação, a disponibilidade hídrica, entre outros, dependem eminentemente do clima.

Na região que compreende o Sertão do Pajeú, a temperatura média mensal é 24°C, e em conformidade com Barros Júnior (2022), a pluviosidade é baixa em torno de 400 e 800 milímetros/ano de chuva e a radiação solar que incide sobre a região da bacia hidrográfica pode promover uma evapotranspiração potencial de até 3000 milímetros/ano. A evapotranspiração corresponde à evaporação da água contida no solo (umidade) e nos corpos d'água, como rios, lagos e, também, à evaporação da água captada pelas plantas (transpiração) podendo, resumidamente, ser definida como a perda de água por evaporação do solo e transpiração das plantas.

Nesse contexto, adequa-se a discussão sobre a importância da umidade relativa, especialmente em se tratando da agricultura. Explanado por Mota et al. (2018), a temperatura e a umidade relativa do ar desempenham papéis fundamentais no manejo agrícola. Em termos de natureza técnica e científica, são utilizados por pesquisadores e estudiosos, por exemplo, no cálculo da evapotranspiração de referência, a qual é considerada elemento climático de demanda hídrica e, no caso da agricultura, a demanda hídrica das culturas de um determinado local e período. Já na perspectiva do pequeno produtor rural, estas variáveis se revelam de outra forma, ou seja, na vivência da produção de cultivos no dia a dia, mês a mês, ano a ano, principalmente quando enfrentam os períodos de longa estiagem no Semiárido.

Outro aspecto sobre estas relações diz respeito à influência da distribuição espacial e temporal das chuvas sobre a umidade do ar, ocasionando fatos como uma baixa umidade do ar, rios intermitentes (como é o caso do Rio Pajeú) e um solo pedregoso (condição predominante no Sertão do Pajeú).

Evidencia-se que o modelo também objetiva representar estas relações fazendo-se menção ao clima, pois, se fundamentalmente o clima já é o principal recurso natural, logo, principalmente na atualidade, estas questões já não podem ser dissociadas. As mudanças no clima que alterem o regime de chuvas podem provocar o aumento da ocorrência de eventos hidrológicos extremos, como inundações e longos períodos de seca.

No Sertão do Pajeú, a irregularidade temporal e espacial das chuvas é muito alta o que intensifica os enfrentamentos nessa região, especialmente no que se refere à atividade agropecuária, principal atividade produtiva da população rural. Ainda se distingue, segundo Magalhães (1990) in Pereira e Baracuhy (2014), que em alguns casos a ação realizada pelo homem no meio ambiente pode alterar as condições climáticas regionais,

principalmente em ecossistemas frágeis.

Os autores Melo et al. (2020) também anunciam que as mudanças climáticas futuras na temperatura e umidade relativa do ar, poderão provocar redução no ciclo vegetativo, uma vez que atingirão limites acima dos tolerados por algumas culturas. Por consequência, serão exigidos tratos culturais e no manejo da irrigação.

Além desses aspectos, os SAF's possuem potencial de estocagem de carbono na superfície terrestre, o que os faculta como essenciais na minimização das mudanças climáticas (TORRES et al., 2014). Assim também, conforme menciona Armando et al. (2002), os SAF's são um sistema com capacidade de grande aproveitamento da energia radiante do sol pela fotossíntese e máxima captura de carbono da atmosfera, o que contribui para reduzir o aquecimento global.

Para Götsch (1995), os SAF's conduzidos sob o fundamento agroecológico, transcendem qualquer modelo pronto e sugerem sustentabilidade por partir de conceitos básicos fundamentais, aproveitando os conhecimentos locais e desenhando sistemas adaptados para o potencial natural do lugar. A partir dessa definição, o mesmo propõe que a sustentabilidade só será alcançada quando tivermos agroecossistemas parecidos na sua forma, estrutura e dinâmica ao ecossistema natural do lugar da intervenção.

Os recursos naturais são importantes para o desenvolvimento de atividades como a agricultura. Os relatos dos agricultores agrofloresteiros revelaram que o “uso exclusivo dos recursos naturais fez os SAF's alcançarem uma sintropia, uma capacidade própria de organização, a tal ponto que chegou a interromper o ciclo de doenças comuns”.

4. CONCLUSÕES

Notadamente à modelagem conceitual que abordou as relações entre os SAF's, a gestão dos recursos naturais e a Biosfera, a mesma representou aspectos que transcendem a gestão e alcançam o diálogo com a cultura local sintonizando-se com a educação popular. Em elucidação à relevância disto na realidade das famílias agricultoras, significa buscar emancipá-las a partir da percepção ambiental sendo artífices das transformações. Por efeito disto, concluiu-se que estes modelos conceituais, além de comunicarem sobre estas relações, também são instrumentos da informação potenciais de conscientizar e transformar as ações antrópicas negativas em ações sustentáveis.

Concluiu-se que o manejo guiado pelo uso equilibrado e pela gestão consciente dos recursos naturais faz dos SAF' agroecológicos sistemas produtivos resilientes e com grande potencial de desenvolvimento, mesmo em uma região propícia à irregularidade de chuvas e ao clima semiárido.

Uma vez que os SAF's se interconectam com o meio ambiente, não basta que a gestão e o uso dos recursos naturais sejam feitos apenas dentro destes sistemas, mas também nas unidades de produção e nas áreas coletivas em geral. Nesta perspectiva, os trabalhos em prol da preservação do meio ambiente têm capacidade de resolver a maioria dos problemas ambientais e atenuar os problemas que persistem. Destarte, é preciso que esta ação se dê de forma coletiva para reverter problemas ambientais que ainda permanecem sem solução no contexto das comunidades rurais.

Os processos de decisão dentro do SAF e na unidade produtiva são tomados em consenso no núcleo familiar e dizem respeito a práticas sustentáveis aplicadas diariamente. O uso de esterco animal é a prática mais comum utilizada pelas famílias e serve tanto aos processos de manejo da fertilidade, quanto como solução natural que substitui o uso de agrotóxico. Esta prática, quando associada à produção sustentável de fertilizantes, suscita a sobrevivência e o crescimento das mudas de todas as espécies introduzidas.

É possível ter alta diversidade de culturas agrícolas cultivadas mesmo em SAF's em sistema de sequeiro. Mas, os SAF's que estão associados às Tecnologias Sociais de Convivência com o Semiárido, possuem diversidade de culturas agrícolas cultivadas e alcançadas em menor tempo, pois os sistemas têm maior aporte de insumos naturais e que são propiciados de forma sustentável, dentre os quais se destacam primordialmente o fornecimento de adubos, fertilizantes, água e técnicas para evitar erosão hídrica.

Por ser uma tecnologia que imita de forma sustentável o que a natureza faz, o SAF agroflorestal contribui para o equilíbrio ambiental na Biosfera, uma vez que as inter-relações entre os componentes do sistema água-solo-planta-atmosfera cooperam para o funcionamento do sistema total e para o ganho de resiliência, expandindo-se, estas vantagens, para além do sistema interno/fechado. Neste aspecto, os SAF's agroecológicos influenciam os sistemas ambientais ao seu entorno e são estratégias tanto no que se refere à proteção contra a degradação, uma vez são fundamentados no uso e na gestão sustentáveis dos recursos naturais, quanto no que condiz ao enfrentamento e ao combate às crises climáticas.

CONCLUSÃO GERAL

Os modelos conceituais criados representam de forma unificada, estruturada e organizada cenários variados que caracterizam os SAF's agroecológicos no Sertão do Pajeú-PE. Eles *podem auxiliar produtoras e produtores rurais a reproduzirem e gerenciarem a contento este sistema de produção sustentável, uma vez que:*

Pelo aspecto técnico do Modelo Entidade-Relacionamento, foram modeladas as atividades, características e relações que se estabelecem nos SAF's agroecológicos, seja na abordagem dos aspectos de implantação, manejo e produtividade; seja na abordagem do SAF's com o agricultor familiar, o meio ambiente e a sociedade; seja na abordagem dos SAF's com a gestão e o uso dos recursos naturais, e com a Biosfera.

Pelo aspecto funcional do Modelo Entidade-Relacionamento, obteve-se instrumentos da informação que exprimem questões do âmbito social, ecológico e econômico relacionando-as ao enfrentamento da realidade da vida dos pequenos produtores rurais no ambiente produtivo do Semiárido.

Em razão disto, os instrumentos dos modelos conceituais podem ser utilizados para a formação do conhecimento sobre SAF's agroecológicos, sendo este o processo fundamental que antecede a própria implantação. Sem a formação do conhecimento, o SAF deixa de produzir muita coisa e a família agricultora se depara com dificuldades ou impossibilidades em descobrir como melhorar a produção e a produtividade, associadamente à gestão e ao uso equilibrado dos recursos naturais.

Este é um fator que ainda dificulta ou limita as famílias avançarem na implantação e/ou no desenvolvimento destes sistemas de produção, porque o que prevalece na prática é a gestão de muitas atividades que um SAF agroecológico abrange e, por conseguinte, são muitas as informações que o pequeno agricultor familiar precisa conhecer e ter acesso.

Ante isto, sobretudo os modelos conceituais unificam todas as atividades complexas e representam de forma simples a pluriatividade dos SAF's agroecológicos.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ABDO, M. T. V. N.; VALERI, S. V.; MARTINS, A. L. M. **Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante.** Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária. p. 50-59, dez. 2008.

ABRAMOVAY, R. **Paradigmas do capitalismo agrário em questão.** - 1. ed. Hucitec/Anpocs/Unicamp. São Paulo-Campinas, 1992.

ABRAMOVAY, R. **Paradigmas do capitalismo agrário em questão.** - 3. ed. São Paulo: Edusp. 296 p, 2007.

ACEVEDO, L. E. D'A.; DZIEDZIC, R. M.; RAUEN, W. B.; DZIEDZIC, M. **Ferramenta de diagnóstico para auxiliar no planejamento de ações de gestão e recuperação de rios.** In: PHILIPPI JR., A.; SOBRAL, M. do C. Gestão de Bacias Hidrográficas e Sustentabilidade. Barueri - SP: Manole, 2019.

ALBUQUERQUE, F. A.; MONTENEGRO, S. M.; SILVA, C. E. da. **Mudanças climáticas e serviços ambientais para sustentabilidade de bacias hidrográficas.** In: PHILIPPI, Arlindo; SOBRAL, M. do C. Gestão de Bacias Hidrográficas e Sustentabilidade. São Paulo: Manole, 2019.

ALTIERI, M. A.; PONTI, L.; NICHOLLS, C. I. **Manejando insetos-praga com a diversificação de plantas.** Agriculturas, v. 4, n. 1, 2007.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: as bases científicas para uma agricultura sustentável.** 3. ed. Rio de Janeiro, AS-PTA, 2012.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. **Diseños agroecológicos para incrementar la biodiversidad de entomofauna benéfica en agroecosistemas.** Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología - SOCLA. Medellín, Colombia. 82 p., 2010.

ANDRADE, F. H.; SCHNEIDER, P. R.; DURLO, M. A. **Importância do manejo de florestas nativas para a renda da propriedade e abastecimento do mercado madeireiro.** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 1293-1302, jul./set. 2018.

ANDRADE, J. A. de.; NETO, J. R. C. **Uma discussão sobre a possibilidade da criação institucional e sinergia entre Estado e sociedade: o caso do PIMC no Semiárido brasileiro.** Cad. EBAPE.BR 14 (spe), jul. 2016.

ANDRIONI, I.; CAETANO, E. **Feiras agroecológicas como contraponto ao projeto do capital.** Trabalho necessário. v. 17 (34) Trabalho, movimentos sociais e educação - II, p. 60, 2019.

APAC – AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA. **Bacia do Rio Pajeú.** In: OLIVEIRA, V. P. de. et al. O Território do Sertão do Pajeú. - p. 3., 2012.

ARAÚJO FILHO, J. A. de. **Manejo pastoril sustentável da Caatinga.** Recife-PE: Projeto Dom Hélder Câmara, 200 p. : il, 2013.

ARAÚJO, N. R. A.; TIEPOLO, E. V.; VARGAS, M. C.; TARDIM, J. M.; CARVALHO, L. F. de O.; CARVALHO, F. S. H. de. **Agroecologia, soberania popular e cooperação**, 2011.

ARAÚJO, S. M. S. de. **O território brasileiro e as áreas degradadas**. (Org): ARAÚJO, S. M. S. de.; NETO, J. D. Recuperação de áreas degradadas - conceitos, temas e casos. - Curitiba: CRV, 186 p, 2016.

ARMANDO, M. S.; BUENO, Y. M.; ALVES, E. R. da S.; CAVALCANTE, C. H. **Agrofloresta para Agricultura Familiar**. 1. ed. Brasília-DF. Circular Técnica 16, dez. 2002.

ASSIS, R. L. de. **Desenvolvimento rural sustentável no Brasil**: perspectivas a partir da integração de ações públicas e privadas com base na agroecologia. Revista Economia Aplicada, 10 (1), 2006.

AYRES, J. R. de C. M. **Deve-se Definir Transdisciplinaridade?** Revista Ciência & Saúde Coletiva 2 (1-2), 1997.

BACHA, C. J. C. **Gestão Florestal no Paraná**. In: LOPES, I. V.; BASTOS FILHO G. S.; BILLER, D.; BALE, M (Org.). Gestão Ambiental no Brasil, Experiência e Sucesso. 4. ed. Rio de Janeiro: FGV, 408 p., 2001.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 3ª reimpr. da 1. ed. Laurence Bardin; tradução Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. - São Paulo: Edições 70, 2011.

BARRERA, A. **Nuevas realidades, nuevos paradigmas**: la nueva revolución agrícola. COMUNIICA, IICA - Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, Janeiro-Julho, 2011.

BARROS JUNIOR, G. **Acervo de arquivos**: implantação de Sistemas Agroflorestais Agroecológicos no Sertão do Pajeú, Semiárido. Núcleo de Estudos, Pesquisas e Práticas Agroecológicas do Semiárido. Serra Talhada-PE, 2010.

BARROS JÚNIOR, G. **Acervo de arquivos**: implantação de Sistemas Agroflorestais Agroecológicos no Sertão do Pajeú, Semiárido. Núcleo de Estudos, Pesquisas e Práticas Agroecológicas do Semiárido. Serra Talhada - PE, 2022.

BARROS JUNIOR, G.; SANTOS, J. A.; FERNANDES, A. C.; BISOL, D. E. **A Caatinga guardiã da água**. v. 1, 38 p., 2015.

BARROS JUNIOR, G.; SANTOS, J. A.; FERNANDES, A.C.; BISOL, D. E. **A Caatinga Guardiã da Água**. 2. ed. - Recife, PE: Centro Sabiá. 32 p, 2021.

BARROS, J. D. de S. **Estoques de carbono e nitrogênio em vertissolo e condições socioeconômicas e ambientais na microbacia hidrográfica do Riacho Val Paraíso (PB)**. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 152 p., 2014.

BARTHOLO JÚNIOR. R. S.; BURSZTYN, M. **Prudência e utopismo**: ciência e educação para a sustentabilidade. Ciência, ética e sustentabilidade. Cap.7, Marcel Burszityn (Org.). São Paulo: Cortez, 2001.

BATISTA, S. G. M.; BARRETO-GARCIA, P. A. B.; PAULA, A. de.; MIGUEL, DIVINO LEVI ; BATISTA, W. C. A. **Oxidizable fractions of soil organic carbon in Caatinga forest submitted to different forest managements.** Forestry Science, v. 48 (10), 2018.

BECK, U. **Teoria social e as transformações da sociedade. Sociedade de risco: rumo a uma outra sociedade.** Tradução: Sebastião Nascimento. São Paulo: Editora 34, p. 229-275, 2001.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas: fundamentos, desenvolvimento e aplicações.** 6. ed. Tradução de Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes, 1968.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas.** Tradução de Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes, 1973.

BICALHO, L. M.; OLIVEIRA, M. de. **Transdisciplinaridade nas ciências: o lugar da Ciência da Informação.** Curitiba-PR, I EBEC, jul. 2005.

BOLFE, E. L.; BATISTELLA, M.; FERREIRA, M. C. **Correlation of spectral variables and aboveground carbon stock of agroforestry systems.** Pesquisa agropecuária brasileira. Vol. 47 (9), p.1261-1269, 2012.

BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. **UML guia do usuário.** Elsevier Editora. 472 p., 2000.

BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. **UML - Guia do Usuário.** Tradução da Segunda Edição. Elsevier Brasil, 2012.

BORN, R. H. **Compensações por serviços ambientais: sustentabilidade ambiental com inclusão social.** In: BORN, R. H. Diálogos entre as esferas global e local: contribuições de organizações não-governamentais e movimentos sociais brasileiros para sustentabilidade, equidade e democracia planetária. 21 ed. São Paulo: Peirópolis, 174 p., 2002.

BRASILEIRO, R. S. **Alternativas de desenvolvimento sustentável no semiárido nordestino: da degradação à conservação.** Scientia Plena, v.5, n.5, p. 1 - 12, mai. 2009.

CANUTO, J. C.; URCHEI, M. A. CAMARGO, R. C. R. **Conhecimento como base para a construção de Sistemas Agrícolas Biodiversos.** In: CANUTO, J. C. (Org.). Sistemas Agroflorestais: experiências e reflexões. Brasília, DF. Embrapa, 216 p., 2017.

CAPORAL F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia: Alguns Conceitos e Princípios.** MDA/SAF/DATER/IICA, Brasília. 24 p., 2004.

CAPORAL, F. R.; AZEVEDO, E. O. **Princípios e perspectivas da Agroecologia.** Curitiba: Instituto Federal do Paraná. 192p., 2011.

CAPORAL. F. R. **Agroecologia: uma nova ciência para apoiar a transição a agriculturas mais sustentáveis.** Brasília. 30 p, 2009.

CAPORAL. F. R.; RAMOS, L. DE F.; COSTABEBER, J. A.; PAULUS, G. V.; CAPORAL, D. S. **Extensão Rural e Agroecologia: temas sobre um novo desenvolvimento rural.** Brasília, MDA, 399 p. : il., 2007.

CARDOSO, J. H.; SANTOS, J. S.; MEDEIROS, F. S. **Pesquisa-ação agroflorestal: uma abordagem metodológica.** Extensão Rural, DEAER - CCR - UFSM, Santa Maria, v. 25, n. 1, jan./mar. 2018.

CARVAJAL-AGUDELO, B. N.; ANDRADE, H. J. **Captura de carbono em biomassa de sistemas de uso del suelo, municipio de Yopal, Casanare, Colômbia.** Orinoquia. Vol. 24 (1), p. 13-22, 2020.

CARVALHO, P. P. de. **O povo sabe que o meio ambiente está mudando.** III Caderno de experiências: agrofloresta transformando paisagens desertificadas. Guarany Ltda. 64p., 2009.

CASTORIADIS, C. **Da ecologia à autonomia.** São Paulo: Editora: Brasiliense, 1981.

CASTORIADIS, C. **Figuras do Pensável - As Encruzilhadas do Labirinto VI.** Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2004.

CETRA – CENTRO DE ESTUDOS DO TRABALHO E DE ASSESSORIA AO TRABALHADOR. **Políticas públicas e transição agroecológica no Brasil: reflexões a partir de estudos de caso.** Fortaleza. 224 p., 2014.

COELHO, M. S.; PEREIRA, J. D. A.; LUCENA, M. M. A. de; et al. **Sensoriamento remoto aplicado em área de caatinga como subsídios para conservação da biodiversidade.** Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais. Conservação da Biodiversidade, v.12, n.5, p. 159-166, mai. 2021.

COLLIER, L. S.; ARAÚJO, G. da P. **Fertilidade do Solo sob Sistemas de Produção de Subsistência, Agrofloresta e Vegetação Remanescente em Esperantina – Tocantins.** Floresta e Ambiente; v. 17, n. 1, p. 12-22, 2010.

COSTA JUNIOR, E. A.; GONÇALVES, P. K.; RUAS, N.; et al. **Estratégias inovadoras em ATER voltados à transição agroecológica e ao desenvolvimento de SAFs: o caso do Assentamento Ipanema, Iperó/SP.** Revista Brasileira de Agroecologia, v. 4, n. 2, p. 4332-4336, 2009.

COSTA, A. P. T. P. B.; RIBEIRO, A. M. V. B. **Importance of the Study of the caatinga in the Public Schools located in regions with predominance of this Biome.** Revista de psicologia. v.13 (45), p. 1043-1058, 2019.

COSTABEBER, J. A.; PAULUS, G. **Agroecologia: uma ciência do campo da complexidade.** CAPORAL, F. R. (Org.). Brasília-DF: Paulus, 111 p., 2009.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Diagnóstico das microrregiões.** Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

DIAS, K. M.; SILVA, M. M.; WANDER, A. E.; SALVIANO, P. A. P.; CARVALHO, E. R. de. **Uma perspectiva de desenvolvimento rural baseada nas características socioeconômicas dos produtores rurais de Iporá e região, Estado de Goiás/GO.** Revista Verde. Pombal-PB. v 10, n 4, p. 49-57, Out./Dez., 2015.

DIEGUES, C. A. **Conhecimentos, práticas tradicionais e a etnoconservação da natureza.** Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente. v. 50, p. 116-126, abr. 2019.

DUARTE, R. H. **História da natureza. Os historiadores em diálogo com o seu tempo: a sociedade contemporânea e a natureza.** Belo Horizonte: Autêntica, 112p., 2005.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos.** In: Reunião técnica de levantamento de solos. Rio de Janeiro. EMBRAPA-SNLCS. Miscelânea. v. 1., 83 p., 1979.

EMBRAPA. **Controle de plantas daninhas em restauração florestal.** Editores técnicos: Alexander de Resende e Paulo Sérgio dos Santos Leles. Brasília-DF, 2017.

FAVARETO, A. **ODS 2 – Agenda 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – Fome zero e agricultura sustentável.** Secretaria de Meio Ambiente e Proteção Animal. São Bernardo do Campo, 2018.

FAZENDA, I. C. **O que é Interdisciplinaridade?** 2 ed. São Paulo: Cortez, 2013.

FERRAZ, J. M. de P. **Comissão de Jovens Multiplicadores/as da Agroecologia - uma metodologia para mobilização das juventudes.** (Org.): AURELIANO, M. C.; OLIVEIRAS, M. L. A. (Série Conhecimento, 08). Recife: Centro Sabiá. 52 p. : il., 2017.

FERREIRA, A. P. L. **Agricultoras do Pajeú: feminismo e agroecologia no semiárido brasileiro.** Revista Pegada. Mundo do Trabalho, v. 17, n. 1, p. 244-262, jul. 2016.

FERREIRA IRMÃO, J. **Promoção do desenvolvimento sustentável na área do bioma caatinga e impacto das ações do Estado.** Recife: 38 p., 2015.

FURTADO, C. **Análise do “modelo” brasileiro.** 6. ed. Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 1978.

GALINDO, W. C. M. **Intervenção rural e autonomia: a experiência da Articulação no Semiárido/ASA em Pernambuco.** Recife: Ed. Universitária da UFPE. 142 p., 2008.

GARCIA, J. B.; FARIAS, A. R. **Caracterização territorial do bioma caatinga a partir de dados socioeconômicos do censo agropecuário de 2017.** CIIC. Campinas, São Paulo, 2020.

GEMIM, B. S.; SILVA, F. A. de M. **Meliponiculture in agroforestry systems: alternative income, agricultural diversification and ecosystem services.** Revista Agro@ambiente On-line, v. 11, n. 4, p. 361-372, out./dez. 2017.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas da Pesquisa Social.** 6 ed. São Paulo. Atlas. 200 p., 2008.

GODARD, O. A. **Gestão integrada de Recursos Naturais e Meio Ambiente: Conceitos, Instituições, Desafios de Legitimação.** In: VIEIRA, P. F.; WEBER, J. (Org.) Gestão de Recursos Naturais Renováveis e Desenvolvimento: Novos Desafios para a Pesquisa Ambiental. São Paulo: Cortez, 1997.

GOLDBLATT, D. **Teoria social e as transformações da sociedade.** A política ecológica do capitalismo. Cap.5 - Lisboa, PO: Instituto Piaget, 1996.

GONÇALVES, P. A. S. **A importância da diversidade vegetal no manejo ecológico de insetos em agroecossistemas: uma revisão.** Scientific Electronic Archives, v. 13, n. 6, jun. 2020.

GÖTSCH, E. **Break-through in agriculture.** Rio de Janeiro: AS-PTA. 22 p., 1995.

GUALDANI, C.; SALES, M. **Social technologies for living in harmony with the Semiarid climate and the rationality of family farmers.** Sustainability in Debate. - Brasília, v. 7, Edição Especial, p. 86 - 99, dez. 2016.

GUEDES PINTO, L. C. **Notas sobre a política agrícola brasileira.** Reforma Agrária, ano VIII, n 05, p. 9 - 17, set./out. 1978.

GUEDES, G. T. A. **UML 2: Guia Prático.** São Paulo: Novatec, 2014.

GUERRA, H. C.; BARROS JÚNIOR, G. **Recursos edáficos.** (Org.). Rocha, A. P. T.; Abreu, B. S. de.; Furtado, D. A.; Baracuh, J. G. de V.; Neto, S. F. Manejo ecológico integrado de bacias hidrográficas no Semiárido brasileiro. Campina Grande: EPGRAF, v. 1, 332 p. : il., 2011.

HÁ-JOON, C. **Chutando a escada: a estratégia do desenvolvimento em perspectiva histórica.** Tradução de: OLIVEIRA, L. A. São Paulo: UNESP, p. 11 - 27, 2004.

HERRÁN, A. **¿Una transdisciplinariedad inmadura? Consideraciones críticas radicales (pensando desde la Pedagogía y la Didáctica).** In J. PAREDES, et al. (Ed.), La relación pedagógica en la universidad, lo transdisciplinar y los estudiantes: desdibujando fronteras, buscando puntos de encuentro. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, 2013.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2004). **Mapa de Biomas do Brasil:** Escala 1:5.000. Rio de Janeiro. Pesquisado em <Biomas | IBGE> <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/estudos-ambientais/15842-biomas.html?=&t=downloads>. Acesso em: 1 out. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2022). **ARQUIVOS vetoriais - informações ambientais: geologia, geomorfologia, pedologia e vegetação.** Pesquisado em <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>.

INCRA/FAO - INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA / ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA. (Coord.) GUANZIROLI, C. E.; CARDIM, S. E. de S. C. **Novo retrato da Agricultura Familiar - o Brasil redescoberto.** Brasília, fev. 2000.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (2019). **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – 2. Fome Zero e Agricultura Sustentável.** Pesquisado em <https://www.ipea.gov.br/ods/ods2.html>.

JONAS, H. **A natureza modificada pelo agir humano.** In: Princípio Responsabilidade: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica, 2006. Cap.1, Tradução de: Luís Barros Montez. Rio de Janeiro: Contraponto, 2006.

JONAS, H. **A natureza modificada pelo agir humano**. In: Princípio Responsabilidade: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica. Tradução de: Luís Barros Montez. Rio de Janeiro: Contraponto, 2006.

KRAMBECK, S. R. **(Trans)disciplinaridade e campo acadêmico**: apontamentos epistemológicos e pensamento complexo na fundamentação e institucionalização dos estudos comunicacionais. Revista de Comunicação e Epistemologia da Universidade Católica de Brasília. v. 15, n. 1, jan./abr. 2022.

LAYRARGUES, P. P. **Do ecodesenvolvimento ao desenvolvimento sustentável**: a evolução de um conceito. Rio de Janeiro: Proposta, v.25, n.71, 1997.

LEAL, T. L. M. C.; ALENCAR, N. R. O.; MONTANO, R. A. M. **Segurança alimentar e o Semiárido brasileiro**: uma revisão sistemática. Saúde e Meio Ambiente: Revista Interdisciplinar, v.10, p. 78-90, 2021.

LEÃO, E. L. de S.; VITAL, T. W. **Evolution and current situation of ecologically based agriculture in Pernambuco**. Revista em Agronegócios e Meio Ambiente, v.4, n.2, p. 186-207, Mai./Ago. 2011.

LEFF, E. **Complexity, interdisciplinarity and environmental knowledge**. Olhar de professor, Ponta Grossa, 14(2): 309-335, 2011.

LEFF, E. **Crise ambiental**: racionalidade e perspectivas. Discursos sustentáveis. Tradução de: LEITE, S. C. São Paulo: Cortez. p. 19 - 33, 2010.

LIMA, J. R. T. de. **Metodologias de assessoria técnica para a transição agroecológica de agroecossistemas familiares**. (Org.) MELO, M. C. A. de.; (Colab.) DUBEUX, A. (et al) - Recife: Centro Sabiá, 56 p. il, 2012.

LIMA, J. R. T. de.; FIGUEIREDO, M. A. B. **Extensão rural, desafios de novos tempos**: agroecologia e sustentabilidade. - Recife: Bagaço. 174 p. : il., 2006.

LIMA, M.; EVANGELISTA, J.; GAMARRA-ROJAS, C. **Produção agroecológica e acesso a mercados locais**. Diaconia, Recife: 56 p., 2006.

LIMA, V. L. A. de.; FARIAS, M. S. S. de. **Recursos Hídricos**. (Org.). Rocha, A. P. T.; Abreu, B. S. de.; Furtado, D. A.; Baracuhy, J. G. de V.; Neto, S. F. Manejo ecológico integrado de bacias hidrográficas no Semiárido brasileiro. Campina Grande, v. 1, 332 p. : il, 2011.

LIRA, S. M. de.; ARAÚJO, S. M. S. de. **Capibaribe**: vida, morte e perspectiva de ressurreição de um rio. (Org): Araújo, S. M. S. de. Rios e homens: cursos transformados na relação sociedade-natureza. - Campina Grande: EDUEPB, 136 p., 2018.

LOPES, P. R.; ARAÚJO, K. C. S.; RANGEL, I. M. L. **Sanidade vegetal na perspectiva da transição agroecológica**. Revista Fitos. Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 178 – 194, 2019.

LUZZI, D. **Educação ambiental: pedagogia, política e sociedade**. In: Educação ambiental e sustentabilidade/editores Arlindo Philippi Júnior, Maria Cecília Focesi Pelicioni. - 2. ed rev. e atual. Coleção ambiental, v.14. Barueri, SP: Manole, 2014.

MACHADO, C. J. S. **Sociedade e as transformações do meio ambiente.** Desenvolvimento sustentável para o antropoceno: um olhar panorâmico. Rio de Janeiro: E-papers, p. 33 - 36, 2014.

MANNING, A. **Os sistemas estão em toda parte.** Tradução de Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes, 1967.

MAP – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Agricultura Familiar:** Afinal, o que é agricultura familiar? Base de dados na íntegra Censo Agro 2017. Publicado ago. 2019 - Atualizado mar. 2023. Pesquisado em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/agricultura-familiar/agricultura-familiar-1>.

MAPBIOMAS – MAPEAMENTO ANUAL DO USO E COBERTURA DA TERRA NO BRASIL (2022). **Classes de uso e cobertura do solo de 1991 e 2021.** Pesquisado em <https://mapBiomass.org/>.

MARIN, A. M. P.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, E. D.; SAMPAIO, E. V. de S. B. **Efeito da *Gliricidia sepium* sobre nutrientes do solo, microclima e produtividade do milho em sistema agroflorestal no agreste paraibano.** R. Bras. Ci. Solo, 30:555-564, 2006.

MARTINS, J. C. R.; MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SANTOS, A. F. dos; NAGAI, M. A. **Produtividade de biomassa em sistemas agroflorestais e tradicionais no Cariri Paraibano.** Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental. v.17 (6), p. 581-587, 2013.

MARTINS, S. **Recuperação de áreas degradadas:** como recuperar áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e áreas de mineração. 3 ed. Viçosa-MG: Aprenda Fácil, 2013.

MATA, H. T. C.; SOUZA, A. L. **Estimativa do consumo residencial de lenha num distrito do Estado de Minas Gerais, Brasil.** Revista Árvore. Viçosa-MG, v. 24, n.1, p. 63 - 71, 2000.

MATOS, R. **A transdisciplinaridade em perspectiva.** Revista Brasileira de Estudos de População, 28 (2), dez. 2011.

MATTEI, L. **Impactos do PRONAF:** Análise de indicadores. Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário. 136 p., 2005.

MAZORRA, J.; BARRETO, R. da C.; SANTOS, P. F. dos.; BONET, M. S.; SOTA, C. de la.; CHECCO, G.; ALMEIDA, F.; ASSAD, L. T. **Overview of the use of clean cookstoves in the Brazilian semiarid region.** Sustainability in Debate. Brasília, v. 10, n 2, p. 69 - 84, ago. 2019.

MDA - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. **Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural.** Brasília: Secretaria de Agricultura Familiar, Grupo de Trabalho Ater. 22 p., mai. 2004.

MELO, M. C. A. de. **Alimentos agroecológicos:** um encontro com a qualidade de vida. Recife: Centro de Desenvolvimento Agroecológico Sabiá, 28p., 2012.

MELO, T. K. de.; SOBRINHO, J. E.; MEDEIROS, J. F. de.; FIGUEIREDO, V. B.; SILVA, J. S. da.; SÁ, F. V. da S. **Impacts of climate change scenarios in the brazilian semiarid region on watermelon cultivars**. Agricultural Engineering. Revista Caatinga 33 (3), jul./sep. 2020.

MDA/SAF – MINISTERIO DE DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO/SECRETÁRIA DA AGRICULTURA FAMILIAR. **Cartilha de Acesso ao PRONAF: saiba como obter crédito para a agricultura familiar**. Brasília, 2011.

MITTERMEIER, R. A.; TURNER, W. R.; LARSEN, F. W.; BROOKS, T. M., GASCON, C. **Global Biodiversity Conservation: The Critical Role of Hotspots**. In: ZACHOS, F. E.; HABEL, J. C. Biodiversity Hotspots: distribution and Protection of Conservation Priority Areas. Editora Springer, 2011.

MORIN, E.; MOIGNE, JEAN-LOUIS Le. **A inteligência da complexidade**. Tradução de Nurimar Maria Falci. São Paulo: Fundação Peirópolis, 261 p., 2000.

MORIN, E.; **O Método I – a natureza da natureza**. Tradução: M. G. de Bragança. 2ª edição. Europa-América. Portugal, 1997.

MOTA, W. N.; ALVES JÚNIOR, J.; EVANGELISTA, A. W. P.; CASAROLI, D. **SMUT - sistema de baixo custo para aquisição de temperatura e umidade relativa do ar para manejo de irrigação**. Engenharia na agricultura. v. 26 (1), p. 89 - 99, 2018.

MOURA, A. S. de. **Cenários para o bioma Caatinga**. Sectma. 250 p., 2004.

MÜLLER, M. W.; GAMA-RODRIGUES, A. C. da.; BRANDÃO, I. C. F. L.; SERÔDIO, M. H. C. F. **Sistemas agroflorestais, tendência de agricultura ecológica nos trópicos: sustento da vida e sustento de vida**. Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais. Ilhéus, BA. 292 p., 2004.

NASUTI, S.; EIRÓ, F.; LINDOSO, D. **Os desafios da agricultura no Semiárido brasileiro**. Sustentabilidade em Debate. v.4, n.2, p. 276-298, jul./dez. 2013.

NETO, J. M. da R. **Tão perto e tão longe: trajetória da agroecologia na agenda brasileira de políticas públicas**. Saúde debate 46 (spe2), jun. 2022.

NORONHA, A. F. B. **Agricultura familiar, extensão rural e sistemas agroflorestais: a experiência do CAV no Alto Jequitinhonha**. 2008. 119 p. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal de Lavras. Lavras-MG, 2008.

OLIVEIRA, D. de P. R. de. **Sistemas de informação gerenciais: estratégias, táticas, operacionais**. São Paulo: Atlas, 2002.

OLIVEIRA, M. M. de. **Associativismo e cooperativismo no desenvolvimento local**. In associativismo e desenvolvimento local. Recife: Bagaço. 256 p. il., 2006.

OLIVEIRA, R. D. de. **Analysis of the use of color in the Unified Modeling Language Class Diagram (UML)**. Revista Brasileira de Design da Informação. São Paulo, v. 17, n. 1, p. 116 - 130, 2020.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Roteiro para a Localização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Implementação e Acompanhamento no nível subnacional.** Adaptado para o Brasil por Nações Unidas do Brasil. 81p, 2016.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.** Traduzido pelo Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil (UNIC Rio). Última edição em 25 de setembro de 2015. Pesquisado em <https://sustainabledevelopment.un.org>. 41p, 2015.

ORTEGA, T. R. **Agroecología y redes solidarias (Capital Social), Maracajá, la búsqueda de un desarrollo sustentable en la región semiárida del Nordeste de Brasil.** Instituto de Sociología y Estudios Campesinos, Escuela Técnica Superior de Ingenieros, Universidad de Córdoba-España, 2007.

PAIVA, R. L. **Pensamento complexo, agroecologia e agrotóxicos: análise da inter-relação entre ciência, movimentos sociais e mídia no processo de construção social das informações sobre toxidade e risco.** Estudos, Sociedade e Agricultura, vol. 27, n. 3, p. 547 - 565, out. 2019.

PALUDO, R; COSTABEBER, J. A. **Sistemas agroflorestais como estratégia de desenvolvimento rural em diferentes biomas brasileiros.** Revista Brasileira de Agroecologia, v. 7, n. 2, p. 63 - 76, 2012.

PARANHOS, M. G. F. **A trajetória da Rede Ater Nordeste: construindo conhecimento agroecológico pelo Nordeste brasileiro.** Construção do Conhecimento Agroecológico - Novos Papéis, Novas Identidades, Caderno do II Encontro Nacional de Agroecologia, 2007.

PAULA FILHO, W de P. **Engenharia de Sistemas: Fundamentos, Métodos e Padrões.** Livros Técnicos e Científicos Editora S. A. Rio de Janeiro, 2001.

PAUPITZ, J. **Elementos da estrutura fundiária e uso da terra no semi-árido brasileiro.** In: Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga. Maria Auxiliadora Gariglio. [et al.], organizadores. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, p. 49-64, 2010.

PEREIRA, A. S.; SHITSUKA, D. M.; PARREIRA, S. J.; SHITSUKA, R. **Metodologia da pesquisa científica.** 1 ed., Santa Maria/RS. UAB/NTE/UFSM, 2018.

PEREIRA, F. C.; BARACURY, J. G. de V. **Contextualização do Semiárido.** (Org.) ROCHA, A. P. T.; ABREU, B. S. de; FURTADO, D. A.; BARACUHY, J. G. de V.; NETO, S. F. Manejo ecológico integrado de bacias hidrográficas no Semiárido brasileiro. - Campina Grande. v. 1, 332 p. : il., 2011.

PHILIPPI JÚNIOR, A.; PELICIONI, M. C. F. **Bases políticas, conceituais, filosóficas e ideológicas da educação ambiental.** In: Educação ambiental e sustentabilidade/editores PHILIPPI JÚNIOR, A.; Pelicioni, M. C. F. - 2. ed rev. e atual. Coleção ambiental, v.14. Barueri, SP: Manole, 2014.

PHILIPPI JÚNIOR. A.; NETO, A. J. **Interdisciplinaridade em ciência tecnologia e inovação.** 1ª edição. Barueri-SP: Manole. 998 p., 2011.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. - 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale. 277p., 2013.

RAIMUNDO, S. SIMÕES, E. **Dilemas e desafios para instalação de sistemas agroflorestais no interior e entorno do parque estadual da Serra do Mar – núcleo Picinguaba – (SP)**. Campo-território: Revista de Geografia Agrária, v. 11, n. 22, p. 464 - 490, abr. 2016.

RAINTREE, J.; WARNER, K. **Agroforestry pathways for the intensification of shifting cultivation**. Agroforestry Systems, v. 4, n 1, p. 39 - 54, 1986.

RAMOS, P. **Propriedade, estrutura fundiária e desenvolvimento (rural)**. Estudos Avançados. São Paulo, v. 15, n. 43, 2001.

RAMOS, P.; BUAINAIN, A. M.; BELIK, W.; et al. **Dimensões do Agronegócio Brasileiro – Políticas, Instituições e Perspectivas**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário. 360 p., 2007.

RAMOS, S. de F.; MAULE FILHO, T. L. **Sistemas agroflorestais e políticas públicas: agricultura familiar e preservação ambiental em São Paulo**. Informações Econômicas. São Paulo, v. 46, n. 3, mai./jun. 2016.

RAYNAUT, C. **Interdisciplinaridade: mundo contemporâneo, complexidade e desafios à produção e à aplicação de conhecimentos**. 1 edição. Barueri – SP: Manole, 2011.

RIBASKI, J.; MONTOYA, L. J.; RODIGHER, H. R. RIBASKI, J.; MONTOYA, L. J.; RODIGHER, H. R. **Sistemas Agroflorestais: aspectos ambientais e socioeconômicos**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.22, n.212, p.61-67, set./out. 2001.

RITTL, C. **Eventos Climáticos Extremos no Brasil: Impactos, Ciência e Políticas Públicas**. World Wide Fund. São Paulo, 20p, ago. 2012.

ROCHA, L. L. F.; AZAMBUJA, P.; COSTA, R. B. **Das crises à biosfera: em busca de uma sensibilidade epistêmica**. Revista de Políticas Públicas. v.26 (Especial), p. 355-374, 2022.

SALES, C. de M. V. **Rural women: establishment of new relations and recognition of rights**. Revista Estudos Feministas, v. 15, n. 2, ago. 2007.

SANSON, L. C. **O caráter global da questão ambiental**. Revista Interação. Santa Maria, RS. v. 3, n. 3, 22 p., jul. 2012.

SANTOS, A. F. DOS; MENEZES, R. S. C.; FRAGA, V. S.; PÉREZ-MARIN, A. M. **Efeito residual da adubação orgânica sobre a produtividade de milho em sistema agroflorestal**. Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental. v. 14 (12), p. 1267 - 1272, 2010.

SANTOS, A. M. dos S.; MITJA, D. **Agricultura familiar y desarrollo local: los desafíos para una sustentabilidad económico-ecológica en la comunidad de Palmares II, Parauapebas, PA (Brasil)**. Interações (Campo Grande) 13 (1), jun. 2012.

SANTOS, A. **O que é transdisciplinaridade**. Periódico Rural Semanal, UFRRJ-LEPTRANS. I parte: agosto 2005; II parte: Set. 2005.

SANTOS, A. O. dos.; SILVA, R. C. R. da. **Ações estratégicas de implantação de sistemas agroflorestais no município de Paragominas-PA**. HOLOS, Ano 36, v. 2, e9586, 2020.

SCARANO, F. R.; CEOTTO, P. **A importância da biodiversidade brasileira e os desafios para a conservação, para a ciência e para o setor privado**. Floresta Atlântica de Tabuleiro: diversidade e endemismos na Reserva Natural Vale. Belo Horizonte. Capítulo 29, p. 483 - 495, out. 2016.

SCHNEIDER, S.; SILVA, M. K.; MARQUES, P. E. M. **Políticas Públicas e Participação Social no Brasil Rural**. (Org.): CAZELLA, A. A. et., all. 1. ed. Porto Alegre: Editora UFRGS : NEAD : PGDR, UFRGS, 252 p, 2004.

SEVERO, P. S.; ANJOS, F. S. dos.; SILVA, F. N. da. **Pêssegos não caem do céu: relações de trabalho e agricultura familiar na região de Pelotas-RS**. Desenvolvimento Regional em debate, v. 10, p. 137 - 160, 2020.

SEVILLA-GUZMÁN, E. **La agroecología como estrategia metodológica de transformación social**. Instituto de Sociología y Estudios Campesinos de la Universidad de Córdoba, España. p 1 - 7, 2006.

SIDERSKY, P. R.; JALFIM, F. T.; ARAÚJO, E. R. da. **A estratégia de assessoria técnica do projeto Dom Helder Camara**. 2 ed. Recife, PE: Dom Helder Camara, 166 p.:il., 2010.

SILVA, A. de P.; RESENDE, A. S. de; CARPEGGIANI, B. P.; et al. **Manual para de áreas degradadas por extração de piçarra na caatinga**. Editores técnicos: RESENDE, A. S. de.; CHAER, G. M. 1 ed. Embrapa Agrobiologia: Seropédica, RJ. p. 76, 2010.

SILVA, A. F. da.; PIRES, A. B.; MORAIS, C. M. de M.; AURELIANO, M. C.; OLIVEIRA, M. L. A. **Agricultura Agroflorestal e criação de animal no Semiárido**. 2 ed. Recife: Centro Sabiá. Série Conhecimentos, v. 7, 40p., 2016.

SILVA, J. G. **A reforma agrária no Brasil**. Frustração camponesa ou instrumento de desenvolvimento? Rio de Janeiro, Zahar Editores, 1971.

SILVA, R. M. A. da. **Entre dois paradigmas: combate à seca e convivência com o semi-árido**. Sociedade e Estado, v. 18, p. 1 – 2, dez. 2003.

SILVA, R. M. A. da. **Entre o Combate à Seca e a Convivência com o Semiárido: Transições Paradigmáticas e Sustentabilidade do Desenvolvimento**. Banco do Nordeste do Brasil, Fortaleza. Série BNB Teses e Dissertações. n. 12, p. 15 - 17, 2008.

SIMÃO, F. de C.; SILVINO, M. D. **Transdisciplinaridade: uma proposta diferenciada nos métodos de ensino**. Anais VII CONEDU - Edição Online, nov. 2020.

SOARES, D. B.; NOBREGA, R. S.; GALVÍNCIO, J. D. **Indicadores climáticos de desertificação na Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú, Pernambuco**. Revista Brasileira de Climatologia. Ano 14, v. 22, jan./jun. 2018.

SOUZA, A. B. de.; COSTA, C. T. F. da.; FIRMINO, P. R. A.; BATISTA, V. de S. **Tecnologias sociais de convivência com o Semiárido na região do Cariri cearense.** Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília. v. 34, n. 2, p. 197 - 220, mai./ago. 2017.

SOUZA, C. B. de.; CAUME, D. J. **Crédito Rural e Agricultura Familiar no Brasil.** Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library. AgEcon Search: Research in Agricultural & Applied Economics. Rio Branco - Acre, 22 p., jul. 2008.

SOUZA, F. P. de.; CASTILHO, T. P. R. **Use of agroforestry systems for natural biological control in rural properties.** Scientific Electronic Archives, v. 15 (7), 2022.

SOUZA, J. E. de.; SILVA, A. F. da. **Agricultura agroflorestal ou agrofloresta.** Recife: Centro Sabiá, v. 6, n. 3, 28 p, 2016.

SOUZA, M. C. S. de.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; CASAGRANDE, J. C.; SILVA, S. F. da.; SCORIZA, R. N. **Funcionalidade ecológica de sistemas agroflorestais biodiversos:** uso da serapilheira como indicador da recuperação de áreas de preservação permanente. Floresta, Curitiba, PR, v. 46, n. 1, p. 75 - 82, jan./mar. 2016.

STAMBERG, A. **Theoretical model of systemic analysis of the agricultural production unit.** Revista de Gestão Estratégica de Organizações. v. 10, n. 1, p. 75 - 95. Santo Ângelo. jan./jun. 2022

STEENBOCK, W.; VEZZANI, F. M. **Agrofloresta:** aprendendo a produzir com a natureza. Curitiba : 148p. il., 2013.

STRECHAR, M. G.; VERGEPPKA, A.; COSTA, C. R. F. da.; GULAK, G. S.; SZOREK, J. M.; FONSECA, M. G. O. da. **Novas realidades da produção agrícola:** refletindo possibilidades de associação da educação do campo com o Projeto de Extensão - "Feira Agroecológica". Revista ELO - Diálogos em Extensão. Fluxo contínuo. Viçosa-MG, v. 10, 2021.

SUDENE - SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Delimitação Do Semiárido 2021:** Relatório Final. 272p., 2021.

TABARELLI, M.; LEALI, I. R.; SCARANO, F. R.; SILVA, J. M. C. da. **Caatinga:** legado, trajetória e desafios rumo à sustentabilidade. Ciência e Cultura. São Paulo. v. 70, n. 4., out./dez. 2018.

TAVARES NETO, A. C. T.; MARINHO, C. D.; ARAÚJO NETO, M. S. de.; et al. **Sertão do Pajeú: uma breve história.** Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2008.

THIES, V. F.; MELO, M. N. **Inovação tecnológica e mudança social.** Heifer Internacional – Programa Brasil-Argentina. Salvador: 71 p . : il., 2013.

TODARO, M. P.; SMITH, S. C. **Economic development.** Environment and Development: The Basic Issues. 11. ed., p. 470, 2012.

TOPODATA – BANCO DE DADOS GEOMORFOMÉTRICOS DO BRASIL (2022). **Modelo Digital de Elevação.** Pesquisado em <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>.

TORRES, C. M. M. E.; JACOVINE, L. A. G.; OLIVEITA NETO, S. N. de.; BRIANEZI, D.; ALVES, E. B. B. M. **Sistemas Agroflorestais no Brasil: uma abordagem sobre a estocagem de carbono.** Pesquisa Florestal Brasileira, v. 34 (79), 2014.

UFRPE - UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO. **Relatório Analítico e propositivo.** Território do Sertão do Pajeú - Estado de Pernambuco. São José do Egito-PE, ago. 2012.

VARGAS, A. **Agricultura Familiar e sustentabilidade.** Sociedade e Desenvolvimento Rural, v.4, n. 1, jun. 2010.

VARGAS, D. L.; FONTOURA, A. F.; WIZNIEWSKY, J. G. **Agroecologia: base da sustentabilidade dos agroecossistemas.** Geografia Ensino & Pesquisa. 17 (1), 173 - 179., 2013.

VASCONCELOS, F. D. M.; CABRAL, E.; GIRÃO, E.; ELLERY, H. **Avaliação da tecnologia social fogões ecoeficientes e satisfação de famílias beneficiadas em residências rurais do Semiárido nordestino.** 3 ed. Revista Grifos, v. 30, n. 54, 2021.

VENTURA, M. V. A.; BESSA, M. M.; ALVES, L. da S.; CHAGAS, C. dos S.; COSTA, E. M.; ARANTES, B. H. R. **Agroecologia e agricultura ecológica como pilar de sustentação da agricultura camponesa.** Multi-Science Journal, v.1, n. 12, p. 13-16, 2018.

VERGARA, S. C. **Métodos de Pesquisa em Administração.** 6. ed. Editora Atlas. São Paulo-SP, 2015.

VIEIRA, P. F. **A ética do ecodesenvolvimento na era do antropoceno: uma perspectiva econcêntrica-transdisciplinar.** In: PHILIPPI JR. (Coord.). Ética Socioambiental. Barueri-SP: Manole, 2019.

WEBER, J. **Gestão de recursos naturais renováveis: fundamentos teóricos de um programa de pesquisas.** In: VIEIRA, P. F.; WEBER, J. (Org.) Gestão de Recursos Naturais Renováveis e Desenvolvimento: Novos Desafios para a Pesquisa Ambiental. São Paulo: Cortez, 1997.

WILKINSON, J. **Mercados, redes e valores: o novo mundo da agricultura familiar.** Porto Alegre. 1 ed. UFRGS. 212 p., 2008.

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO SEMI-ESTRUTURADO ELABORADO À PESQUISA E APLICADO EM ENTREVISTAS AOS AGRICULTORES PROPRIETÁRIOS DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS AGROECOLÓGICOS NO SERTÃO DO PAJEÚ-PE

Dados da família agricultora

Endereço (nome do sítio): _____

Distrito: _____

Município: _____

Região: _____

Informações dos componentes da família:

Nome	Relação com o chefe da família ou responsável legal	Ano de nascimento	Grau de escolaridade	Atividade principal	Atividade secundária

EIXO I

MODELOS DOS SAF's AGROECOLÓGICOS: ASPECTOS DE IMPLANTAÇÃO, MANEJO E PRODUTIVIDADE

A unidade de produção trabalhada pela família

Ano em que o SAF agroecológico foi implantado: _____

Área total do SAF: _____

Número de membros que participam da gestão: _____

O manejo da área do SAF permanece sendo realizado com base nos princípios da Agroecologia?

Sim () Não ()

Como desenvolvia a agricultura e/ou modo de produção antes da implantação do SAF?

Com uso de veneno: _____

Com uso de fertilizantes químicos: _____

Com uso de mecanização pesada: _____

Com realização de queimadas: _____

Com plantio morro a baixo: _____

Com muitos animais sobre a área: _____

Com grandes áreas plantadas com uma mesma cultura: _____

Utiliza ou já utilizou irrigação? Sim: _____ Não: _____

Sistema de irrigação utilizado	Fonte de captação	Culturas
Inundação		
Sulco ou valetas		
Aspersão		
Microaspersão		
Gotejamento		
Outro: (.....)		

Princípios do Sistema Agroflorestal Agroecológico

Qual a função do SAF na unidade produtiva?

Cultivo agrícola: _____

Criação de animais: _____

Aumentar/proteger áreas de proteção permanente: _____

Recuperação de área degradada: _____

Foi realizada a fase de isolamento de área no processo de implantação do SAF?

Sim: _____ Não: _____

Quais as espécies vegetais leguminosas da Caatinga cultivadas no SAF?

Nome			

Quais as espécies vegetais arbóreas nativas da Caatinga cultivadas no SAF?:

Nome			

Composição do consórcio de culturas agrícolas:

Cereais	Hortaliças	Frutas	Tubérculos

Outros: _____

Que espécies vegetais do SAF são destinadas a alimentação de rebanhos:

Utiliza insumos externos:

Sim: _____ Não: _____

Se positivo, quais:

Faz uso de venenos no SAF? Sim: _____ Não: _____

Se positivo, quais:

Como se dá o processo de poda das plantas espontâneas e das espécies que compõem o SAF? _____

O Sistema Agroflorestal Agroecológico em áreas degradadas

Como você considera o solo de sua área de cultivo:

Bom: _____ Razoável: _____ Fraco: _____

Acidentado: _____ Ondulado: _____ Plano: _____

Qual a condição de desgaste e de degradação do solo?

Não é degradado: _____ Pouco degradado: _____ Fortemente degradado: _____

Que técnicas de recuperação de solo você utiliza? _____

Que ações você executa para conservar e aumentar a fertilidade do solo? _____

Que manejo você adota para controlar o ataque de insetos e doenças as culturas? _____

Você faz uso de espécies nativas regionais no processo de revegetação de área degradada?
Se sim, quais espécies são utilizadas? _____

É feito o uso/consumo de lenha na unidade de produção? Sim: _____ Não: _____

Como você avalia a intensidade e/ou frequência do consumo de lenha?

Fraca: _____ Razoável: _____ Forte: _____

Qual o potencial de produção de matéria orgânica dentro do SAF?

Pequeno: _____ Razoável: _____ Grande: _____

Como você avalia a sobrevivência e o crescimento das mudas de espécies nativas e frutíferas dentro do SAF?

Fraca: _____ Razoável: _____ Forte: _____

Quais os problemas de degradação ambiental constatados na unidade de produção e que influenciaram negativamente na implantação e no desenvolvimento, ou que influenciam a manutenção do SAFs agroecológico?

Desmatamentos	
Queimadas	
Erosões das camadas superficiais do solo	
Erosões dos solos provocadas pelas águas	
Destruição e morte de matas ciliares	
Destruição e morte de rios e riachos	
Cultivos agrícolas incompatíveis com o ecossistema local	
Uso de agrotóxicos	

A Agroecologia e os Sistemas Agroflorestais

Como foram construídos os seus conhecimentos sobre SAFs? _____

Através de quais metodologias ou técnicas o seu entendimento sobre princípios e metodologias usados no SAFs foi construído?

Educação ambiental: _____ Assessoria técnica: _____

O que você acha das práticas e tecnologias consideradas sustentáveis, como o SAF agroecológico? _____

Como você caracteriza o desafio da transição ao modelo produtivo da agricultura tradicional para o agroecológico?

EIXO II
**MODELOS DOS SAF's AGROECOLÓGICOS: RELAÇÕES COM O PEQUENO
PRODUTOR RURAL FAMILIAR, COM O MEIO AMBIENTE E COM A
SOCIEDADE**

O homem e a sua relação com o meio ambiente

Quais eram as formas de produção de cultivos realizadas por seus antecedentes?

Você acha que elas estavam em equilíbrio/harmonia ou em desequilíbrio com a natureza? _____

Como os modos de trabalhar são organizados atualmente? _____

Articulação entre o SAF e órgãos/entidades/movimentos

A família participa de algum programa do Governo municipal, estadual e/ou federal voltado para SAFs?

Sim: _____ Não: _____

(Qual: _____)

A família possui relação com alguma instituição, entidade ou organização não-governamental que atuam na agricultura familiar com projetos de SAFs?

Sim: _____ Não: _____

(Qual: _____)

A família participa de algum movimento coletivo/social de agroecologia?

Sim: _____ Não: _____

(Qual: _____)

Recebeu Assistência Técnica alguma vez para desenvolver atividades no SAF?

Sim: _____ Não: _____

Órgão ou empresa prestadora do serviço	Período da assistência	Atividades acompanhadas

Articulação entre o SAF e a economia

Você já trabalhou com recursos financiados para investimento e aplicação no SAF?

Sim: _____ Não: _____

Fonte do Financiamento	Ano em que obteve o crédito	Destino dos recursos

Tem acesso a crédito rural hoje para uso exclusivo no SAF?

Sim: _____ Não: _____

Tem conseguido pagar o crédito?

Sim: _____ Não: _____

Se não, qual a descrição das dívidas atuais da família, referentes ao SAF?

Aquisição de insumos	Contratação de serviços	Compra de equipamentos	Construção de benfeitorias

Outros: _____

Você precisa contratar mão de obra externa para realizar serviços no SAF?

Sim: _____ Não: _____

Atividades que exigem mão de obra externa	Quantidade de pessoas contratadas	Período da contratação / dias por ano	Valor pago por dia trabalhado/pessoa em R\$

Qual o destino da produção agrícola do SAF?

Apenas consumo e subsistência familiar: _____ Comercialização: _____

Produção do SAF nos últimos 12 meses:

Produto agrícola	Quantidade	Qualidade do produto	Quantidade consumida	Quantidade comercializada	Valor de produção	Valor de venda

(*) anotar: (toneladas; unidades; milheiro; caixas; sacas,etc.).

Renda mensal obtida pela família com a produção agropecuária do SAF corresponde a:

- Menos da metade de um salário mínimo: ()
- Metade de um salário mínimo: ()
- Entre meio e um salário mínimo: ()
- Um salário mínimo: ()
- Entre um e dois salários mínimos: ()
- Acima de dois salários mínimos: ()

O valor arrecadado pela família no SAF e nas demais atividades agropecuárias dá para se manter ou é necessário trabalhar fora da propriedade para poder viver?

Sim: _____ Não: _____

A família acha que a produtividade agrícola do SAF contribui para garantir a sua segurança alimentar? _____

A família acha que a produtividade agrícola do SAF poderia ser melhor? Por quê? _____

Apontando novos caminhos para a disseminação do conhecimento sobre SAFs

Como o seu conhecimento sobre SAFs agroecológicos foram construídos ao longo do tempo?

Através dos saberes tradicionais: _____ Através de assistência técnica rural: _____

Através de cursos de formação: _____

Por meio de quais instrumentos e/ou metodologias esses conhecimentos foram ensinados?

Quais as dificuldades que você ainda sente para aprender sobre os SAFs? _____

Como foi a transição para o modelo produtivo agroflorestal agroecológico e o que trouxe de positivo? _____

EIXO III
MODELOS DOS SAFs AGROECOLÓGICOS: RELAÇÕES COM A GESTÃO DOS RECURSOS NATURAIS

O uso dos recursos naturais

Como você considera a gestão e o uso dos recursos naturais no espaço da sua unidade de produção?

Gestão inconsciente e de uso desmedido: _____

Gestão consciente e de uso controlado: _____

Você e sua família reconhecem que as ações humanas de uso desmedido dos recursos naturais comprometem a condição de equilíbrio do meio ambiente e da biodiversidade?

Sim: _____ Não: _____

Gestão dos recursos naturais na agricultura e no Bioma Caatinga

Os processos de decisão dentro e fora do SAF respeitam o uso controlado dos recursos naturais disponibilizados pelo Bioma Caatinga?

Sim: _____ Não: _____

Quais os recursos naturais que você faz uso para o desenvolvimento e a manutenção das atividades da agricultura, na sua unidade de produção e no SAF?

O modelo de desenvolvimento implementado no Semiárido

O SAF está relacionado a alguma outra tecnologia social de convivência com o Semiárido? Se sim, qual/quais? _____

Atualmente são realizados, na unidade de produção e/ou na comunidade, trabalhos em prol da preservação do meio ambiente? Se sim, quais? _____

Quais os principais problemas ambientais enfrentados antes da implantação do SAF? _____

Que problemas ambientais permanecem sem solução, mesmo depois da mudança para o modelo agroecológico? _____

Observações Gerais: _____

Aplicação do Questionário

Início/data: _____

Conclusão/data: _____

Responsável pela aplicação do questionário

Nome: _____

APÊNDICE B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO ORIENTADO PELO
COMITÊ DE ÉTICA DA UFCG ANTE A PREMISSE SUPERIOR DE NÃO
DIVULGAÇÃO DE DADOS PESSOAIS DOS (AS) ENTEVISTADOS (AS).

Você está sendo convidado a participar como voluntário (a) no estudo de tese doutoral **“MODELOS CONCEITUAIS DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS AGROECOLÓGICOS NA MESORREGIÃO DO SERTÃO DO PAJEÚ-PE”**, realizado pela pesquisadora de Doutorado **BÁRBARA DENISE FERREIRA GONÇALVES**, sob orientação dos Professores **Dr. Sérgio Murilo Santos de Araújo** (UAG/CH/UFCG) e **Dr. Genival Barros Júnior** (CA/UFRPE/UAST), e vinculada ao **Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais – PPGEGRN / do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – CTRN / da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG.**

Sua participação é voluntária e você poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento, sem que isso lhe traga nenhum prejuízo ou penalidade. Este estudo tem por objetivo **propor um modelo (teórico-conceitual) de Sistema Agroflorestal Agroecológico, baseado em experiências já implantadas, que congregue aspectos de sustentabilidade inerentes aos ambientes do Semiárido no Sertão do Pajeú, no Estado de Pernambuco, o qual possa auxiliar as famílias produtoras nos processos de reprodução e gestão dos SAFs em suas unidades produtivas e se faz necessário haja vista a grande demanda da agricultura familiar por um sistema de produção cuja gestão ambiental esteja em consonância com a alocação eficiente dos recursos naturais. As famílias agricultoras, desta forma, precisam entender os processos e as relações envolvidas na reprodução desse modelo para, então, o colocarem em prática. Destarte, o conhecimento que envolve esse modelo de produção é complexo e é eminente a necessidade de que ele seja disseminado e multiplicado. Aqui, os modelos teóricos-conceituais possuem o caráter técnico de sistematizar todas as atividades, processos e interações relacionadas a um SAF além do caráter técnico de simples compreensão de processos complexos.**

Caso decida aceitar o convite, você será submetido aos procedimentos de **um questionário/entrevista aplicado a agricultores proprietários de SAFs agroecológicos no Sertão do Pajeú.** Os riscos envolvidos com sua participação **são inexistentes e o uso**

das informações são exclusivas ao aprofundamento teórico e validação do estudo. Os benefícios da pesquisa serão: as informações de diversas experiências de implantação e gestão de SAFs é que possibilitarão elaborar modelos teóricos-conceituais já válidos que efetivamente representam a realidade no Sertão do Pajeú. Assim, os produtores/produtoras familiares irão dispor de um instrumento da informação baseado na realidade o qual poderá auxiliar na implantação e gestão de SAFs em suas unidades produtivas.

Esta pesquisa atende às exigências das resoluções 466/2012 e 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), as quais estabelecem diretrizes e normas regulamentadoras para pesquisas envolvendo seres humanos.

Todas as informações obtidas serão sigilosas e seu nome não será identificado em nenhum momento. Os dados serão guardados em local seguro e a divulgação dos resultados será feita de maneira que não permita a identificação de nenhum voluntário.

Você ficará com uma via rubricada e assinada deste termo e qualquer dúvida a respeito desta pesquisa, poderá ser requisitada a Bárbara Denise Ferreira Gonçalves através do telefone (xx) xxxx-xxxx ou email xxx_xxx@xxx.com.

Nome e assinatura do responsável pelo estudo

Declaro que estou ciente dos objetivos e da relevância desta pesquisa, bem como a forma como esta será conduzida, incluindo os riscos e benefícios relacionados com a minha participação, e concordo em participar voluntariamente deste estudo.

LOCAL: _____

DATA: _____

Assinatura ou impressão datiloscópica do voluntário ou responsável legal

APÊNDICE C

REGISTROS DAS PESQUISAS DE CAMPO AOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS AGROECOLÓGICOS NO SERTÃO DO PAJEÚ-PE

SAF's agroecológicos às margens de matas ciliares e do Rio Pajeú.



SAF's agroecológicos implantados nas áreas mais degradadas, conquanto se desenvolveram e produzem matéria orgânica.



SAF's agroflorestais cujos solos são mais pedregosos.



Cobertura e criação de matéria orgânica nos solos dos SAF's.



Espécies arbóreas nos SAF's agroflorestais acima de 20 anos.



Diversidade de espécies vegetais nativas da Caatinga, espécies leguminosas e culturas agrícolas nos SAF's mais antigos.



Diversidade de espécies vegetais nativas da Caatinga, espécies leguminosas e culturas agrícolas nos SAF's mais novos.

